

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المركز الجامعي بلحاج بوشعيب - عين تموشنت-

Centre Universitaire BELHADJ Bouchaib - Ain Témouchent-



Institut des Sciences et de la 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 : Sciences de l'Eau et de l'Environnement

Thème :

**Etude comparative entre deux techniques
d'irrigation: par goutte à goutte et par aspersion**

Soutenu : le 25 Mai 2016

Par :

M^{elle} MADI Fatima zahraa

Devant le jury composé de

M ^f A. NEHARI	MAA	Président	CU A Témouchent
M ^f M. BENAICHA	MAA	Examineur	CU A Témouchent
M ^f H.KADDOUR	MAA	Examineur	CU A Témouchent
Dr M. BOUGHALEM	MCA	Encadreur	CU A Témouchent

Année Universitaire : 2015/2016

Remerciements

*J'aimerais en premier lieu remercier dieu **Allah** le tout puissant qui m'a donné la foi et le courage pour la réalisation de se travail.*

*Je remercie infiniment mon encadreur **Dr. BOUGHALEM Mostafia** ; d'avoir accepté de m'encadrer, d'avoir donné l'inspiration qui a servi a la réalisation de ce mémoire, et pour son aide, son soutien et sa disponibilité tout au long de ce travail.*

Je remercie par ailleurs vivement les membres du jury de nous avoir fait l'honneur de juger notre travail et d'assister à ma soutenance..

*Je tiens également à remercier **Mr. SIDI YAAKOUB Ali**, ingénieur d'état en Hydraulique de « la Direction des Services Agricole », qui était mon maitre 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 **M^{elle}. ABDALAOUI Hadjera**, ingénieur d'état en Agronomie pour son aide et son temps qu'il a bien voulu me consacrer.*

*Je tiens à remercier tout particulièrement, les cadres et les employeurs de la Direction des Services Agricole à leur tête **Mr le directeur BERKANE Naimi** pour leur aide durant mon stage.*

Mon vif remerciement à tous les agriculteurs qui nous sont accueillis chaleureusement au sein de leurs exploitations.

*Mes profonds mercîments vont à **Mr. NHRAI** le chef de département de Génie de l'Eau et de l'environnement, et à tous mes professeurs je tiens à leur exprimer tous mes reconnaissances pour leur dévouement, la confiance qu'ils mont accordé, leur rigueur et la qualité des commentaires et suggestions dont ils m'ont fait partie.*

Dédicace

Je dédie humblement ce modeste travail avec ma sincère reconnaissance à :

Ma Mère... *Tu représentes pour moi la bonté, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.*

Mon cher Père... *Rien au monde ne vaut les efforts fournis jours et nuit pour mon éducation et mon bien être et ta prière et ta bénédiction.*

Je le dédie particulièrement à ma grand-mère à qui souhaite une longue vie.

*A Mes chères sœurs **Chaherazed, Meriem, Nadia, Soumia** et mon unique frère **Fayçal** et sa petite famille *Que dieu vous garde avec mes sentiments de fraternité et toute la réussite.**

*A mon cher fiancé **HADJ ABDERRAHMANE Selim...** *Toujours présent pour ton soutien moral et ton aide, ta gentillesse, tes conseils et tes encouragements.**

Je le dédie aussi à tous mes oncles et tantes, cousins et cousines.

A tous mes amies et mes collègues de la promo.

*A mon encadreur **Dr. BOUGHALEM Mostafia** et à mes chers enseignants sans aucune exception.*

Enfin je le dédie à tous ceux qui me connaissent.

RÉSUMÉ

L'utilisation rationnelle de l'eau en agriculture inclut la connaissance des besoins en eau des cultures à travers la bonne évaluation des paramètres régissant les conditions du milieu, et surtout à travers une utilisation efficiente de cette eau par le choix des systèmes d'irrigation les plus adéquats en fonction des paramètres climatiques, culturales et autres liées à la parcelle à équiper.

Dans ce contexte, notre travail porte sur une étude comparative de deux systèmes d'irrigation pratiqués dans la région d'Ain Témouchent : irrigation par aspersion et irrigation par goutte à goutte. L'étude a été menée au niveau de deux exploitations agricoles où nous avons choisi deux spéculations différentes : la vigne de table irriguée par système goutte à goutte et la carotte irriguée par système d'aspersion.

Afin d'étudier la réponse de ces cultures aux techniques d'irrigation qui leur sont appliquées, les paramètres agro-climatiques de la région ont été évalués. Dans un premier temps, nous avons calculé les besoins en eau des cultures, ensuite nous avons déterminé les caractéristiques techniques optimales du réseau d'irrigation localisé et d'aspersion de notre site d'étude afin d'améliorer la production et l'utilisation rationnelle des ressources naturels dans le cadre d'une agriculture durable.

Il ressort de cette étude que la méthode d'irrigation goutte à goutte permet de réaliser une économie d'eau considérable par rapport à l'irrigation par aspersion. Cette technique a la meilleure performance agronomique. L'irrigation par aspersion, quant à elle, bien qu'elle soit considérée comme moins efficace que l'irrigation localisée, son faible coût et sa mobilité potentielle expliquent sa large expansion.

Mots clés : Irrigation, Goutte à Goutte, Aspersion, Vigne, Carottes.

الملخص

الاستخدام الرشيد للمياه في الزراعة يتضمن معرفة الاحتياجات المائية للمحاصيل من خلال تقييم جيد من المعلومات التي تنظم شروط البيئة، وخصوصا من خلال الاستخدام الفعال للمياه استنادا إلى معايير مناخية و زراعية وغيرها ذات الصلة مؤامرة لتناسب مع أنظمة الري المختارة.

في هذا السياق، يركز عملنا على دراسة مقارنة لاثنتين من أنظمة الري التي تمارس في منطقة عين تموشنت: الري بالرش والري بالتنقيط. حيث أجريت الدراسة في مزرعتين على اثنتين من المحاصيل المختلفة: عنب المائدة المروي بنظام التنقيط والجزر بنظام الرش.

لدراسة استجابة هذه المحاصيل لتقنيات الري المطبقة عليهم، يجب تقييم المعلومات الزراعية و المناخية للمنطقة. أولا، حسبنا الاحتياجات المائية للمحاصيل، ثم استطعنا تحديد الخصائص التقنية المثلى من الري الموضعي والرش، لتحسين الإنتاج والاستخدام الرشيد للموارد الطبيعية من خلال الزراعة المستدامة.

كما يبدو من هذه الدراسة أنه يسمح للطريقة الري بالتنقيط توفير كمية كبيرة من الماء مقارنة مع الري بالرش. كما أن لديها أفضل أداء اقتصادي زراعي، على الرغم من أن طريقة الري بالرش تعتبر أقل فعالية من الري بالتنقيط، إلا أن انخفاض تكلفتها وتنقلها المحتم ساعد على انتشارها في نطاق واسع.

الكلمات المفتاحية: الري، التنقيط، الرش، عنب المائدة، الجزر.

ABSTRACT

The rational use of water in agriculture includes knowledge of the water needs of crops through good evaluation of the parameters governing the conditions of the environment, especially through the efficient use of water by the choice of the most appropriate irrigation systems depending on climatic, cultural and other parameters related to the plot to fit. In this context, our work focuses on a comparative study of two irrigation systems practiced in the region of Ain Temouchent: sprinkler irrigation and drip irrigation. The study was conducted at two farms where we have chose two different crops: table grapes irrigated with drip irrigation system and the carrot irrigated with a sprinkler system.

To study the response of these crops to irrigation techniques applied to them, agro-climatic parameters of the region were evaluated. First, we calculated the water needs of crops, then we determined the optimal technical characteristics of localized irrigation and sprinkling system of our study site to improve the production and rational use of the natural resources through sustainable agriculture.

It appears from this study that the drip irrigation method allows considerable water savings compared to sprinkler irrigation. This technique has the best agronomic performance. Meanwhile, Sprinkler irrigation although, considered less effective than drip irrigation, its low cost and its potential mobility explain its wide expansion.

Keywords: Irrigation, Drip, Sprinkler, Vine, Carrots.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	<i>Irrigation gravitaire</i>	13
Figure 2 :	<i>Irrigation par aspersion</i>	14
Figure 3 :	<i>Irrigation localisée</i>	15
Figure 4 :	<i>Bassin pour l'irrigation</i>	17
Figure 5 :	<i>Drainage souterrain</i>	20
Figure 6 :	<i>Drainage de surface</i>	21
Figure 7 :	<i>Installation de tête</i>	30
Figure 8 :	<i>Séparateur de sable</i>	31
Figure 9 :	<i>Filtre à gravier</i>	31
Figure 10 :	<i>Filtre à tamis</i>	32
Figure 11 :	<i>Filtre à disque</i>	32
Figure 12 :	<i>Le dilueur</i>	33
Figure 13 :	<i>Le lavage de filtre à gravier</i>	35
Figure 14 :	<i>Nettoyage des filtres à disques</i>	36
Figure 15 :	<i>Purification du réseau</i>	37
Figure 16 :	<i>Champ irrigué par la technique d'aspersion</i>	38
Figure 17:	<i>Les différents éléments d'un système d'aspersion</i>	39
Figure 18 :	<i>Position des asperseurs</i>	40
Figure 19 :	<i>L'enrouleur</i>	41
Figure 20 :	<i>Situation géographique de la wilaya d'Ain Témouchent</i>	44
Figure 21 :	<i>Exploitation agricole de la vigne de table irriguée goutte à goutte</i>	48
Figure 22 :	<i>Exploitation agricole des carottes irriguée par aspersion</i>	48
Figure 23 :	<i>Apiacées (Carottes)</i>	49
Figure 24 :	<i>Vigne de table</i>	51

Figure 25 :	<i>Rampes</i>	54
Figure 26 :	<i>Vanne de sectionnement</i>	54
Figure 27 :	<i>Tuyaux en PE</i>	54
Figure 28 :	<i>Goutteur</i>	54
Figure 29 :	<i>Kit d'aspersion</i>	55
Figure 30 :	<i>Un coude</i>	55
Figure 31 :	<i>Rampes</i>	55

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	<i>Les pentes caractéristiques pour l'irrigation</i>	9
Tableau 2 :	<i>Les facteurs d'influence d'évapotranspiration des cultures</i>	11
Tableau 3 :	<i>La variation des besoins en eau des cultures selon les systèmes d'irrigation choisis</i>	12
Tableau 4 :	<i>Choix des filtres selon la nature de l'eau d'utilisation</i>	33
Tableau 5 :	<i>Les formes d'exploitation des terres agricoles</i>	46
Tableau 6 :	<i>Caractéristiques des terres agricoles choisies</i>	49
Tableau 7 :	<i>Calcul de l'évapotranspiration potentielle</i>	56
Tableau 8 :	<i>Le coefficient cultural mensuel de la vigne de table</i>	57
Tableau 9 :	<i>Le coefficient cultural mensuel de carotte</i>	57
Tableau 10 :	<i>Caractéristiques de la parcelle de la vigne de table</i>	57
Tableau 11 :	<i>Caractéristique de la parcelle des carottes</i>	62
Tableau 12 :	<i>Calcul des besoins en eau d'irrigation (vigne de table)</i>	64
Tableau 13 :	<i>Récapitulatif des calculs des caractéristiques de l'installation goutte à goutte</i>	64
Tableau 14 :	<i>Les calculs hydrauliques de l'installation</i>	65
Tableau 15 :	<i>calcul des besoins en eau d'irrigation (Carottes)</i>	66
Tableau 16 :	<i>les calculs hydraulique et caractéristique de réseau d'aspersion</i>	66

LISTE DES ACRONYMES

<i>Acronymes</i>	<i>Significations</i>
<i>DSA</i>	<i>Direction des services agricole</i>
<i>ITMA</i>	<i>Institut de technologie moyen agricole</i>
<i>C_a</i>	<i>Calcium</i>
<i>M_g</i>	<i>Magnésium</i>
<i>SAR</i>	<i>Degré d'adsorption du sodium</i>
<i>RFU</i>	<i>Réserve en eau facilement utilisable</i>
<i>ET</i>	<i>Evapotranspiration</i>
<i>ET_p</i>	<i>Evapotranspiration potentielle</i>
<i>ET_m</i>	<i>Evapotranspiration maximale</i>
<i>K_c</i>	<i>Coefficient cultural</i>
<i>PE</i>	<i>Polyéthylène</i>
<i>m</i>	<i>Mètre</i>
<i>mm</i>	<i>Millimètre</i>
<i>cm</i>	<i>Centimètre</i>
<i>m²</i>	<i>Mètre carré</i>
<i>m³</i>	<i>Mètre cube</i>
<i>Kg</i>	<i>Kilogramme</i>
<i>Ha</i>	<i>Hectare</i>
<i>l</i>	<i>Litre</i>
<i>Cu</i>	<i>Coefficient d'uniformité</i>
<i>K</i>	<i>Coefficient de perméabilité</i>

Table des Matières

Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Liste des Figures	
Liste des Tableaux	
Liste des Acronymes	
Introduction générale	1

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

1.1. Introduction	3
1.2. Définition de l'irrigation	3
1.3. Les facteurs élémentaires de l'irrigation	3
1.3.1. Le sol	3
1.3.2. L'eau	4
1.3.3. Les cultures	5
1.4. Conception d'un projet d'irrigation	6
1.4.1. La disponibilité et la nature de la ressource en eau	6
1.4.2. Le type de sol et les caractéristiques des parcelles à irriguer	8
1.4.3. Le type des cultures à irriguer et leur besoin en eau	10
1.4.4. Choix de la technique et du système d'irrigation	12
1.4.4.1. Irrigation gravitaire	13
1.4.4.2. Irrigation par aspersion	13
1.4.4.3. Irrigation localisée (goutte à goutte)	14
1.5. Maitrise de l'irrigation	15
1.5.1. Bilan hydrique	16
1.5.1.1. Estimation de pluie	16
1.5.1.2. Estimation de la contribution du sol	17
1.6. Bassin d'irrigation	17
1.6.1. Définition d'un bassin d'irrigation	17
1.6.2. Pourquoi un bassin ?	18
1.6.3. Comment concevoir un bassin ?	18
1.6.4. Avantages du bassin	18

1.7. Drainage Agricole	20
1.7.1. Drainage souterrain	20
1.7.2. Drainage de surface	21
1.7.3. Le réseau hydrique	22
1.8. Conclusion	22

Chapitre 2 : Choix et caractéristiques des systèmes et des équipements d'irrigation

2.1. Introduction	23
2.2. Les systèmes d'irrigation localisée	23
2.2.1. Les gaines souples posées en surface du sol enterrées	23
2.2.2. Les rampes	23
2.2.3. Avantages d'irrigation localisée	24
2.2.4. Inconvénients d'irrigation localisée	25
2.2.5. Choix de la technique d'irrigation localisée	25
2.2.6. Choix de distributeurs	26
2.2.7. Gestion du réseau d'irrigation localisée	29
2.3. Les systèmes d'irrigation par aspersion	38
2.3.1. L'aspersion classique	38
2.3.1.1. Choix et implantation des asperseurs	39
2.3.2. L'aspersion avec les machines d'arrosage	40
2.3.2.1. Les rampes pivotantes (système pivot) et la rampe frontale	40
2.3.2.2. L'enrouleur	41
2.3.3. Avantages d'irrigation par aspersion	42
2.3.4. Inconvénients d'irrigation par aspersion	42
2.4. Conclusion	43

Chapitre 3 : Présentation de la zone d'étude, et les cultures choisies

3.1. Présentation de la zone d'étude (Ain Témouchent)	44
3.1.1. Situation géographique	44
3.1.2. Population	44
3.1.3. Caractéristiques physiques et naturelles	45
3.1.3.1. Relief	45
3.1.3.2. Climat	45
3.1.4. Foncier agricole	45
3.1.5. Ressource hydrique et infrastructures hydro-agricole	47
3.2. Le périmètre d'étude	47
3.3. Fiche technique sur les cultures choisies	49
3.3.1. Carotte	49
3.3.2. Vigne de table	51

Chapitre 4 : Etude pratique

4.1. Introduction	54
4.2. Matériel	54
4.3. Méthodes	56
4.3.1. Calculs de l'évapotranspiration potentielle	56
4.3.2. Besoins en eau des cultures	56
4.3.3. Calculs des caractéristiques hydrauliques pour chaque réseau	57
4.3.3.1. Réseau goutte à goutte	57
a. Besoin en eau d'irrigation localisée	58
b. Dose nette	58
c. Dose pratique	58
d. Dose brute	58
e. Fréquence d'arrosage	58
f. Durée d'arrosage	58
g. Débit caractéristique	59
h. Débit d'installation	59
i. Calcul de la rampe	59

j. Calcul de la porte rampe	60
k. Calcul de la conduite principale	61
4.3.3.2. Réseau d'aspersion	62
a. Besoin en eau d'irrigation par aspersion	62
b. La pluviométrie d'asperseur	62
c. Durée d'arrosage	62
d. Fréquence d'arrosage	63
e. Nombre d'asperseur par latéral	63
f. Nombre de conduite latéral	63
g. Débit de la conduite latéral	63
h. Débit d'installation	63
4.4.Résultats et discussion	64
4.4.1. Les résultats obtenus	64
4.4.2. Comparaison entre les deux techniques étudiées (goutte à goutte et l'aspersion)	67
4.5.Conclusion	68
Conclusion générale	69
Références bibliographiques	
Annexes	

Introduction Générale

INTRODUCTION GENERALE

Notre planète disposerait plus de 324 millions d'hectares équipés pour l'irrigation dont environ 85%, soit 275 millions d'hectares, sont réellement irrigués. L'Afrique subsaharienne est la région qui enregistre le plus faible pourcentage de terres cultivées irriguées, un peu plus de 3% contre près de 21% à l'échelle mondiale. Ainsi dans le continent asiatique, près de 230 millions d'hectares équipés pour l'irrigation, renferment plus de 70% de la superficie mondiale d'irrigation. Près de 60% de ces 230 millions d'hectares ; soit 42% du total mondial se situent dans 2 pays seulement, la Chine et l'Inde, où vit également à peu près 40% de la population mondiale. Par contre en Europe, la partie de la superficie équipée pour l'irrigation qui est réellement irriguée est faible 65% par rapport au reste du monde. Cela est dû en grande partie à son climat modéré, qui permet à l'agriculture de bénéficier des précipitations disponibles et évite une irrigation constante (*FAO.1, 2014*).

La superficie agricole irriguée en Algérie est passée de 350 000 ha en 1999 à un million d'hectares en 2012 avec l'objectif d'atteindre 1,6 million d'hectares à moyen terme.

L'irrigation localisée et par aspersion représente environ 14% de la superficie totale équipée pour l'irrigation à l'échelle mondiale. En 1970 elle a connu une croissance rapide depuis l'invention des tuyaux en plastique bon marché ; près de 0.5 millions d'hectares en 1981 à près de 9 millions d'hectares en 2010 étaient équipés pour l'irrigation localisée, et plus de 35 millions d'hectares étaient équipés pour l'irrigation par aspersion en 2010. Bien que cette méthode soit considérée comme moins efficace que l'irrigation localisée, son faible coût et sa mobilité potentielle expliquent sa large expansion (*FAO.1, 2014*).

Dans le cadre du PNDA (Plan National pour le Développement Agricole) lancé en 2002, l'Etat algérien a mis en place une nouvelle politique d'irrigation afin d'assurer une meilleure utilisation de l'eau. Cette nouvelle politique vise à encourager les techniques d'irrigation modernes afin d'économiser l'eau et d'étendre les superficies irriguées (*Imache, 2006*).

Parmi ces techniques d'irrigation modernes, l'irrigation localisée et par aspersion sont considérées comme étant des systèmes qui permettent à la fois d'économiser sur les quantités d'eau à distribuer, sur la main d'œuvre à mobiliser, sur l'énergie et surtout d'améliorer la production en quantité et en qualité.

Dans ce contexte, notre travail porte sur une étude comparative de deux systèmes d'irrigation pratiqués dans la région d'Ain Témouchent : irrigation par aspersion et irrigation par goutte à goutte. L'étude a été menée au niveau de deux exploitations agricoles où nous avons choisi

deux spéculations différentes : la vigne de table irriguée par système goutte à goutte et la carotte irriguée par système d'aspersion.

Pour ce faire, nous avons structuré notre mémoire en 4 chapitres : La première porte sur les aspects théoriques de l'irrigation. Le deuxième chapitre présente le choix et les caractéristiques des systèmes et des équipements d'irrigation. Dans le troisième chapitre, nous exposons les conditions naturelles de la willaya d'Ain Témouchent ainsi que les cultures choisies. Le quatrième chapitre est consacré à la détermination des caractéristiques techniques optimales du réseau localisé (goutte à goutte) et d'aspersion afin de faire une comparaison entre les deux systèmes choisis. Nous présenterons, par la suite, les résultats obtenus dans le cadre de la gestion conservatoire de l'eau d'irrigation.

Chapitre 1

Synthèse bibliographique

1. Introduction
2. Définition de l'irrigation
3. Les facteurs élémentaires
4. Conception d'un projet d'irrigation
5. La maîtrise de l'irrigation
6. Bassin d'irrigation
7. Drainage agricole
8. Conclusion

1.1. Introduction

L'utilisation rationnelle de l'eau en agriculture implique la connaissance des besoins en eau des cultures à travers la bonne évaluation des paramètres et des facteurs liés à la parcelle à équiper.

1.2. Définition de l'irrigation

On peut définir l'irrigation comme l'ensemble des dispositifs sociotechniques qui permettent des apports artificiels d'eau afin de faciliter la croissance de cultures, d'arbres et des pâturages. Les méthodes diffèrent selon que l'eau s'écoule sur la terre « irrigation de surface » y est pulvérisée sous pression « irrigation par aspersion » ou est amenée directement à la plante « irrigation localisée » (FAO.2, 2012).

1.3. Les facteurs élémentaires de l'irrigation

1.3.1. Le sol

Le caractère d'ordre général qui doit retenir tout spécialement l'attention réside dans la grande hétérogénéité du sol, il est donc indispensable de chiffrer certaines propriétés de sol (Bauchamp, 2006).

Propriétés physiques

➤ Topographie

Examiner la pente (facteur capital de l'irrigation) qui conditionne la vitesse de circulation de l'eau en surface, ainsi que le parcellement.

➤ Perméabilité et capacité du sol pour l'eau

La teneur en eau est fonction de la porosité et de la perméabilité du sol. Le volume maximal d'eau qu'un sol peut retenir est la capacité du champ ou de rétention du sol qui dépend essentiellement de la granulométrie du sol. Plus la perméabilité est grande, plus la capacité est faible (Bauchamp, 2006).

➤ Cohésion

En ce qui concerne la cohésion, l'eau joue un rôle très important. En effet, lorsque la quantité d'eau est très importante, les particules du sol sont séparées les unes des autres et la cohésion du sol est alors nulle. En revanche la présence d'eau peut donner une certaine cohésion (Bauchamp, 2006).

Les terres lourdes, possèdent un degré de cohésion élevé, elles peuvent donc utiliser des masses d'eau importantes sur des pentes relativement prononcées. Les sols sablonneux se laissent volontiers, car ils sont peu cohérents, aussi de grandes précautions doivent être prises pour les mettre en eau. Les terres sableuses sont les plus difficiles à irriguer par l'eau.

La cohésion peut présenter, pour un même sol, d'importantes variations durant l'assolement, selon l'état d'ameublissement, la nature et l'âge des plantes cultivées (*Bauchamp, 2006*).

Propriétés chimiques

➤ Matières organiques

En apportant au sol une humidité permanente, elle réalise les conditions de milieu idéales pour une rapide transformation des matières organiques. En accélérant la décomposition de la matière organique, l'eau d'arrosage tend à gêner le sol.

➤ Matières minérales

La terre possède une phase solide comportant des minéraux, des substances organiques inertes et des êtres vivants. Les éléments minéraux sont issus de l'altération des roches soit d'une façon mécanique soit d'une façon chimique, avec transformations (qui produira les minéraux secondaires : argiles, oxydes par exemple). L'ensemble des minéraux secondaires forme le complexe d'altération.

Au niveau agronomique Les sables et les limons ne retiennent que très peu l'eau (les sables moins que les limons), ils permettent à un sol de se réchauffer plus vite au printemps et une facilité de travail par les outils mais en ayant un effet d'usure important surtout en ce qui concerne les sables (*Bauchamp, 2006*).

1.3.2. L'eau

La qualité de l'eau utilisée pour l'irrigation est un paramètre essentiel pour le rendement des cultures, le maintien de la productivité du sol et la protection de l'environnement. Ainsi, les propriétés physiques et chimiques du sol, telles que sa structure (stabilité des agrégats) et sa perméabilité, sont très sensibles au type d'ions potentiellement échangeables présents dans les eaux d'irrigation (*Bauchamp, 2006*).

La qualité de l'eau d'irrigation peut être mieux déterminée par une analyse chimique en laboratoire.

Les facteurs les plus importants pour déterminer la qualité requise de l'eau dans l'agriculture sont les suivants:

- PH
- Risque de Salinité
- Risque de Sodium (Degré d'Adsorption du Sodium ou SAR)
- Carbonate et bicarbonates en relation avec les teneurs en Ca et Mg
- Autres traces d'éléments
- Anions toxiques
- Aliments
- Chlore libre

1.3.3. Les cultures

Elles Influencent sur le mode d'irrigation soit par nature qui ne s'allie pas avec tous les systèmes, soit par leurs besoins en eau qui peuvent modifier la rotation des arrosages (*Zareb, 2002*).

➤ Natures des cultures

Impose un système d'irrigation. Il faut évidemment que les conditions naturelles conviennent à la fois à la plante et à son système d'arrosage. Si le milieu impose un mode d'irrigation, le choix des cultures se restreint (*Zareb, 2002*).

➤ Besoin des plantes

Varié avec le climat et avec les espèces et selon le degré d'évolution de la végétation. Les modifications dues aux facteurs climatiques sont essentiellement variables d'une année à l'autre suivent le régime des températures, de la pluviométrie, des vents, de l'hygrométrie. Les besoins sont variables suivant les espèces, principalement en raison de la durée de végétation en période estivale, certaines spéculations comme les cultures maraîchères, de primeur ne nécessitant que quelques arrosages au printemps, tandis que d'autres, comme la luzerne, le dattier réclament de l'eau sur la plus grande partie de l'année. Quelques espèces fruitières peuvent se contenter d'un arrosage de loin en loin (Abricotier, olivier), tandis que certaines nécessitent des irrigations suivies (*Zareb, 2002*).

1.4. Conception d'un projet d'irrigation

Pour l'irrigation, L'agriculteur dispose d'un puissant levier pour accroître et régulariser la production de ses cultures, à condition de pouvoir maîtriser son irrigation, afin de satisfaire les objectifs techniques et économiques visés. La performance d'une installation d'irrigation dépendra du bon choix de la technique et du système d'irrigation et de la bonne mise en place des équipements sur la base de la parfaite connaissance des informations techniques et économiques liées aux conditions de l'exploitation.

C'est pour cela, l'agriculteur et le concepteur devront disposer des d'informations sur (*Kessira, 2013*) :

- ⇒ 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.

On tenant compte les paramètres suivantes (sol, climat, plante), il est utile de procéder de la façon suivantes :

- Connaître la source d'eau et le débit à extraire, le type de sol et le choix de la culture ;
- Connaître la topographie de la parcelle et les vents dominants ;
- Calcul des besoins en eau de la culture ;
- Faire le choix de la technique et le système d'irrigation à utiliser, entre : goutte à goutte, l'aspersion, ou la gravitaire.
- Dimensionnement du réseau d'irrigation adopté ;
- Connaître les disponibilités de drainage de la parcelle.

1.4.1. 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 forages, 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 irriguer, car la connaissance de la qualité d'eau disponible en période de pointe permet de déterminer la superficie à irriguer ; Et en qualité pour savoir le niveau de traitement et de filtration nécessaires à son utilisation « Annexe : Tableau 1 et 2 » (*Bulletin FAO, 29*).

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 portes d'irrigation : $S = Q/B$
- Le choix du type de distributeur : goutteur, diffuseur, micro-asperseur, 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 :

- 1 à 3 bars (10 à 30 m de colonne d'eau) pour les goutteurs autorégulant.
- 1 bar (10 m de colonne d'eau) pour les goutteurs non autorégulant.
- 0,6 bar (6m de colonne d'eau) pour les gaines.

Sans oublier de prendre en considération les pertes de charges dans les conduites d'amenée d'eau jusqu'aux réseaux de distribution. Quand la pression dans les rampes est supérieure à celle de la limite de la plage de tolérance du distributeur, il faut toujours installer des régulateurs de pression.

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 (Annexe: Tableaux 1 et 2) Lorsque les eaux sont de qualité médiocre ou mauvaise, on portera une attention particulière à la sensibilité des distributeurs à l'obstruction.

1.4.2. 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.

➤ Humidité du sol :

L'humidité du sol est la quantité d'eau contenue dans le sol. Elle s'exprime communément comme la quantité d'eau (hauteur d'eau en 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 quantité d'eau stockée dans le sol n'est pas une constante mais peut varier dans le temps.

➤ Saturation :

A la saturation il n'y a pas d'air dans le sol et les plantes peuvent en souffrir par manque d'air. L'eau drainée à partir des pores est remplacée par de l'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 au champ :

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 au champ, où le sol est dans les conditions idéales pour la croissance des plantes.

➤ Point de flétrissement permanent :

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. À 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.

Quantité d'eau disponible dans le sol = Quantité d'eau à la capacité au champ – Quantité d'eau au point de flétrissement permanent.

➤ **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, divisée par la distance horizontale entre ces deux points :

$$\text{Pente} = [\text{différence d'altitude (m)} / \text{distance horizontale (m)}] \times 100 = \%$$

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

Tableau 1: Les 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

(Kessira, 2003)

1.4.3. Le type de cultures à irriguer et leurs besoins en eau

Les besoins en eau des plantes dépendent de plusieurs facteurs, intrinsèques ou extrinsèques à la culture (*Kuper, 2006*) :

- La RFU ou « réserve en eau facilement utilisable » ;
- La nature des plantes cultivées (espèce, variété) ;
- Stade de végétation ;
- Nature et état d'humidité du sol ;
- Données climatiques liées à la zone de culture (précipitations, insolation, vent...).

Il convient de tenir compte des réserves en eau du sol, de l'évaporation au niveau du sol, de la transpiration des plantes, de l'évapotranspiration qui cumule les deux phénomènes.

On irrigue en principe en fin de journée, autour de l'heure de coucher du soleil, ou parfois même la nuit jusqu'au petit matin. En été, sous des températures de 25 à 30°C, les plantes consomment par évapotranspiration environ 4 mm d'eau par jour. Le but de l'irrigation est de compenser cette perte quotidienne. En sol sableux (très drainant), on pourra par exemple apporter 12 mm d'eau tous les 3 jours (ou 16 mm tous les 4 jours). En sol argileux, 24 mm tous les 6 jours (ou 28 mm par semaine). L'irrigation quotidienne est à proscrire car elle maintient la plante humide en permanence, ce qui favorise le développement des parasites et champignons.

a) **Evapotranspiration (ET)**

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

Evapotranspiration 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 référence par la relation suivante (*Cosandey et Robinson, 2000*):

$$ETM = KC \times ETP \quad (1.1)$$

Avec ;

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

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

Tableau 2 : Les facteurs d'influence d'évapotranspiration des cultures.

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

(*Kessira, 2003*)

La zone racinaire : Elle devra être considérée suivante la culture à irriguer (Annexe : Tableau 4)

1.4.4. Choix de la technique et du système d'irrigation

Les besoins en eau des cultures dépendent de nombreux facteurs agro-pédo-climatiques et sont les mêmes quelle soit la technique d'irrigation utilisée. Néanmoins, les quantités d'eau à apporter pour satisfaire ces besoins varient avec le système d'irrigation envisagé. Par exemple, l'irrigation sous pression permet de faire les économies d'eau suivantes :

Tableau3 : La variation des besoins en eau des cultures selon les systèmes d'irrigation choisis

Pour des besoins identiques, des apports différents		
Irrigation traditionnelle	Irrigation sous pression	
Gravitaire	Aspersion	Goutte à Goutte
100 litres	70 litres	40 litres

(Kessira, 2003)

Ces chiffres sont des moyennes et des écarts plus grands ont déjà été enregistrés. C'est surtout le système goutte à goutte qui permet de faire les économies d'eau les plus significatives.

En effet, presque toute l'eau employée est utilisée car il y a beaucoup moins de perte par évaporation et par percolation. Pour ces raisons, le choix des équipements adéquats s'avèrent nécessaire.

En irrigation, il y a trois systèmes les plus répandus, qui sont : l'irrigation gravitaire, l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisée.

1.4.4.1. Irrigation gravitaire :

Est l'application de l'eau aux champs à partir de canaux ouvertes se situant au niveau du sol. La totalité du champ peut être submergée, ou bien l'eau peut être dirigée vers des raies ou des planches d'irrigation.



Figure 1 : Irrigation gravitaire

(<http://www.gmd.sn>)

1.4.4.2. Irrigation par aspersion :

Le but d'une irrigation par aspersion est l'application uniforme de l'eau sur l'aire occupée par la culture. Le système d'irrigation doit être conçu pour appliquer l'eau à un taux inférieur à la capacité d'infiltration du sol et éviter ainsi les pertes par ruissellement.

Différents systèmes sont utilisés, à savoir : l'irrigation classique à asperseurs, l'enrouleur, la rampe frontale et le pivot...

Cependant l'eau est loin d'être uniformément distribué par un seul arroseur. Cette uniformité le long d'une ligne dépend essentiellement de l'espacement entre arroseurs. Un recouvrement est indispensable pour atteindre la régularité requise dans la distribution de l'eau (Kessira, 2003).

Ensemble d'équipement permettant une irrigation sous forme de pluie artificielle, et constitué d'une pompe et de son dispositifs d'entraînement et des tuyaux spécifiques, d'asperseurs et d'accessoires de raccordement pour alimenter un système d'irrigation.



Figure 2: Irrigation par aspersion.

(<https://www.agriculturemoderne.com>)

1.4.4.3. Irrigation localisée (Goutte à Goutte) :

L'irrigation localisée est une méthode d'arrosage qui fournit l'eau aux cultures en faible quantité et à une fréquence élevée. L'arrosage se fait en surface ou en profondeur directement dans la zone racinaire s'il s'agit de l'irrigation souterraine.

L'irrigation localisée repose sur le concept de fourniture optimum de l'eau aux cultures par humidification continue du volume de sol exploité par le système racinaire.

Le fait de n'arroser qu'une portion de la surface du champ de culture a pour conséquence de limiter les pertes d'eau par évaporation (par réduction de la surface évaporant). Cela permet également de réduire la quantité de plantes adventices et de minimiser les interruptions des opérations de culture (Bouzar, 2012).

Il est en effet possible de pratiquer simultanément l'irrigation et les opérations d'entretien et de récolte de la culture. Les systèmes d'irrigation localisée sont conçus pour fonctionner journalièrement pendant presque 24 heures et pour humidifier seulement le volume de sol exploité par les racines (Bouzar, 2012).



Figure 3 : Irrigation localisée

(<https://www.agriculturemoderne.com>)

Toutes les installations d'irrigation localisée comportent de l'amont vers l'aval :

- ✓ Une station de pompage ou en embranchement à un réseau de distribution d'eau ;
- ✓ Un équipement de tête, chargé de mesurer ou de régulariser le débit ou la pression et d'améliorer la qualité physique de l'eau par filtration (car les ajutages sont des diamètres très faibles) et parfois la qualité chimique par incorporation d'éléments fertilisants ;
- ✓ Des conduites principales, secondaires, etc... qui conduisent l'eau en tête des rampes, avec, s'il y a lieu, des organes de régulation de la pression. Ce sont des tubes à paroi poreuse ou des gaines, soit des conduites étanches munies d'ajutages.

1.5. La maîtrise de l'irrigation

L'introduction des techniques d'irrigation économisatrices d'eau permet une meilleure maîtrise des irrigations au meilleur cout, par :

- La régularisation des productions ;
- L'amélioration de la qualité des produits ;
- L'accroissement des rendements ;
- La diversification des cultures.

1.5.1. Bilan hydrique

Les besoins en irrigation sont dépend du bilan hydrique qui est donné par :

- La demande en eau: Due au climat : **ETP**
Propre à la culture : **ETM ou ETR**
- L'offre en eau : Par la pluie : **P**
Par le sol (Réserve du sol, remontée capillaire) : **R**
- Les pertes : Ruissellement, drainage : **D**
- Irrigation : Apport d'eau : **I**

La formule de calcul est :

$I = P + R - ETR - D$ en (mm)

- Si le bilan est positif, l'irrigation est inutile donc les pluies sont suffisantes $I \geq 0$.
- Si les pluies sont inexistantes, toute l'eau est apportée par irrigation $I = ETR$.
- Si une partie de besoin est fournie par la pluie et le reste par irrigation, les besoins en eau d'irrigation seront:

$I = ETR - (P + R)$ en (mm)

1.5.1.1. Estimation de pluie

On prend la pluviométrie du mois de pointe sur la série climatique la plus longue possible et la plus récente (au moins les 20 dernières années) de la station météorologique la plus proche et la plus représentative de l'exploitation. On retient alors la valeur la plus faible observée à la fréquence de 2 années sur 10.

Si on ne dispose pas d'un échantillon de 20 ans, on prend la 5^e valeur la plus faible pour évaluer les pluies efficaces, les pluies inférieures à 10 mm/ décade et celles supérieures ou

égales à 30 mm/ heure sont éliminées, ceci afin d'éliminer les quantités de pluies évaporées et celle ruisselées.

1.5.1.2. Estimation de la contribution du sol « R »

La quantité d'eau disponible pour la plante est fonction du type de sol et de la profondeur d'enracinement de la culture.

La réserve en eau disponible correspond à ce que la plante peut extraire du sol sans qu'il y ait chute de rendement, on l'évalue en prenant :

- Les 2/3 de la réserve utilisable de 0 à 60 cm de profondeur d'enracinement.
- Le 1/2 de la R.U de 60 à 90 cm de profondeur d'enracinement.
- Le 1/3 de la R.U au-delà de 90 cm de profondeur d'enracinement.

1.6. Bassin d'irrigation

1.6.1. Définition d'un bassin :

Un bassin est un ouvrage hydraulique conçu pour emmagasiner l'eau d'irrigation. Il est considéré comme un moyen de régulation de l'utilisation de l'eau d'irrigation, fonctionnant avec le principe d'un château d'eau dans une agglomération.



Figure 4 : Bassin pour l'irrigation (d'accumulation)

1.6.2. Pourquoi un bassin ?

Selon la taille de l'exploitation, la diversité des activités agricoles y pratiquées et surtout de la superficie à irriguer, la réalisation d'un bassin permettra d'utiliser rationnellement la ressource en eau d'irrigation et de répondre éventuellement aux besoins en eau liés à d'autres activités (élevage, etc...). Le bassin constitue durable d'une exploitation.

1.6.3. Comment concevoir un bassin ?

Le bassin doit être implanté sur le site (sur le plan) topographique le plus élevé de l'exploitation. Dans le cas où le terrain n'offre pas de site topographiquement élevé par rapport à l'ensemble des terres de l'exploitation il est prévu une surélévation légère du fond de bassin par rapport au sol pour un gain de pression.

Il est plus avantageux d'avoir un bassin avec une profondeur tendant à être égale à un tiers de sa longueur, permettant un gain de pression à la sortie et moins de surface d'eau exposée à l'évaporation, qu'un bassin très large et moins profond.

Selon le cas, la réalisation d'un bassin peut demander des travaux de fouilles supplémentaires en profondeur pour toute sa base. Un bassin doit être étanche.

1.6.4. Les avantages du bassin

Dans une exploitation agricole, le bassin peut avoir plusieurs avantages, parmi lesquels :

- **Irrigation sans faille** : une irrigation faite directement par pompage et sans bassin est considérée à risque surtout en période de pointe, car elle est directement liée et dépendante de la disponibilité de l'énergie électrique. Aussi, toute coupure prolongée de cette dernière peut avoir des conséquences désastreuses sur la culture irriguée. Dans ce cas, la durée d'irrigation est égale à la durée de pompage ainsi qu'à la durée de disponibilité de l'énergie électrique. L'existence d'un bassin permet d'atténuer ce risque et de garantir la durée nécessaire à l'irrigation sans dépendre totalement de la disponibilité de l'énergie au moment de l'irrigation.
- **L'utilisation d'un bassin** : permet un gain considérable dans la consommation de l'énergie électrique nécessaire pour le fonctionnement des équipements de pompage, ainsi que pour le refoulement vers le réseau d'irrigation (la durée de pompage est moins importante que la durée de l'irrigation).
- **Dans l'exploitation agricole** : où est pratiqué l'élevage (bovin, ovin, etc...) le bassin peut servir pour l'abreuvement du cheptel.

- **Une réserve d'eau disponible :** et facilement accessible permet de lutter contre les incendies (Hangar, stock de foin,...)
- **Le bassin peut être utilisé comme bac de nettoyage :** et de lavage de certains produits agricoles, telle que la pomme de terre.
- **Collecte des eaux de drainage :** dans certains cas et à défaut d'exutoire, l'agriculteur peut collecter les eaux de drainage de sa parcelle dans une cuvette et les pomper vers le bassin (après détermination de la qualité de ces eaux) afin de pouvoir les réutiliser pour l'irrigation. En cas d'une eau saline de drainage, une dilution est possible par un mélange avec l'eau de source, il peut être même introduit des cultures en irrigué tolérantes au sel.
- **La réserve d'eau du bassin :** peut servir à l'usage domestique, aux travaux de ménage par un simple raccordement du bassin vers un robinet.
- **Dans le cas d'un tarissement de la source :** le bassin peut être utilisé comme réservoir. L'agriculteur peut le remplir par un transfert d'eau d'une autre source et même si nécessaire avec des camions citernes, et ce afin de ne pas rater une irrigation.
- **En utilisant le bassin :** le débit de la source d'eau (puits, forage, oued, ...) vers le bassin peut être égal au débit sortant du bassin pour l'irrigation, cela permet d'avoir un niveau constant dans le bassin. Le débit sortant peut être grand par rapport à celui de la source pour un certain temps, et ce en fonction du besoin, par simple combinaison entre la vanne d'entrée et celle de la sortie d'eau.
- **Tout en irriguant :** l'agriculteur peut procéder à l'entretien et même à de petites réparations de son équipement de pompage.
- **Dans certains cas :** par manque d'infrastructures de stockage dans les exploitations isolées et en dehors des irrigations, le bassin peut servir comme moyen de stockage et de conditionnement de certains produits agricoles récoltés en attente de livraison.
- **Le bassin peut servir, si nécessaire, pour le mélange :** des fertilisants liquides (avec doseur) à apporter avec l'irrigation.
- **Le bassin peut servir, si nécessaire, pour le refroidissement :** des eaux chaudes utilisées pour l'irrigation, par un remplissage la veille de l'irrigation.
- **Dans certaines régions, et dans certains cas la couverture** d'un bassin est conseillée afin de pouvoir :
 - ⇒ Réduire l'évaporation à la surface de l'eau ;
 - ⇒ Eliminer le dépôt de sable au fond du bassin (en cas notamment de vent de sable) ;

⇒ Réduire le développement des végétations aquatiques (moins de lumière = moins de photosynthèse).

1.7. Drainage Agricole

Une irrigation doit toujours être accompagnée par un bon drainage, afin d'éliminer l'eau excédentaire dans les sols, par la pose de tuyaux enterrés. Sa mise en œuvre dans les sols hydromorphes assure une meilleure exploitation des terres agricoles, en régularisant et sécurisant la production et en améliorant les conditions de travail et d'accès au champ.

Le drainage a également des conséquences sur l'environnement, en augmentant la porosité des sols et la capacité de stockage de l'eau, les risques d'érosion sont diminués en limitant le ruissellement de surface et la sédimentation des fossés. Il comprend trois composantes importantes:

- Drainage souterrain,
- Drainage de surface,
- Le réseau hydraulique.

1.7.1. Drainage souterrain

Le drainage souterrain est une technique d'assainissement qui a pour but d'évacuer l'eau gravitaire du sol et d'abaisser la nappe phréatique à un niveau optimal pour la croissance des plantes.



Figure 5 : Drainage souterrain

((<https://www.bae.ncsu.edu>)

Il permet :

- de travailler le sol dans de meilleures conditions,
- d'améliorer la structure du sol,
- de développer un meilleur système racinaire des plantes,
- une meilleure assimilation des engrais par les plantes,
- d'ensemencer plus tôt au printemps,
- de récolter dans de bonnes conditions et d'améliorer l'efficacité des machineries.

1.7.2. Drainage de surface

Le drainage de surface vise plutôt à éliminer toutes accumulations d'eau à la surface ainsi que l'écoulement hypodermique dans un délai raisonnable pour les plantes (moins de 24 heures).



Figure 6 : Drainage de surface

(<https://www.bae.ncsu.edu>)

Il a aussi comme objectifs :

- de répartir uniformément les précipitations et favoriser leur infiltration, pour apporter l'eau utile aux plantes,
- d'évacuer l'eau de ruissellement et hypodermique, par des pentes adéquates vers les structures hydroagricoles (réseau hydraulique), sans toutefois causer l'érosion,
- d'éliminer les petites dépressions et irrégularités de la surface du sol qui créent des zones humides néfastes aux cultures, récupérer des surfaces non productives

- causer le moins d'inconvénients aux opérations culturales et à la machinerie agricole,
- permettre l'entrée plus rapide et améliorer les conditions de récoltes au champ
- augmenter les rendements des cultures.

1.7.3. Le réseau hydrique

Le réseau hydrique est l'ensemble des structures hydroagricoles que l'on doit réaliser dans un champ pour évacuer de façon sécuritaire le surplus d'eau d'un champ. Il est souvent oublié dans l'aménagement des terres agricoles. Il comprend les cours d'eau, fossés, voies d'eau, raies de curage, avaloirs, rigoles, tranchées et/ou puits filtrants.

Il permet :

- d'évacuer le surplus des eaux de surface, hypodermiques et souterraines,
- de minimiser l'érosion, en coupant les longueurs de champs à des endroits stratégiques.

1.8. Conclusion :

L'irrigation agricole est un facteur d'augmentation et de diversification des cultures. Le but de ce chapitre est de connaître les conditions du milieu dans les quelles se trouve l'exploitation agricole (climat, sol, qualité et quantité d'eau) et de déterminer les besoins en eau des cultures afin de choisir le bon système d'irrigation et son équipement.

Chapitre 2

Choix et caractéristique des systèmes et des équipements d'irrigation

1. Introduction
2. Les systèmes d'irrigation localisée
3. Les systèmes d'irrigation par aspersion
4. Conclusion

2.1. Introduction

Le choix des systèmes et des équipements d'irrigation revient en fin de compte à faire un compromis entre plusieurs exigences. Dans ce chapitre on essayera d'aborder ces exigences.

2.2. Les systèmes d'irrigation localisée

L'irrigation localisée peut se définir comme un apport d'eau enrichi ou non d'éléments fertilisants, en des points de la surface du sol à fréquence élevée et absence de charge.

En chaque point, la distribution est assurée par un ajutage relié à un réseau fermé (*Kessira, 2003*).

Il existe deux grands systèmes d'irrigation localisée :

- ❖ Les gaines souples, poreuses ou perforées fixées en surface du sol.
- ❖ Les rampes entrées ou en surface du sol pouvant assurer une distribution de l'eau par points, par lignes ou par petites zones.

2.2.1. Les gaines souples posées en surface du sol ou enterrées

- **Les gaines poreuses ou suinteuses**

La paroi des gaines est constituée de polyéthylène fibreux ou poreux (porosité de quelques microns), elle est plate ou repos et prend sous pression (0.3 à 0.5 bars) une forme à peu près circulaire ; l'eau s'échappe de toute la surface de la paroi.

Ce type de gaines est utilisé en surface ou dans certains cas enterrés à une profondeur variable selon le type de culture et de terrain. Il s'agit de gaines introduites en Algérie à des fins d'expérimentation, mais leur utilisation n'est pas généralisée (*Kessira, 2003*).

- **Les gaines perforées**

Ce sont des gaines en polyéthylène noir, mince à perforations latérales. Elles sont plates au repos, elles se gonflent en service pour prendre une forme ellipsoïdale (*Kessira, 2003*).

Elles ont des largeurs à plat et des espacements entre perforations variables. On retrouve :

- ❖ Les gaines à simple paroi,
- ❖ Les gaines perforées à double paroi.

Ces diverses gaines sont relativement bon marché mais fragiles, d'où nécessité de les remplacer assez fréquemment (par rapport aux rampes)

2.2.2. Les rampes

Elles peuvent être en surface ou enterrées. Ce sont des rampes en polyéthylène résistantes à des pressions de 2 à 4 bars, sur lesquelles sont fixées par vissage ou par serrage des organes de distribution de l'eau (*Kessira, 2003*).

La distribution peut se faire soit :

- Par point d'eau, tel que le système goutte à goutte dont le débit varie de 1 à 12 l/h ;
- Par lignes, où les distributeurs sont des ajutages en laiton débitants de 30 à 120 l/h ;
- Par petites zones (système de mini-diffuseurs ou micro-jets constituées d'ajutage en laiton ou en matière plastique, débitant 300 à 150 l/h et plus.

2.2.3. Avantages d'irrigation localisée

Les principaux critères de choix entre les systèmes d'irrigation demeurent les avantages techniques et économiques que présente chacun des systèmes par rapport aux contextes agronomiques, pédologiques et climatiques où se trouve l'exploitation agricole (ARTAS, 2004).

a) L'efficacité de l'eau :

Perte d'eau considérablement réduites en raison de :

- La réduction des pertes par évaporation, par ruissellement et par percolation,
- L'absence de concurrence des mauvaises herbes,
- Des conditions du milieu (vents, températures élevées) qui n'influencent pas beaucoup le rendement du système.

b) Avantages agronomiques :

- Constance de degré d'humidité du sol, due à la continuité relative des apports d'eau dans le temps ;
- Bonne aération du sol ;
- Pas de brûlures de feuillage en cas de salinité de l'eau d'irrigation ;
- Les maladies cryptogamiques sont considérablement réduites ;
- Les insectes ne sont pas attirés au voisinage des cultures en raison de la sécheresse relative à l'air ;
- Développement des mauvaises herbes très réduites ;
- Grande efficacité de la fertilisation ;
- Possibilité d'utiliser les eaux salées en veillant sur la fréquence et la continuité des arrosages, afin de maintenir l'humidité du sol élevée, de façon à ce que la teneur en sel du sol n'atteigne pas un seuil préjudiciable à la plante.

c) Avantages économiques :

Du point de vue économique, les avantages de l'irrigation localisée sont multiples et autant de facteurs pouvant influencer fortement le prix de revient :

- Main d'œuvre,
- Eau,
- Fertilisation,
- Temps,
- Augmentation des rendements des cultures.

d) Avantages cultureux

La gêne et l'encombrement du matériel lors des travaux du sol sont diminués du fait que les rampes portes goutteurs soient confondues avec les rangées des arbres.

2.2.4. Inconvénients d'irrigation localisée

L'irrigation localisée présente un certain nombre de problèmes qui sont (ARTAS, 2004) :

- Colmatage des ajutages par des débris physiques, des éléments chimiques et du matériel biologique, ce phénomène entraîne un manque d'uniformité de distribution de l'eau et des dommages sérieux aux cultures si l'on ne remédie pas à temps à ce problème.
- Coût initial d'installation est relativement très élevé.
- Ne peut pas être utilisé avec une eau de mauvaise qualité chimique.
- Travail technique et régulier de vérification et d'entretien de la station de filtration et des lignes de goutteurs
- Une technicité de l'agriculteur pour la gestion du réseau.

2.2.5. Choix de la technique d'irrigation localisée

Une fois convaincu des avantages techniques et économiques que peut procurer l'adoption d'un système d'irrigation localisée, il sera opportun de choisir au sein de ce système la technique la plus appropriée aux conditions intrinsèques de l'exploitation agricole.

A cet effet, il faut prendre en considération les particularités et caractéristiques de ce système afin de tirer un maximum de profits des avantages qu'il peut offrir (Dine El Hennenai, 2004).

Les caractéristiques de l'irrigation localisée

- ✓ N'arrose qu'une fraction du sol ;
- ✓ Utilise de faibles débits avec de faibles pressions ;
- ✓ Met en œuvre des équipements fixes et légers ;

- ✓ Ne mouille pas le feuillage ;
- ✓ Convient bien à l'irrigation fertilisante ;
- ✓ Est totalement indépendante vis-à-vis des autres interventions sur la culture.

Ce qui est nécessaire en irrigation localisée c'est d'avoir un système adapté :

- Au type de sol ;
- A la nature des cultures ;
- A la qualité de l'eau ;
- A la configuration de la parcelle à irriguer.

D'où la nécessité de bien étudier le projet, car c'est une installation fixe en raison de :

- Sa mise en place pour toute la durée de la culture ;
- Sa difficile modification si cela n'a pas été prévu au départ ;
- Son coût élevé ;
- L'impossibilité de la réaliser sans calculs techniques et économiques préalables.

Pour être adaptée aux besoins de l'exploitation, un devis doit forcément résulter d'une étude. Il faut savoir qu'une installation qui n'assure pas le service attendu n'est pas rentable à l'usage. (*INSDI, 2003*)

On ne peut arriver au meilleur choix de l'équipement d'irrigation localisée qu'en :

- Définissant les besoins et la disponibilité en eau de l'exploitation ;
- Raisonnant la disposition et les dimensions des équipements ;
- Choisisant des matériels adaptés et performants.

2.2.6. Comment choisir les distributeurs

Le choix des distributeurs conditionne l'uniformité de la répartition de l'eau sur la parcelle, le niveau de filtration de l'eau et le type de maintenance à assurer la pérennité des équipements.

Pour être objectif, ce choix doit tenir compte de trois éléments (*Kessira, 2003*):

1. Le milieu à irriguer.
2. Les caractéristiques et aptitudes des distributeurs disponibles.
3. Le coût global de l'installation.

1. Le milieu

Le système choisi doit être adapté :

- a. au type de sol ;
- b. à la nature des cultures ;
- c. à la qualité de l'eau d'irrigation ;
- d. à la configuration de la parcelle à irriguer.

a. Le type de sol

Dans les sols à perméabilité moyenne ($K=10^{-3}$ m/s), assurant une bonne diffusion latérale de l'eau, des goutteurs de 2 conviennent et induisent des investissements moindres par rapport aux diffuseurs à plus forts débits. Dans les sols moyennement ou peu perméables l'eau diffuse latéralement, le bulle s'étale.

Dans les sols à forte perméabilité ($K =10^{-5}$ m/s ou 1 m/j), comportant des matières grossières, ainsi que dans certains sols argileux gonflants, l'eau à tendance à percoler en profondeur, sans diffuser latéralement. Dans ce cas, on choisira des mini diffuseurs qui arrosent une surface de sol de 1 à quelques m^2 . Dans les sols très perméables, l'eau descend en profondeur (*Kessira, 2003*).

b. La nature des cultures

Cultures annuelles :

Déroutement et enroulement des rampes lors de la mise en place de la culture et pour la récolte :

- utiliser des goutteurs en lignes ;
- utiliser des goutteurs intégrés dans la rampes des gaines ;
- Il faut éviter les goutteurs en dérivation.

Cultures pérennes : (Arbres fruitiers, Phoéniculture et vigne) :

- tous les types de distributeurs peuvent être utilisés si la nature du Sol le permet.
- les goutteurs de 4l/h sont les plus employés.

Cultures maraîchères :

- Goutteurs de 2l/h

- Gaines souples

c. La qualité de l'eau

Les risques de colmatage dépendent de la qualité de l'eau. 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.

Pour des eaux de qualité médiocre ou mauvaise, il faut porter une attention particulière à la sensibilité des distributeurs à l'obstruction et il est recommandé d'utiliser des goutteurs à circuit long non uniformes.

Si l'on doit utiliser des distributeurs auto régulant, il est préférable de choisir ceux qui sont à chicanes avec une longueur de cheminement la plus grande possible.

d. La configuration de la parcelle :

- Cas d'un terrain à topographie peu marquée (assez plane) :

Il y a possibilité d'implanter des rampes de longueur limitée, donc il est préférable d'utiliser des goutteurs non autorégulant, car ils sont moins sensibles au bouchage et moins chers que les goutteurs autorégulant et pour assurer une bonne répartition de l'eau au niveau de la parcelle, il est conseillé d'utiliser des goutteurs à chicanes car, ils sont peu sensibles aux variations de pression.

- Cas d'un terrain à topographie marquée :

Dans ce cas et pour des parcelles de formes très irrégulières et de grande dimension où il n'est pas possible de limiter la longueur des rampes, il est plus judicieux d'utiliser des goutteurs autorégulant ou des capillaires.

2. Caractéristiques des goutteurs :

Ce qui est recherché dans un distributeur, c'est la régularité et la stabilité des débits, qui sont en fonction de :

- L'homogénéité de fabrication ;
- La tolérance aux variations de pression ;
- La sensibilité au bouchage.

3. Coût de l'installation :

⇒ Coût global de l'installation= Equipements + charges annuelles Compte tenu de :

- la durée de vie qui varie d'une compagne d'irrigation jusqu'à 10-15 ans ;
- la main d'œuvre nécessaire à la mise en œuvre de l'installation.

⇒ Coût du matériel, qui fonction :

- de l'organe de distribution
- du type de filtration nécessaire
- du dispositif choisi pour l'implantation du porte rampe et des rampes.

Pour une même parcelle, ce coût peut varier de 20% à 30%.

⇒ Coût de la main d'œuvre, qui est fonction du type de distribution pour lequel le temps de mise en place est plus ou moins important :

Par ordre de temps croissant :

- * Les gaines,
- * Les goutteurs en ligne,
- * Les goutteurs en dérivation,
- * Les capillaires,
- * Les mini-diffuseurs.

2.2.7. Gestion du réseau d'irrigation localisée

Compte tenu de l'importance de l'investissement consenti pour l'installation d'un réseau d'irrigation localisée, il faut veiller à l'entretenir régulièrement et à surveiller son fonctionnement car la rentabilisation de l'investissement dépend.

Pour l'entretien, il s'agit de trois opérations principales, qui sont (*FAO.2, 2012.*) :

- a) La filtration ;
 - b) Le traitement des eaux ;
 - c) La surveillance et l'entretien du réseau
- a) **La filtration :**

Il n'y pas d'irrigation sans filtration. Celle-ci a pour objectif d'éliminer un nombre important de particules internes et vivantes en suspension, susceptibles d'obstruer les distributeurs.

Particules internes : sables, limons et argiles.

Particules vivantes : algues et bactéries.

La filtration est une étape obligatoire et indispensable en irrigation localisée. Pour une capacité de filtration donnée il est préférable de prévoir plusieurs filtres en parallèle plutôt qu'un seul gros filtre.

En irriguant avec une eau souterraine (Forage) un filtre à tamis peut suffire, ce qui n'est pas le cas avec les eaux de surface où un double filtration à sable et à tamis est nécessaire. Selon le type de distributeurs, il faut des finesses de filtration des filtres différentes. Le nettoyage régulier des filtres est la meilleure façon d'éviter le colmatage et les dépôts dans les réseaux d'irrigation.

L'installation de tête :

Située au départ du réseau, elle assure :

- L'amélioration physique, chimique, et biologique de l'eau
- Le pilotage du réseau
- La gestion de l'apport d'eau aux différentes parcelles ou poste



Figure7 : Installation de tête

(<http://www.groupe-chiali.com>)

Le séparateur de sable (hydro cyclone)

Le dispositif comme son nom l'indique sépare par centrifugation les particules de sable (de densité supérieure à 1.1) de l'eau.

Les particules se décantent dans une chambre d'accumulation munie d'une purge.



Figure 8 : Séparateur de sable

(<http://www.groupe-chiali.com>)

Le filtre à sable (à gravier)

C'est une cuve métallique étanche fonctionnant à une pression maximale de 10bars et contenant des sables calibrés arrêté les éléments solides en suspension dans l'eau. Cet équipement est indispensable pour arrêter les éléments organiques.

Le sable peut être roulé ou concassé. Le sable roulé, d'une granulométrie, permet une filtration plus homogène. L'emploi de couches de sable de granulométrie différentes, entraîne une variation de la porosité à la suite des lavages du filtre. La granulométrie la plus couramment utilisée est le 10-14.

L'efficacité de la filtration est fonction de la vitesse de passage de l'eau (de l'ordre de quelques cm/s au plus) ; et la hauteur du sable dans le filtre est de l'ordre de 60 cm, elle est équivalente au 2/3 du volume du filtre.



Figure 9: Filtre à gravier

(<http://www.groupe-chiali.com>)

Le filtre à tamis

Il est constitué d'une toile en plastique ou en acier inoxydable, qui stoppe les impuretés dont le diamètre est supérieur à la maille de filtration.

La filtration est meilleure si la vitesse de passage de l'eau à travers le tamis est du même ordre que celle passant à travers le filtre à sable soit, 2.8cm/s.



Figure 10 : filtre à tamis

<http://www.groupe-chiali.com>

Le filtre à disques

Ayant le même rôle que le filtre à tamis, le filtre à disque est cependant plus perforant. Ce filtre est composé de disque superposé avec des espaces vides provoqués par des rainures et permettant l'arrêt des impuretés contenues dans l'eau.



Figure 11: Filtre à disque

Choix des filtres :

Le choix du dispositif de filtration dans le réseau d'irrigation localisée repose sur la nature de l'eau d'utilisation, comme cela est indiqué dans le tableau suivant :

Tableau 04 : Choix des filtres selon la nature de l'eau d'utilisation

Origine de l'eau	Dispositif approprié
Forage, puits (eau souterraine)	Hydro cyclone + filtre à tamis ou à disques
Bassin, oued, barrage, lac, etc.	Filtre à gravier+ filtre à tamis ou à disques

(<http://www.groupe-chiali.com>)

L'injecteur d'engrais :

Le dilueur :

C'est une cuve hermétique sous pression dans laquelle est introduit l'engrais (solide soluble ou liquide). Le dilueur est monté en dérivation par rapport à la canalisation principale, généralement entre le filtre à gravier et le filtre à tamis ou à disques.

Il peut être soit en acier galvanisé ou en revêtement intérieur époxy.



Figure 12 : Le dilueur

Avantage :

Il est d'un fonctionnement hydraulique autonome, simple et commode à l'emploi. Il permet d'utiliser directement des engrais solides solubles

Inconvénients et précaution d'utilisation :

Le temps de dissolution des fertilisants n'est pas toujours connu.

La concentration des engrais dans le réseau varie sensiblement entre le début et la fin du poste d'irrigation.

A chaque changement de poste d'irrigation, la cuve doit être vidée et rechargée.

a) Traitement des eaux :

Cette opération n'est pratiquée qu'en cas d'installation très élaborée (type hydroponique ou culture sur substrat.) elle est nécessaire que dans les cas suivants :

- * Eaux très calcaires ;
- * Eaux chargées en algues microscopiques ;
- * Eaux contenant du fer sous diverses formes.

❖ **Eau très calcaires**

En injectant de l'acide nitrique pour redresser le pH, on neutralise le calcaire par l'Héxamétaphosphate de sodium ; Comme on peut procéder à une oxygénation et une décantation.

❖ **Eau chargée en algues microscopiques**

Injection d'une légère dose de chlore ou de Javel si la culture le supporte ou de sulfate de cuivre.

❖ **Eaux contenant du fer sous diverses formes**

Injection de Permanganates de potasse ou mieux, oxydation du fer ferreux en fer ferrique par forte aération des eaux et filtrations du fer flocculé.

b) La surveillance et l'entretien du réseau

Parmi les difficultés majeurs des réseaux d'irrigation localisée, on relève la sensibilité des organes de distribution au colmatage (bouchage) ce phénomène s'accroît à travers le temps d'utilisation du réseau de manière progressive et continue. Il provoque :

- Une baisse plus ou moins importante des débits suivant le degré de colmatage des distributeurs
- Une mauvaise répartition de l'eau sur la parcelle irriguée
- Pour ne pas perturber le fonctionnement du réseau et préserver l'homogénéité de la distribution il faut que le réseau soit contrôlé et entretenu périodiquement
- En veillant au bon fonctionnement des filtres et les nettoyants
- En contrôlant régulièrement le réseau de distribution
- En purge le réseau

Filtre à gravier

Il convient de nettoyer le filtre à gravier en cas d'obstruction physique cette obstruction est détectable dès qu'il y a une différence de charge lue sur les deux manomètres (entrée et sortie de filtre).

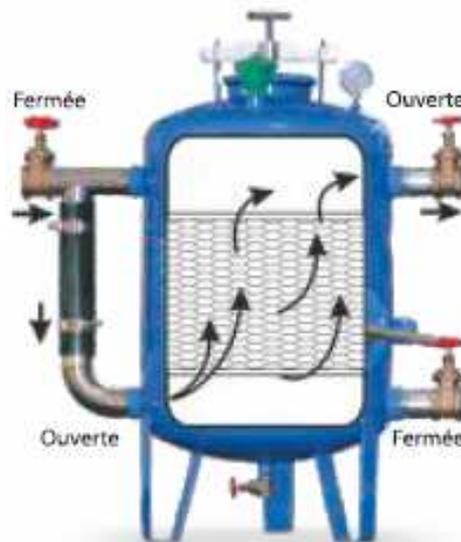


Figure 13 : Le lavage de filtre à gravier

Source : <http://www.groupe-chiali.com/>

Filtre à tamis

Il suffit d'enlever la cartouche et le nettoyer à l'eau en utilisant une brosse

Il est recommandé et conseillé de vidanger les filtres en fin de saison d'irrigation et le protéger contre le gel de l'hiver

Filtre à disque

Son entretien s'effectue en démontant la capuche du filtre il faut ensuite libérer les disques parallèles et les rincer à l'aide d'un jet d'eau



Figure 14 : Nettoyage des filtres à disque

Contrôle et nettoyage des distributeurs

Pour s'assurer du bon fonctionnement des distributeurs une méthode simple et facile est proposée elle consiste à appliquer la procédure suivante :

- On mesure sur au moins 4 rampes le débit d'au moins 4 organes de distribution (goutteurs)
- On choisit la première et la dernière rampe (celles qui se trouvent au tiers et aux deux tiers de la longueur de la rampe)
- On classe les débits par ordre croissant

On calcule la moyenne de l'ensemble des débits mesurés

$$\bar{q} = \frac{\text{Somme des valeurs}}{16}$$

On calcule la moyenne des 4 mesures de débits les plus faibles

$$\bar{q}_{\min} = \frac{\text{Somme des 4 valeurs des débits les plus faibles}}{4}$$

On calcule le coefficient d'uniformité

$$CU = \frac{\bar{q}_{\min}}{\bar{q}}$$

Si $CU > 90$, pas d'intervention

Si $70 < CU < 90$, il faut nettoyer le réseau

Si $CU < 70$, chercher les causes de colmatage en traiter

Purge le réseau

L'ensemble du réseau doit être purgé lors de la première mise en eau et systématiquement en fin de saison pour évacuer les sédiments qui se sont déposés, et en début de saison pour éliminer les dépôts qui se sont décollés des parois pendant l'hiver.



Figure 15 : Purification du réseau

<http://www.groupe-chiali.com>

2.3. Les systèmes d'irrigation par aspersion

L'irrigation par aspersion est une technique qui consiste à amener à la plante, l'eau pulvérisée sous forme de fines gouttelettes, grâce à un réseau de distribution sous pression (*Meda, 2011*).



Figure 16 : Champ irrigué par la technique d'aspersion

De part le type d'installation et d'équipement utilisé, on distingue :

- * L'aspersion classique,
- * L'aspersion avec les machines d'arrosage.

2.3.1. L'aspersion classique

C'est le système le plus répandu et vulgarisé en Algérie, il fonctionne à une pression de 2,5 à 5 bars et on le retrouve sous deux formes :

a) L'installation classique mobile :

Consiste à mettre en place un réseau de canalisations déplaçables d'une parcelle à l'autre. On remarque que cette technique permet une grande économie de matériel, mais en contrepartie elle est exigeante en main d'œuvre.

Le réseau d'irrigation par rampes mobiles est formé par des conduites de 6 ou 9 mètres en alliage léger (conduite principale), sur laquelle sont accordées les conduites d'alimentation appelées (conduites secondaires) à l'aide des raccords rapides étanches.

A ces derniers, sont raccordées par (tés-vannes), les conduites de distribution appelées (conduites tertiaires). Les asperseurs sont maintenus à une certaine hauteur du sol par une allonge qui est reliée à la rampe de distribution par une prise à clapet (*Kessira, 2003*).

b) L'installation classique fixe

Elle est constituée d'un équipement où l'ensemble des canalisations sont fixes (mis en place pour la campagne). Seule les asperseurs sont déplacés de clapet en clapet à chaque position d'arrosage.

Un seul asperseur fonctionne en même temps par tertiaire, les implantations les plus courantes sont : 12m*12m, 18m*18m, 24m*24m, 18m* 24m.

Cette technique est exigeante en équipement mais permet une économie de main d'œuvre et limite les dommages dus aux déplacements (*Kessira, 2003*).

c) La couverture intégrale

Le réseau de canalisations et d'asperseurs est mis en place en début de campagne.

Tous les asperseurs d'un tertiaire fonctionnent en même temps.

A chaque changement de position d'arrosage, il suffit d'ouvrir et de fermer des vannes à l'entrée du tertiaire ; Les asperseurs sont fixes. C'est une technique très exigeante en équipement, mais permet une grande économie de main d'œuvre.

2.3.1.1.Choix et implantation des asperseurs :

Les différents éléments d'un système d'aspersion sont la porte rampes, la rampe et l'asperseur.

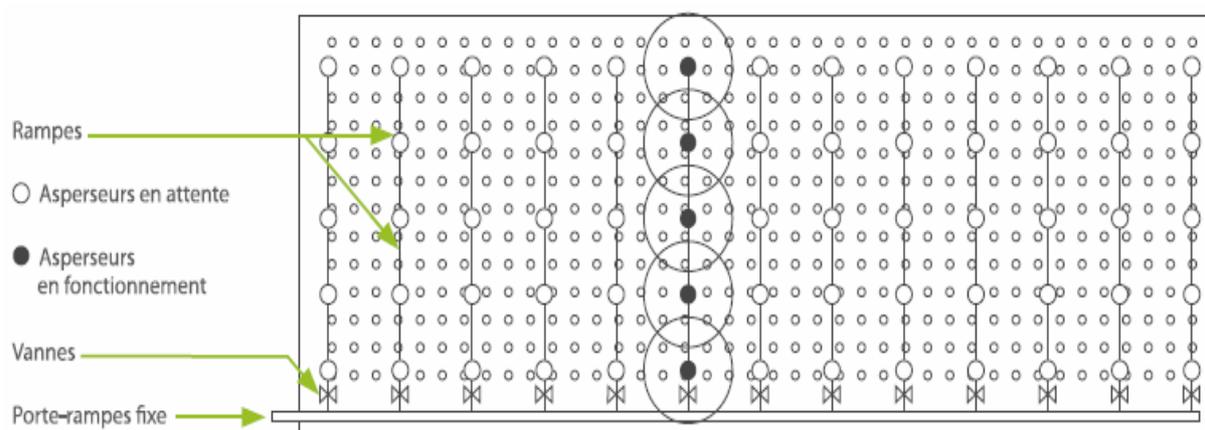


Figure 17 : Les différents éléments d'un système d'aspersion

(<http://www.groupe-chiali.com>)

La porte rampe est la canalisation qui relie le point d'alimentation en eau de la parcelle, aux rampes disposées sur celle-ci. Afin de faciliter leur manipulation, les portes rampes sont constituées d'éléments de tubes rigides à raccords rapides.

Pour obtenir une répartition de l'eau homogène, on doit disposer les asperseurs de manière à voir un recouvrement des jets.

Les asperseurs sont usuellement disposés en carré, en rectangle ou en triangle, dont les dimensions les plus courantes sont :

12*12m, 18m*18m 24m*24m, 18m* 24m.

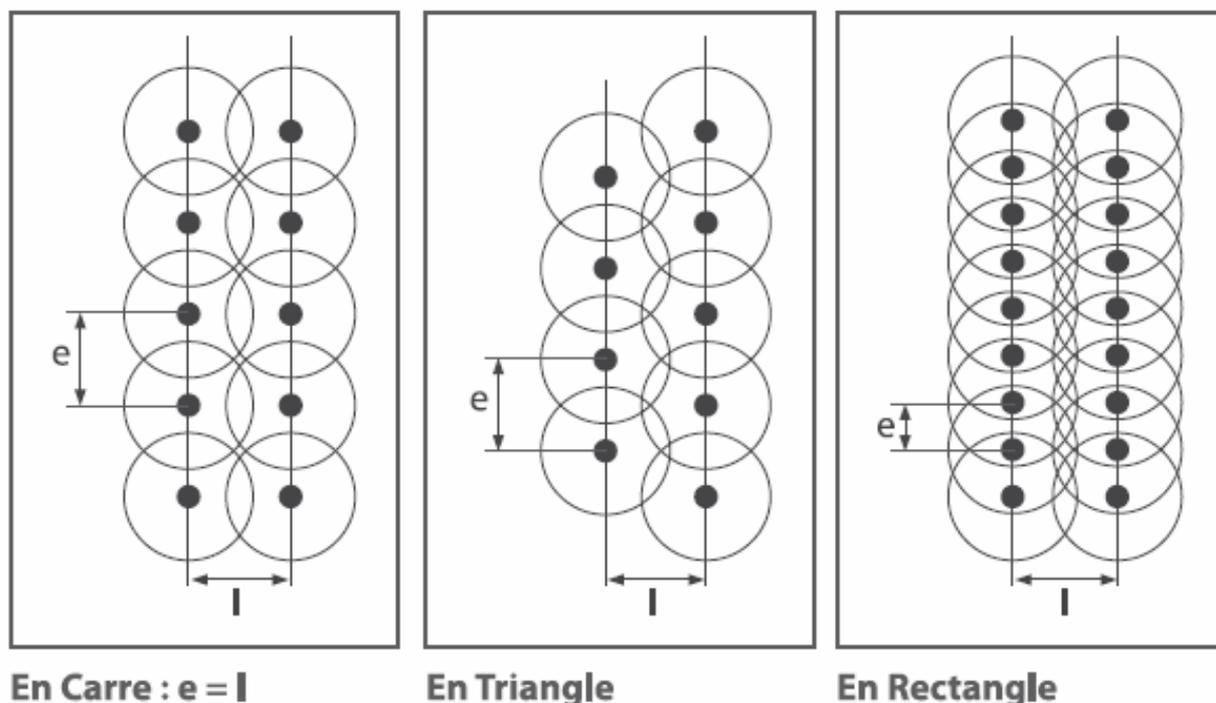


Figure 18 : Position des asperseurs

(<http://www.groupe-chiali.com>)

2.3.2. L'aspersion avec les machines d'arrosage

2.3.2.1. Les rampes pivotantes (systèmes pivot) et la rampe frontale

Il s'agit de rampes d'aspersion géantes munies d'arroseurs, tournant autour d'un point d'arrivée d'eau (cas pivot) ou à déplacement linéaire puis circulaire en bout de champs (cas de la rampe frontale). Elles sont constituées de plusieurs travées articulées entre rotation est réglable selon la dose d'irrigation (*Kessira, 2000*).

2.3.2.2. L'Enrouleur

Il est composé d'un canon monté sur un traîneau mobile et alimenté par tuyau en Polyéthylène qui s'enroule sur une bobine, actionnée grâce à la pression de l'eau.

Le canon effectue un déplacement continu pendant toute la durée de l'arrosage, la vitesse d'avancement est réglable. Le canon est traîné le long de la parcelle et d'un poste à un autre. L'enroulage de la rampe est réalisé depuis le bord de la parcelle à l'aide d'un tracteur, ce qui le rend plus économique du point de vue de la main d'œuvre (*Kessira, 2000*).



Figure 19 : L'enrouleur

L'enrouleur est souvent considéré à tort comme un matériel d'irrigation médiocre, ceci en raison notamment de la méconnaissance des utilisateurs de comment :

- Choisir leur équipement
- L'implanter correctement dans le parcellaire
- Effectuer les réglages nécessaires à un bon arrosage

Les éléments de base nécessaire au bon choix et à la bonne utilisation de l'enrouleur.

Pour réaliser un choix optimal de l'équipement d'irrigation, il est indispensable de déterminer les performances nécessaires de l'installation d'arrosage en fonction :

- Des besoins en eau des cultures à irriguer,
- Des conditions climatiques locales,
- Des caractéristiques des sols,
- Des disponibilités en eau.

Il est indispensable de connaître les performances du matériel d'irrigation, car :

- Les performances d'une installation d'irrigation prévues au départ sont très difficilement extensibles par la suite ;
- L'irrigant doit disposer d'éléments d'appréciation simples afin de choisir le matériel d'irrigation le plus adapté à son cas ;
- Il faut rentabiliser l'investissement consenti (ni sous équiper, ni sur équiper)

2.3.3. Avantages d'irrigation par aspersion

- ✓ Applicable dans la plupart des cultures et terrains
- ✓ Elle ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer.
- ✓ Elle provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie.
- ✓ Humidification de l'atmosphère ambiante qui limite les pertes en évaporation directe.
- ✓ permet un dosage précis et régulier des quantités d'eau distribuées

2.3.4. Inconvénients d'irrigation par aspersion

- Exige une nombreuse main d'œuvre main d'œuvre d'exploitation ;
- Création d'une atmosphère humide propice au développement des maladies cryptogamiques (champignons) et des mauvaises herbes ;
- Grande sensibilité au changement climatique, et surtout au vent ;
- Risque de vol

2.4. Conclusion

Des paragraphes qui précèdent on peut dire en conclusion que choisir un équipement d'irrigation, c'est de faire un accordement entre plusieurs facteurs, d'abord techniques puis économiques, d'autre part il faut surtout veiller à être bien informé sur :

- Les performances techniques des matériels existants sur le marché ;
- Les caractéristiques imposées par la nature du sol et de la culture ;
- La qualité de l'eau d'irrigation
- La configuration de la parcelle.

Chapitre 3

Présentation de la zone d'études et les cultures choisies

1. Présentation de la zone d'étude
2. Choix de terrain d'étude
3. Fiches techniques sur les cultures choisies

3.1. Présentation de la zone d'étude (Ain Témouchent)

3.1.1. Situation géographique

Au niveau régional, Aïn Témouchent appartient à la région Nord Ouest du territoire national. Elle est située entre les wilayas d'Oran, Tlemcen et Sidi Bel Abbès. Sa superficie est d'environ 2 377 km². Composée de 08 daïras et 28 communes. Elle est 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 (Chemouri. 2013).

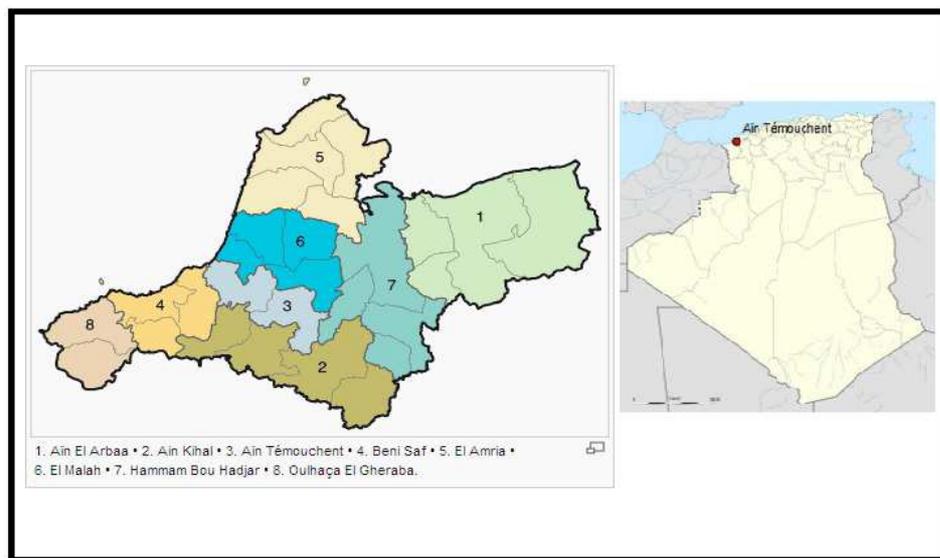


Figure 20: Situation géographique de la wilaya d'Ain Témouchent

(<http://www.vitamedz.org>)

3.1.2. Population

La population de la wilaya d'Aïn Témouchent est estimée au 31.12.2007, à 378.546 habitants, dont 46% habitant les plaines intérieures, 25% habitant la zone du littoral et 29% les zones montagneuses. La densité est de l'ordre de 159 hab. au km². Cette population est caractérisée par une jeunesse estimée à 51%, un taux de scolarisation évalué à 80%, une population active de 142.538, soit 37% de la population totale, une population occupée évaluée à environ 126.857, soit 89% de la population active et un taux de chômage de 11%, soit 15.681 personnes sans travail (ANDI, 2013).

3.1.3. Caractéristiques physiques et naturelles

3.1.3.1. Relief

Le relief de la Wilaya d'Ain Témouchent se compose de 03 espaces géographiques à savoir (ANDI, 2013):

- **Les plaines intérieures** regroupent la plaine d'Ain Témouchent - El Amria constituée de plaines et coteaux, d'une altitude moyenne de 300 mètres et la plaine de M'leta qui se situe entre la sebkha d'Oran et le versant septentrional du Tessala, d'une altitude moyenne variant entre 50 et 100 mètres.
- **La bande littorale** qui fait partie de la chaîne tellienne et est composée du massif côtier de Béni-Saf dont l'altitude moyenne est de 200 mètres (le point culminant atteint 409 mètres à Djebel Skhouna), du plateau d'ouled Boudjemaa d'une altitude moyenne de 350 mètres, légèrement incliné vers la sebkha et de la baie de Bouzedjar.
- **La zone montagneuse** dont l'altitude moyenne varie de 400 à 500 mètres 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 mètres où le point culminant atteint 923mètres à Djebel Bouhaneche.

3.1.3.2. Climat

La Wilaya d'Ain Témouchent a un climat méditerranéen, caractérisé par un été chaud et un hiver tempéré. 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 (Sebaa - Chioukh, Tessala, Monts de Tlemcen) ont une influence favorable en entravant l'arrivée des vents continentaux secs et chauds du Sud (sirocco). La faiblesse et l'irrégularité des précipitations influent directement sur le milieu physique et l'activité économique basée essentiellement sur l'agriculture (ANDI, 2013): .

3.1.4. Foncier agricole

La superficie agricole utile (S.A.U) est passée de 176 540 Ha 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. En général, les terres à vocation agricole sont réparties comme suit (DSA, 2016):

- 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%

Exploitations agricoles :

Les terres agricoles sont travaillées selon cinq (05) formes d'exploitation (DSA, 2016) :

Tableau 5 : Les formes d'exploitation des terres agricoles

Statut	Nombre	Superficie Ha	%	Nombre d'attributaires
EAC	1 816	140 252	69	7 765
EAI	984	12 196	6	984
Concessions	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	
TOTAL	10 955	229 504	100	16 908

(DSA, Ain-Temouchent.)

Occupation du sol :

On distingue (DSA, 2016):

- Les grandes cultures: 142.313 Ha (79%), dont jachère : 18 273 Ha
- Le maraîchage : 9 800 Ha (5%) dont 67 Ha sous serres et 300 ha PDT
- Les cultures pérennes : 28 071 Ha (15%) :
- Arboriculture fruitière : 3 335 Ha
- Arboriculture rustique : 3 340 Ha
- Oléiculture : 7 847 Ha, dont 6 493 Ha en production et 413 901 pieds en isolé
- Agrumes : 393 Ha
- Viticulture : 13 156 Ha, dont 4 319 Ha vigne de table.

3.1.5. Ressources hydriques et infrastructures hydro agricoles

Les sources de distribution d'eau destinée à l'agriculture ainsi que les infrastructures sont les suivants (DSA. 2016) :

- Forages : 189 pour un débit de 406 l/s
- Puits : 707 pour un débit de 1.249 l/s
- Sources : 19 pour un débit de 40 l/s
- Retenues collinaires : 7/10 (1.370.000 m³ utilisés)
- Bassins d'accumulation : 623 (73.128 m³)

Réseaux d'irrigation :

- goutte à goutte : 894 ha soit 21 %
- aspersion : 821 ha soit 19 %
- gravitaire : 2.542 ha soit 60%

3.2. Le périmètre d'étude

Notre étude a été réalisée au niveau de deux exploitations agricoles, situées dans la willaya d'Ain Témouchent. Une exploitation appartenant à Mr Bouazza Maarouf, située dans la commune de Sidi Benadda, occupée par une plantation de vigne de table en pergola d'une superficie de 10Ha irriguées par le système goutte à goutte. Et l'autre appartenant à Mr Haffif. Ali, située dans la commune d'Ain Témouchent avec une superficie de 24H, soit de 4Ha occupée par une plantation des carottes, irriguée par aspersion.



Figure 21 : Exploitation agricole de la vigne de table irriguée par goutte à goutte



Figure 22 : Exploitation agricole des carottes irriguée par aspersion

Le tableau ci-dessous représente les caractérisations des deux exploitations agricoles choisies:

Tableau 6: caractéristiques des terres agricole choisies

	Localisation	Superficie Agricole totale	Culture dominante	Sources Hydrauliques	Matériels Hydraulique
Exploitation agricole 1	Commune De Sidi Ben Adda	32Ha 45ares	Vigne de Table variétés (Victoria, Reed globe)	- Forage 3 l/s - Bassin d'accumulation 100m ³	- Equipement de pompage - 1kit - Station de tête - Réseau goutte à goutte 10ha
Exploitation agricole 2	Commune d'Ain Témouchent	4 Ha	Carottes	- Forage - Bassin d'accumulation 100m ³	- Equipement de pompage - Réseau d'aspersion

(DSA, Ain-Temouchent)

3.3. Fiche techniques sur les cultures choisies

3.3.1. Carotte

La carotte est une plante bisannuelle de la famille des Apiacées , originaire de l'Asie mineure (Afghanistan) largement cultivée pour sa racine pivotante charnue, comestible, de couleur généralement orangée, consommée comme légume.

C'est une racine riche en carotène. La carotte est un tubercule d'hypocotyle, c'est-à-dire un tubercule formé en partie par l'hypocotyle et en partie par la région supérieure de la racine, et qui s'est tubérisé (Foury, 2011).



Figure 23 : Apiacées (Carottes)

a) Plante

- Température de germination optimum : 27°C
- Température minimale de levée : 5°C
- Nombre de graines dans 1g : 900
- Longévité moyenne en ans : 4-5 ans
- Quantité de semence nécessaire pour 1 ha :
- Semis direct : 4 à 5 kg
- Semis de précision : 2,5 à 3 kg

b) Variétés recommandées

- Super muscade, Muscade, Touchon
- Nantaise amélioré, Napoli, Presto, Premia...

c) Exigences

- Aime les sols légers ; sableux et bien ameublis ; profonds et bien drainants.
- PH : 6 à 7,5
- Salinité : (tolérante au sel) : 1,92g/l à 3,25g/l (3 à 5mmhos/cm³)

d) Mise en place de la culture

➤ **Préparation du sol :**

- Epannage fumure de fond.
- Labour profond 25-30cm.
- Reprise avec un vibroculteur

➤ **Semis :**

La carotte se caractérise par des semis échelonnés. Peut être semée durant toute l'année, néanmoins les semis sont concentrés en mois novembre, décembre, janvier.

➤ **Distances de plantation :**

Entre rangs : 30 à 45cm (selon matériel semis de précision)

Sur ligne : 5 à 8 cm

Profondeur : 1 à 1,5 cm

Densité : 1200 000 à 1600 000 plants / ha (semis direct)

2.000.000 à 2.400 000 plants / ha (semis de précision)

a) Irrigation

Les irrigations se font soit par submersion ou par aspersion.

Les besoins sont estimés à **5000 m³/ha.**

b) Récolte

Manuelle ou mécanique avec un rendement de **300 à 400 qx /ha**.

3.3.2. Vigne de table**a) Historique**

La vigne est un arbuste à feuilles caduques donnant des baies ovoïdes et globuleuses, de saveur et de couleur différentes selon les variétés, appelées cépages. Chacun d'entre eux diffèrent par la forme de ses grappes, leurs tailles, le goût et la couleur des gains de raisin. Les cépages donnant le raisin de table provienne des espèces *Vitis vinifera* de la famille vitacées originaire d'Europe ou *Vitis labrusca* d'Amérique du nord. Il constitue très probablement la première utilisation de la vigne par l'homme avant la découverte des processus de vinification 3000 ans av. J.-C. en Égypte et Phénicie ([http://fiche-techniques-vigne de table.com](http://fiche-techniques-vigne-de-table.com), 2016).



Figure 24: Vigne de table

(<http://www.meillandrichardier.com>)

b) Exigences agro-climatique

La vigne préfère les climats semi-arides et subtropicaux avec des étés secs et chauds sans précipitations et des hivers frais. Pour la croissance des baies et leur maturité, il est nécessaire de disposer d'une atmosphère sèche, d'une température modérément chaude (15 - 40°C) et d'un fort ensoleillement. Une forte hygrométrie, un temps couvert, des températures basses et des précipitations durant la phase floraison- croissance des baies sont favorables au développement des maladies (Botrytis, Oïdium, Mildiou). La vigne s'adapte à une large gamme de sols mais préfère des sols profonds argilo-limoneux, ayant une bonne structure et

riches en matière organique. Le pH doit être de 6,5 à 7,5 et la salinité faible. Les besoins en eau sont estimés à 400 à 500 mm. Au cours de la période floraison-nouaison, la vigne est très sensible à un déficit hydrique (*Burgos, 2011*).

c) **La taille**

La taille doit être réalisée chaque année pendant le repos végétatif: décembre-janvier-février. Elle permet d'assurer une édification ordonnée du végétal et de favoriser un bon partage des sucres en établissant un bon équilibre entre la fructification et la végétation.

Les systèmes de taille de formation sont les suivants : le Gobelet, le Guyot simple, le Guyot double, le Cordon simple, le Cordon double, la Pergola (*Burgos, 2011*).

d) **Variétés recommandées**

- ❖ **Amandin** : blanc, récolte 15 octobre, grain croquant, musqué.
- ❖ **Cardinal** : noir, récolte 20 septembre, très grosses grappes, ensachage conseillé, excellent arôme, peau fine, le grain peut éclater.
- ❖ **Chasselas doré** : blanc, récolte 15 septembre, variété rustique, facile, juteux, fondant, bien équilibré.
- ❖ **Victoria** : blanche précoce, Ovale, grosses. Peau vert-jaune. Pulpe croquante, juteuse, peu sucrée mais très agréable. Avec pépins, Période de récolte de septembre à novembre. Sensible à l'oïdium.
- ❖ **Hâtif de Marseille** : noir, récolte 15 septembre, l'un des premiers, pour le Midi seulement. Le goût reste bien en bouche. À récolter bien mûr.
- ❖ **Madeleine Royale**: blanc, récolte 10 septembre, vigoureux et fertile, juteux, sucré, peu parfumé, chair tendre, fine.

- ❖ **Red Globe** : Le red globe est une variété rouge tardive. Avec des baies grosses, irrégulières, sphériques, et une peau épaisse. Sensible à l'oïdium. La période de récolte s'étend de juillet jusqu'au fin de novembre.
- ❖ **Muscat Reine**: blanc, récolte 5 septembre, production abondante, culture facile, gros grain ovoïde, sucré, musqué, arôme de cassis.
- ❖ **Perdin**: blanc, récolte 5 septembre, très résistant aux maladies, délicieux petits grains sucrés.
- ❖ **Perle de Csaba** : blanc, récolte 15 août, pour le Midi, juteux, doré, peau fine.

e) Principales maladies et parasites qui touchent la vigne et le raisin

- **Mildiou** (tâches brunâtres sur les feuilles)
- **Oïdium** : Un duvet blanchâtre apparaît sur les feuilles et les raisins se rabougrissent, se dessèchent et pourrissent sur les branches.
- **Erinose**, boursouflures ou cloques vertes ou rouges sur les feuilles
- **Insectes** : Insecticide bio en février contre les formes hivernales, puis à l'apparition des premières feuilles et à la fin de la floraison.

f) Irrigation

Le goutte à goutte est le système d'arrosage le plus efficace pour la culture de la vigne. Il permet de réguler la qualité du raisin, assurer un dosage précis des apports en fonction des besoins et des différents stades (*Burgos, 2011*).

g) L'extension de la vigne

Au niveau mondial la surface totale de la vigne représente 7,886 millions d'hectares dont (*FAO, 2012*) :

- Europe : 62,7 % (France 11,6, Italie 11,5, Espagne 14,9).
- Asie : 19,2 % (Chine 3,3)
- Amérique : 11,9 % (États-Unis 5,2, Argentine 2,7, Chili 2,2).
- Afrique : 4,3 % (Afrique du Sud 1,5).
- Océanie : 1,9 % (Australie 1,8).

Chapitre 4

Etude Pratique

1. Introduction
2. Matériel
3. Méthodes
4. Résultats et discussion
5. Conclusion

4.1. Introduction

Pour une analyse comparative des systèmes d'irrigation goutte-à-goutte et par aspersion, une série d'éléments doit être prise en considération. Au cours de ce chapitre, on va évaluer les différents paramètres entrant en jeu pour cette analyse.

4.2. Matériel

Outre les parcelles expérimentales présentées dans le chapitre 3, nous avons utilisé un dispositif pour chaque technique d'irrigation comprenant l'équipement suivant :

- **Pour l'irrigation goutte-à-goutte**

- Tuyaux en PE ;
- Vannes de sectionnement ;
- Bouchons de purge ;
- Rampes en tuyaux rigide avec une longueur de 49m;
- Prises;
- Bouchon de fin de ligne ;
- Des goutteurs.



Figure 25: Rampes



Figure 26: Vannes de sectionnement



Figure 27: Tuyaux



Figure 28: goutteur

- **Pour l'irrigation par aspersion**
 - Une conduite d'amenée ;
 - Des rampes en PE, portant 12 asperseurs chacune,
 - Porte rampe de 12m,
 - Té,
 - Coude,
 - Bouchons,
 - 24 asperseurs ($Q_{\text{Asperseur}} = 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$),
 - 24 tiges de 75 cm de hauteur



Figure 29: Kit d'aspersion



Figure 30 : Un coude



Figure 31: Rampes

4.3. Méthodes

4.3.1. Calcul de l'évapotranspiration potentielle

L'utilisation du logiciel CROPWAT, nous a aidés à calculer l'évapotranspiration potentielle et la pluie efficace. Afin de déterminer les besoins en eau de la vigne de table et de la carotte, nous nous sommes basés sur les données agro-climatiques de la région pendant la période allant de 2011 à 2015. Ces données sont rassemblées dans le tableau 7.

Tableau 7 : Calcul de l'évapotranspiration potentielle. ITMA (2011-2015).

Mois	Température (C°)		Humidité (%)	Vent	Insolation (heure)	ET ₀ (mm/jour)	Pluie (mm/mois)	Pluie eff (mm/mois)
	Min	Max						
J	5.4	24.5	63	4	6.0	30.6	29.1	0.97
F	5.9	22.1	63	4	7.0	32.0	30.4	1.49
M	7.4	23.7	71	3	8.0	44.5	41.3	2.36
A	10.2	24.5	70	6	9.0	8.2	8.1	3.24
M	12.4	29.9	70	3	10.0	2.3	2.3	4.15
J	16.1	33.7	75	3	11.0	11.5	11.3	4.99
J	19.4	34.4	77	2	11.0	0.5	0.5	5.14
A	22.1	36.3	75	2	10.0	8.5	8.4	4.87
S	18.0	31.1	78	2	8.0	45.3	42.0	3.48
O	14.7	26.4	76	2	8.0	183.2	129.5	2.33
N	9.0	26.3	74	3	6.0	29.9	38.5	1.35
D	6.4	21.4	74	3	6.0	39.1	36.7	0.86

4.3.2. Besoin en eau des cultures (ET_m)

En matière d'irrigation, on cherche à placer les plantes dans des conditions de production optimales et on base l'irrigation sur la valeur de l'évapotranspiration maximale qui est une valeur ponctuelle liée à l'évapotranspiration potentielle qui est relative à une région par un coefficient cultural, donnée par la formule suivante (Cosandey et Robinson, 2000) :

$$ET_m = K_c \times ET_0 \quad (4.1)$$

ET_m : Évapotranspiration maximale d'une culture (mm/jour),

K_c : Coefficient cultural,

Les deux tableaux ci-dessous renferment le coefficient cultural (**Kc**) mensuel des spéculations étudiées (vigne de table et carottes).

Tableau 8 : Le coefficient (**Kc**) cultural mensuel de la vigne de table

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Vigne	-	-	-	0,475	0,6	0,675	0,675	0,675	0,675	-	-	-

(Burgos, 2011)

Tableau 9 : Le coefficient (**Kc**) cultural mensuel de carotte

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
carotte	0.7	0.7	1.05	1.05	0.95	0.95	-	-	-	-	-	-

(Foury, 2011)

4.3.3. Calcul des caractéristiques hydraulique pour chaque réseau

4.3.2.1. Réseau goutte à goutte

Une installation de goutte à goutte consiste en un dispositif d'alimentation en eau comprenant la source d'eau, la pompe, le système de filtration, le régulateur de pression, et un réseau de distribution. Dans notre cas, le réseau est alimenté par une source d'eau d'un forage, qui est acheminée par un pompage vers le bassin d'accumulation, puis vers une station de tête où se trouve le poste de filtration, fertilisation afin d'éliminer les éléments solides, susceptibles d'obstruer les distributeurs et de fournir à la parcelle une eau propre de bonne qualité. Et un équipement d'automatismes permettant de déterminer le temps et la fréquence des arrosages.

☞ Calcul des caractéristiques relatives aux réseaux

Les caractéristiques sont classées dans le tableau suivant :

Tableau 10 : Caractéristiques de la parcelle de la vigne de table

Type de culture	Vigne
Surface (ha)	10
Ecartement entre les lignes (m)	3
Ecartement entre plantes (m)	3
Profondeur d'enracinement (m)	0.6
Pourcentage de feuillage (%)	80

a) Besoins en eau d'irrigation localisée :

La quantité d'eau que l'installation d'irrigation doit être capable d'apporter est calculée pour le mois le plus sec de l'année (mois de pointe) selon les régions. Ainsi, nous avons à évaluer le débit de pointe de l'installation.

Dans notre cas, le mois de pointes est le mois d'août .Les besoins journaliers en eau d'irrigation traditionnelle (B_j) de ce mois sont de 4.87 mm/j

Les besoins en eau d'irrigation localisée sont calculés par la relation suivante:

$$B_i = B_j \times (0.1 + C_s) \text{ en (mm/j)} \quad (4.2)$$

Avec ;

- B_j : Besoins journaliers en eau d'irrigation (mm/jours)

- C_s : Pourcentage de couverture du sol (50% donné).

Donc, les besoins en eau d'irrigation localisés égalent à 3 mm/j

b) Dose nette

Dans notre cas la dose d'irrigation nette égale à 20 mm (donnée).

c) Dose pratique

C'est comme étant la dose pratique mais fait intervenir le coefficient de l'uniformité d'arrosage C_u Elle est déterminée par la formule suivante :

$$\text{Dose}_{\text{pratique}} = \frac{\text{Dose}_{\text{nette}}}{C_u} \text{ en (mm)} \quad (4.3)$$

Avec ;

C_u : Coefficient d'uniformité (lié au goutteurs) égal à 0.91 (donnée).

d) Dose brute

C'est la dose que nous devons apporter aux cultures (la quantité suffisante d'eau), elle tient compte du rendement du système d'irrigation, et elle est déterminée par la formule suivante :

$$\text{Dose}_{\text{brute}} = \frac{\text{Dose}_{\text{pratique}}}{\eta} \text{ en (mm)} \quad (4.4)$$

η : Le rendement d'irrigation $\eta=0.80$ (donnée).

e) Fréquence d'arrosage

Elle est calculée comme suite :

$$I = \frac{\text{Dose}_{\text{nette}}}{B_i} \text{ en (j)}$$

f) Durée d'arrosage

La durée d'arrosage est calculée par la formule suivante :

$$t = \frac{(\text{Dose}_{\text{brute}} \times E_g \times E_r)}{Q} \text{ en (h)} \quad (4.6)$$

Avec,

E_g : Ecartement entre goutteurs (m)

E_r : Ecartement entre rampe (m)

Q : Débit nominal (l/h).

Dans notre cas on a un débit nominal de 4 l/h et un écartement entre goutteur de 0.5m et de 3m entre la rampe.

Par la suite, la durée d'irrigation journalière est de :

$$t_j = \frac{t}{I} \text{ en (h)} \quad (4.7)$$

g) Débit caractéristique

Il est donné par la formule suivante :

$$Q_c = \frac{B_j \times 10^4}{C_u \times \eta \times 3600 \times 24} \text{ en (l/s/ha)} \quad (4.8)$$

h) Débit d'installation

Le débit d'installation est calculé par la formule suivante :

$$Q = 10 \times \frac{N}{S} \times \frac{\text{Dose}_{\text{brute}}}{t} \text{ en (m}^3/\text{h)} \quad (4.9)$$

Avec ;

S : surface de la parcelle à calculer (m²).

N : nombre de poste de la parcelle.

Le nombre de poste est déterminé à partir de l'équation suivante:

$$N = 24 \times \frac{I}{t} \quad (4.10)$$

Les calculs des caractéristiques du réseau sont regroupés dans le tableau ci-dessus, ils vont nous permettre dans l'étape suivante d'étudier la partie hydraulique du réseau tel que le dimensionnement des canalisations et leurs caractéristiques hydrauliques.

☞ Calcul hydraulique

❖ Calcul de la rampe

Il s'agit de la détermination de caractéristiques telles que la longueur, le diamètre, le débit et le nombre de rampes. Ces calculs se feront comme suite.

a) La longueur de la rampe

Dans notre cas la longueur de la rampe est égale à 49 m (donnée)

b) Le nombre de rampe

$$N_r = \frac{S(p)}{A_1} \quad (4.11)$$

Avec ;

A_1 : Surface correspondante à une rampe (m^2)

$S_{(p)}$: Surface d'un poste. Elle est déterminée par la formule suivante :

$$S_{(p)} = \frac{S_{(t)}}{N_{(p)}} \quad (4.12)$$

Où ;

$S_{(t)}$: Surface totale (m^2)

$N_{(p)}$: Nombre de poste.

A_1 Est déterminé à partir de la formule suivante :

$$A_1 = L_r \times E_r \quad (4.13)$$

Avec :

L_r : Longueur de la rampe (m)

E_r : Espacement entre rampes (m)

c) Le débit

Il est déterminé par la formule suivante:

$$Q_r = Q \times N_g \text{ en } (m^3/s) \quad (4.14)$$

N_g : est déterminé à partir de la formule suivante

$$N_g = \frac{L_r}{E_g}$$

Avec ;

L_r : Longueur de la rampe

E_g : Ecartement des gouteurs

d) Le diamètre

Le diamètre est calculé par l'équation suivante :

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \times Q_r}{\pi \times V}} \quad (4.15)$$

e) La vitesse

La vitesse V est donnée par l'équation

$$V = \frac{4 \times Q_r}{\pi \times D_r^2} \quad (4.16)$$

❖ Calcul de la porte rampe

Le calcul se fera comme celui de la rampe.

a) Le nombre de porte rampe

N_{pr} = Nombre de poste

b) La longueur de porte rampe:

$$L_{pr} = L_r \times N_p$$

Avec ;

L_r : Longueur de la rampe

N_p : Nombre des postes

c) Le débit

Il est déterminé à partir de l'équation suivante :

$$Q_{pr} = Q_r \times N_r \quad (4.17)$$

Avec ;

Q_r : Débit de la rampe

N_p : Nombre des rampes

d) Le diamètre

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \times Q_r}{\pi \times V}} \text{ (mm)} \quad (4.18)$$

e) La vitesse

$$V = \frac{4 \times Q_r}{\pi \times D_{pr}^2} \text{ (m/s)} \quad (4.19)$$

❖ Calcul de la conduite principale**a) La longueur de la conduite**

$$L_{cp} = 559 \text{ m (donnée)}$$

b) Le débit

Il est calculé par l'équation suivante :

$$Q_{cp} = N_g \times Q_g \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Avec ;

(4.20)

$$N_g = \frac{S_{(t)}}{E_g \times E_r}$$

c) Le diamètre

$$D_{cp} = 0.30 \approx 300 \text{ mm}$$

4.3.2.2. Réseau d'aspersion

Dans ce cas notre système est à rampes mobiles manuellement déplacé, comprend un ouvrage de tête incluant seulement les vannes de réglage et les purgeurs d'air, et un réseau de distribution, avec une pression moyenne (2.5 bars) où les asperseurs sont les asperseurs sont disposés à un intervalle égaux (12 m). Le tableau ci-dessous représente les caractéristiques de la parcelle :

Tableau 11 : Caractéristique de la parcelle des carottes

Type de culture	Carotte
Surface (ha)	4
Écartement d'implantation des asperseurs (m)	12
Profondeur d'enracinement (m)	0.2
Type de sol	Sableux

a) Besoins en eau d'irrigation par aspersion

La quantité d'eau que l'installation d'irrigation doit être capable d'apporter est calculée pour le mois le plus sec de l'année (mois de pointe) selon les régions et on évalue ainsi le débit de pointe de l'installation.

Dans notre cas, le mois de pointe est le mois de juin. Les besoins journaliers en eau d'irrigation traditionnelle (B_j) de ce mois sont de 4.99 mm/j.

b) La pluviométrie d'aspenseur

La pluviométrie P est donnée par la formule suivante :

$$P = \frac{1000 \times Q}{I \times e} \quad (\text{en mm/h}) \quad (4.21)$$

Avec ;

Q : Le débit d'aspenseur $1.5 \text{ m}^3/\text{h}$ (donnée)

I : Espacement des asperseurs (12m)

e : Ecartement des asperseurs

c) Durée d'arrosage

Elle est calculée par la formule suivante :

$$D = \frac{D}{P} \quad (\text{en mm}) \quad (4.22)$$

Avec ;

Une dose de 20 mm (donnée)

P : pluviométrie d'aspenseur

d) Fréquence d'arrosage

Elle est calculée comme suite :

$$I = \frac{\text{Dose}_{\text{nette}}}{B_i} \text{ en (j)} \quad (4.23)$$

Par la suite, la durée d'irrigation journalière est de :

$$t_j = \frac{D}{I} \text{ en (h)} \quad (4.24)$$

e) Nombre d'asperseurs par latéral:

Est égale à 12 (donnée)

f) Nombre de conduites latérales:

Deux conduite latérale ($\frac{24}{12} = 2$)

g) Débit de la conduite latérale

Il est calculé par la formule suivante :

$$Q_c = Q_a \times N_a \quad (4.25)$$

Avec ;

Q_a : Débit d'asperseur

N_a : Nombre d'asperseurs par latéral.

h) Débit d'installation

Il est déterminé par la formule suivante :

$$Q = N_a \times Q_a \text{ (en m}^3/\text{h)} \quad (4.26)$$

Avec ;

N_a : Nombre d'asperseurs (24 asperseurs donnée)

Q_a : Débit d'asperseurs.

4.4. Résultats et discussion

4.4.1. Les résultats obtenus

Les résultats obtenus pour les cultures étudiées sont rassemblés dans les tableaux 12, 13, 14, 15 et 16 :

Réseau goutte à goutte

Tableau 12: calcul des besoins en eau d'irrigation (vigne de table).

Mois	Coeff K_c	ET_0 mm/jour	ET_m (mm/jour)	ET_m (mm/mois)
J	-	0.97	0.00	0.00
F	-	1.49	0.00	0.00
M	-	2.36	0.00	0.00
A	0.475	3.24	1.53	45.9
M	0.6	4.15	2.49	74.7
J	0.675	4.99	3.36	100.8
J	0.675	5.14	3.46	103.8
A	0.675	4.87	3.28	98.4
S	0.675	3.48	2.34	70.2
O	-	2.33	0.00	0.00
N	-	1.35	0.00	0.00
D	-	0.86	0.00	0.00

Tableau 13: Récapitulatif des calculs des caractéristiques de l'installation goutte à goutte

Culture	Vigne de table
Besoin en eau journalière (mm/j)	4.87
Besoin en eau d'irrigation (mm/j)	4.74
Dose nette d'arrosage (mm)	20
Dose pratique (mm)	22

Dose brute (mm)	27.5
Fréquence d'arrosage (jours)	7
Durée d'arrosage (heures)	10.31
Durée d'arrosage journalière (heures)	1.47
Débit caractéristique (l/s/ha)	0.48
Nombre de poste	16
Débit d'installation (m³/h)	42.67

Tableau 14: Les calculs hydraulique de l'installation.

Culture	Vigne de table
Rampes	
Nombre de rampe	42
Longueur de la rampe (m)	49
Débit de la rampe (m³/h)	0.392
Diamètre de la rampe (mm)	15
Vitesse d'eau dans la rampe (m/s)	0.61
Portes rampes	
Nombre de porte poste	16
Longueur de la porte rampe (m)	784
Débit de la porte rampe (m³/h)	16.46
Diamètre de la porte rampe (mm)	76
Vitesse d'eau dans la porte rampe (m/s)	1.01
Conduite principale	
La Longueur (m)	559
Nombre de goutteur	6666
Le Débit (m³/h)	26,66
Le Diamètre (mm)	300

🚧 Réseau d'aspersion

Tableau 15: calcul des besoins en eau d'irrigation (Carottes)

Mois	Coeff K_c	ET_0 mm/jour	ET_m (mm/jour)	ET_m (mm/mois)
J	0.7	0.97	0.679	20.37
F	0.7	1.49	1.04	31.29
M	1.05	2.36	2.47	74.34
A	1.05	3.24	3.40	102.06
M	0.95	4.15	3.94	118.27
J	0.95	4.99	4.74	142.21
J	-	5.14	-	-
A	-	4.87	-	-
S	-	3.48	-	-
O	-	2.33	-	-
N	-	1.35	-	-
D	-	0.86	-	-

Tableau 16 : les calculs hydraulique et caractéristique de réseau d'aspersion

Culture	Carotte
Besoin en eau journalier (mm/j)	4.99
Besoin en eau d'irrigation (mm/j)	4.74
Pluviométrie d'asperseur	10,42
Dose nette d'arrosage (mm)	20
Durée d'arrosage (heures)	2
Fréquence d'arrosage (jours)	4
Durée d'arrosage journalière (heures)	1
Nombre de conduite latéral	2

Nombre d'asperseur par latéral	12
Débit de la conduite latéral (m³/h)	18
Débit d'installation (m³/h)	36

4.4.2. Comparaison entre les deux techniques étudiées (goutte à goutte et aspersion)

D'après l'étude réalisée sur les deux exploitations agricoles et les résultats obtenus, on peut constater que :

Les carottes nécessitent un apport d'eau bien contrôlé soit 142.21mm/mois. L'eau doit être apportée en petite quantité mais régulièrement jusqu'au stade crayon afin de permettre à la racine de plonger, puis on maintient une irrigation régulière jusqu'à la récolte. Donc le système d'aspersion est convenable pour l'irrigation des carottes dans un climat semi-aride tel est le cas de la willaya d'Ain Témouchent,

Par ailleurs, la vigne de table a un besoin en eau d'environ 98.4mm/mois avec une quantité uniformément distribuée ; Donc le système idéal pour l'irriguer est la goutte à goutte qui assure une disponibilité en eau constante durant tout le cycle du développement de la vigne. En outre, la distance entre les goutteurs (50cm) et le type de sol (sableux) favorisent une bonne absorption d'eau via les racines.

D'autre part l'irrigation localisée exige moins d'énergie que le système d'irrigation par aspersion. Ceci, en raison de leur consommation d'eau réduite et des faibles pressions de service. Elle réduit l'attaque de la culture par les champignons et autres agents pathogènes car elle n'humidifie qu'une partie de la zone potentielle d'enracinement de la culture. Par contre l'irrigation d'aspersion crée une atmosphère humide propice au développement des maladies cryptogamiques et des mauvaises herbes qui concurrencent le développement des cultures. Cela provoque des pertes de rendements et une diminution de la qualité des récoltes.

Le système goutte à goutte doivent être gérées avec précaution et surveillé afin de contrôler le problème liés au colmatage des ajutages, cela nécessite un cout très élevé par rapport à l'irrigation d'aspersion qui est plus économique avec un fonctionnement des installations simple, adapté à tous les types de sols, pénible seulement lors du déplacement des asperseurs avec leurs tuyaux flexibles.

4.5. Conclusion

Dans les conditions d'un climat semi-aride, l'efficacité de l'eau d'irrigation par aspersion, pour les cultures étudiées, est relativement faible en comparaison avec celle de l'irrigation localisée (goutte à goutte).

Pour choisir une méthode d'irrigation, on doit tout d'abord connaître les avantages et les inconvénients des différentes méthodes. Ce choix doit se faire en fonction du site étudié et des facteurs climatiques de la région. En outre, différents facteurs doivent être pris en compte tels que les effets sur les rendements, les économies d'eau, la main d'œuvre, l'énergie, l'aspect économique, la reproductibilité, les conditions climatiques et les caractéristiques du champ.

Conclusion Générale

CONCLUSION GENERALE

L'eau est un facteur limitant que ce soit par excès ou par manque. C'est un facteur de production qui permet d'économiser tout le reste (fertilisation, semences...). Des cultures correctement irriguées offrent de meilleurs rendements, à l'inverse si la plante ne reçoit pas assez d'eau le calibre et le rendement seront limités.

Notre présent travail porte sur une étude comparative entre le système d'irrigation localisée (goutte à goutte) de l'exploitation agricole de la vigne de table, et le système d'irrigation d'aspersion de l'exploitation agricole des carottes, situées dans la wilaya d'Ain Témouchent. Dans les conditions d'un climat semi-aride (wilaya d'Ain Témouchent), qui se caractérise par des fluctuations spatio-temporelles des quantités de pluies reçues, il est nécessaire d'apporter Apporter artificiellement de l'eau aux cultures pour en augmenter la production et permettre leur développement normal. Or, pour estimer les volumes d'eau à apporter, quelques calculs sont indispensables en fonction de la nature du sol et des besoins des cultures.

Les besoins en eau des cultures étudiées ont été obtenus à l'aide du logiciel CROPWAT, en nous basant sur des critères agro-climatiques donnés par l'ITMA durant la période (2011-2015).

Les résultats révèlent que la vigne de table a un besoin en eau avec une uniformité de distribution ce qui est adaptable à l'irrigation par goutte à goutte. Les carottes nécessitent une quantité d'eau importante pouvant être comblée par l'irrigation par aspersion.

Par ailleurs, le dimensionnement est fait, d'une part pour une installation de goutte à goutte d'un verger de 10 hectares incluant 6666 goutteurs, 16 portes rampes, une conduite principale de 559 m de longueur et de diamètre de 300 mm qui assure l'écoulement d'un débit de 26.67 m³/h et d'autre part, pour une installation d'aspersion mobile sur une surface de 4 hectares donne 2 conduites latérale portant 12 asperseurs chaque asperseur possède un débit de 1.5 m³/h, avec une pluviométrie de 10.42 mm/h. qui assure un débit de 36 m³/h.

Le développement des techniques d'irrigation modernes doit avoir pour objectif d'utiliser au mieux l'eau, en même temps que les terres, les ressources humaines et les autres intrants essentiels (énergie, machines, engrais et lutte phytosanitaire) de façon à renforcer durablement la production agricole. La sélection d'une technologie d'irrigation appropriée à une combinaison de conditions physiques et socioéconomiques, quelle qu'elle soit, dépend de facteurs complexes et parfois opposés. Là où le manque d'eau est aigu, l'impératif dominant est à l'évidence d'augmenter l'efficacité de l'utilisation de l'eau. Là où les capitaux sont

insuffisants, la principale exigence pourrait être de trouver une méthode d'irrigation nécessitant un minimum d'apports en capital ou d'équipements coûteux. Dans d'autres cas, le facteur déterminant peut être la consommation d'énergie, la disponibilité de main-d'œuvre ou les coûts d'entretien.

Références bibliographique

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A.N.D.I., 2013. *Wilaya d'Ain Temouchent, Invest in Algeria*.

ARTAS., 2004. *L'irrigation. Deuxième partie (l'aspersion et le goutte à goutte : avantages et inconvénients des systèmes, automates, conditions d'installation)*. Guide technique de la canne n°06, Novembre 2004, 8p.

Anahr A., 2007. *Détermination du besoin en eau des cultures à l'aide de logiciel cropwat 4.3 dans la wilaya de Tipaza*. Ecole nationale supérieure agronomique EL- Harrach - ingénieur hydraulique.

Babahammou A., 2013. *Irrigation localisée, méthode de calcul du dimensionnement d'une planche cultivée en palmier dattier et cultures sous-jacentes*. Mémoire de Master, Université d'Ouargla, pp 5.

Bauchamp J., 2006. *L'eau et le sol*. Mémoire d'ingénieur, Université de picardie jules verne France, 88P.

Booker L., 2012. *Valeurs des terres et des eaux*. FAO, Rome.

Bouzar W., 2012. *Dimensionnement d'un réseau d'irrigation goutte à goutte*. Université du Blida , 93P.

Brunelle A., Savoie F., 2000. *Problème de drainage, diagnostic et correction*. Guide des pratiques de conservation en grande culture, CPVQ, 2000.

Burgos J., 2011. *Irrigation localisée (goutte à goutte) pour la vigne de table*. PDF (<http://viticulturevignoble.fr>), consulter le 03 /03/2016.

Bussier M., 1996. *L'érosion des sols cultivés en France*. Mém DESSS, Université de picardie jules verne France, 136P

Calvet R., 2003. *Le sol propriétés et fonction*. Tome I. Ed. Dunod.

Carlier M., 1972. *Hydraulique générale et appliqué*, Ed. Eyrolles. Paris.

Chabaca M N., 2004. L'irrigation gravitaire par micro-raie en Algérie. Semis sur la modernisation de l'agriculture irriguée

Chaux C., 1972. *Production légumières*. Ed 1972, 172p .

Chemouri K., 2013. Contribution a l'évaluation du risque sismique de la wilaya d'Ain Témouchent. Mémoire de Master. Université de Tlemcen, pp 7-9.

Cosandey C., Robinson M., 2000. *Hydrologie continentale*, Paris, pp104-107.

Decroix M., 1999. *La micro irrigation* dans le monde. CEMAGREP, pp208.

Dine El hennani H., 2004. *Choix et utilisation des équipements de micro irrigation*. Guide technique.

DSA-Ain-Temouchent ., consulter le 25/04/2016.

Durand JH., 1958. *Les sols irrigables*. Etude pédologique. Alger, pp190.

Duthil J., 1971. *Elément d'écologie et d'agronomie*. Ed Doin.

FAO.1, 2014. *L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde*, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, 68p.

FAO.2, 2012. Gestion des eaux en irrigation. Manuel de formation n°5. Méthode d'irrigation Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, 102p.

Foury C., 2011. *Production des carottes*. Ed 2010, 98p.

Habila M., 2000. *Le milieu physique et les contraintes au développement agricole en Algérie*. ENSID 2000.

Hacini A., 2007. *Evolution d'irrigation localisée sous palmier dattier dans la région de Hassi Ben Abdellah (Ouargla)*. Mémoire d'Ingénieur, Université d'Ouargla.

<http://fr.wikipedia.org>., Consulter le 12 /03/2016.

<http://www.gmd.sn>., Consulter le 28/02/2016.

<http://www.meillandrichardier.com>, Consulter le 01/03/2016

<https://www.bae.ncsu.edu>, Consulter le 28/02/2016

<https://www.agriculturemoderne.com>, Consulter le 28/02/2016

<http://www.vitaminedz.org>, Consulter le 28/02/2016.

Imache A., 2004. *Caractérisation socio-économique de la gestion de l'eau agricole dans le périmètre irrigué de la Mitidja ouest (Algérie)*. Mémoire DEA, Ensam, Montpellier, 61p.

Imache A., Chabaca M., Djebbara M., Merabet B., Hartani T., Bouarfa S., Palagos B., Kuper M., Le Goulven P, Le Grusse P, 2006. *Demandes en eau des exploitations agricoles du périmètre irrigué de la Mitidja ouest (Algérie). Economies d'eau en Systemes Irriguées au Maghreb*. Deuxieme atelier régional du projet Sirma, Marrakech, Morocco.

Irrigation localisée., 2006. *Guide technique sur l'irrigation et le choix des équipements de micro irrigation*, PDF (<http://www.groupe-chiali.com>), consulter le 11 /04/2016.

I.T.M.A., 2016. *Institut de technologie moyen agricole, Wilaya d'Ain Témouchent*.

Kammoun M., 2009. *Etude du projet d'irrigation localisée goutte à goutte*. Institut agronomique et vétérinaire, Maroc, 29p.

Kessira M., 2003, *Conception d'un projet d'irrigation*, Guide pratique pour l'investissement en irrigation. Ed, 2000.

Kessrira M., 2003. *Le bassin pour l'irrigation*. Ed, 2000.

Kessrira M., 2003. *Comment choisir votre équipement d'irrigation*. INSID, 2003.

Kradia L., 2006. *Techniques d'économie de l'eau et d'optimisation de son utilisation*. INSID, Relizane.

Meda N., 2011. *Etude comparative des systèmes d'irrigation goutte à goutte et d'aspersion sur la moreinga oleifera dans la commune de dano*. Institut du développement rural. Burkina Faso, 17p.

Negri C., 2007. *Méthode de contrôle de la qualité de l'irrigation*. Université d'Abomey-Calavi.

Oumid M., 2003. *Evaluation des systèmes d'irrigation dans les pays arabe*. Mémoire de magister. Université de Constantine, 98p.

Zareb D., 2002. *Irrigation localisée*. Mémoire d'ingénieur agronome, options hydraulique agricole, université d'Alger, 10p.

Zareb D., 2002. *Equipement des parcelles agrumicoles en irrigation localisée dans l'EAC n°3 Mtidja Est*. INSID 2002.

Annexes

Annexes

Tableau 1: Mesures à effectuer pour évaluer la qualité de l'eau d'irrigation.

Paramètres de l'eau	Symbole	Unité	Teneur habituelle 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
Cations et Anions				
Calcium	Ca ⁺⁺	me/l	0 - 20	me/l
Magnésium	Mg ⁺⁺	me/l	0 - 5	me/l
Sodium	Na ⁺	me/l	0 - 40	me/l
Carbonate	CO ⁻	me/l	0 - 0.1	me/l
Bicarbonate	HCO ₃ ⁻	me/l	0 - 10	me/l
Chlorure	Cl ⁻	me/l	0 - 30	me/l
Sulfate	SO ₄ ⁻	me/l	0 - 20	me/l
Éléments 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 2: Directives pour l'interprétation de la qualité d'une eau d'irrigation

Nature du problème	Unité	Restriction pour l'irrigation		
		Aucune	Légère à modérée	Forte
Salinité (influe sur l'eau disponible pour la plante)				
Conductivité électrique EC _w (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 EC _w et SAR)				
SAR = 0 - 3 et EC _w =		>0.7	0.7 - 0.2	<0.2
SAR = 3 - 6 et EC _w =		>1.2	1.2 - 0.3	<0.3
SAR = 6 - 12 et EC _w =		>1.9	1.9 - 0.5	<0.5
SAR = 12 - 20 et EC _w =		>2.9	2.9 - 1.3	<1.3
SAR = 20 - 40 et EC _w =		>5.0	5.0 - 2.9	<2.9
Toxicité de certains ions (affecte les cultures sensibles)				
Sodium (Na) ⁴				
Irrigation de surface	SAR	<3	3 - 9	>9
<i>Irrigation par aspersion</i>	me/l	<3	>3	
Chlore (Cl) ⁴				
Irrigation de surface	me/l	<4	4 - 10	>10
<i>Irrigation par aspersion</i>	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)	me/l	<1.5	1.5 - 8.5	>8.5
pH		Zone normale 6.5 - 8.4		

Tableau 3:Caractéristiques physiques des sols (selon Israesen-Hansen, 1962)

Texture du sol	Perméabilité	Porosité	Masse volumique	Capacité de rétention	Point de flétrissement	Réserve utile
	cm.h-1	%	Kg.dm-3	% vol.	% vol.	mm.m3 Profondeur
Sablonneux	5	38	1.65	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

Tableau 4 : Profondeur d'enracinement

Cultures	Profondeurs (cm)	Cultures	Profondeurs (cm)	Cultures	Profondeurs (cm)
Agrumes	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	Maïs	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 – 200	Pâturages (graminées)	45	Pâturages (avec trèfle)	60