

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE  
-ARBAOUI ABDELLAH-

DEPARTEMENT DES SPECIALITES

# MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME  
D'INGENIEUR D'ETAT EN HYDRAULIQUE

**Spécialité** : Conception des Systèmes d'Irrigation et Drainage

## THEME :

Dimensionnement d'un réseau d'irrigation  
localisée alimenté à partir des forages au lieu  
dit : Atef lbgar Commune du Deldoul W.Djelfa

**Présenté par :**  
**M<sup>r</sup>. BENMAATAR HOCINE**

**Promoteur :**  
**M<sup>r</sup> D.KOLAI**

**Devant le Jury composé de :**  
**Président : M<sup>me</sup> L.S BAHBOUH**  
**Examineurs : M<sup>r</sup> D. KOLAI**  
**: M<sup>r</sup> Y. DERNOUNI**  
**Invites : M<sup>r</sup> R. DAHMANI**  
**: M<sup>elle</sup> F.Z. DRIF**

Septembre 2007

# Remerciements

## Remerciements

Au terme de ce modeste travail. Il m'est agréable d'exprimer mes sincères remerciements et ma profonde gratitude à Mr D. KOLAI de m'avoir encadré. Je lui exprime ma reconnaissance pour ses précieux conseils qui m'ont guidé dans la réalisation de ce mémoire de fin d'étude.

Aussi je tiens à remercier le bureau d'étude de Mr : BENLAHRACH Abdelhamid pour avoir mis à ma disposition sa précieuse documentation.

J'adresse également mes sincères remerciements à :  
Tous les enseignants de l' ENSH.

Aux membres de jury qui me font l'honneur d'apprécier et de juger ce travail.

BEN MAATAR HOCINE.

# Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A tous ceux qui me sont chers.  
A une hydraulique prospère.

النقص الكبير في الموارد المائية أدى إلى توسيع تقنية الري بالتقطير في الجزائر كوسيلة للاستعمال العقلاني للماء، وفي هذا الصدد تقدم هاته الأطروحة التي نقوم من خلالها بدراسة شاملة للمنطقة التي أنجز فيها هذا المشروع، من حيث الشروط المناخية والتربة.....الخ.

### **RESUME**

Le grand manque des ressources hydriques a amené au développement de la technique d'irrigation au goutte à goutte en Algérie, comme moyen d'utilisation rationnelle et économique de l'eau.

La politique agricole actuelle a permis aux agriculteurs de convertir ou d'installer le système d'irrigation au goutte à goutte. Cependant on notera quand pratique il existe une certaine anarchie, surtout pour les études et la mise en place des réseaux d'irrigation localisée.

### **SUMMARY**

The large lack in hydro resources lead to development of irrigation located technical in Algeria, like a way of rational and economical use of water; in this objective appear this memory of end of study according to, we have a general study of the area where our project is realizing, is concerned climate conditions and the ground...etc.

# Sommaire

<b><u>Titre</u></b> .....	<b><u>Page</u></b>
Introduction générale	
<b>Chapitre I : <u>Analyse des conditions naturelles</u></b>	
I-1. Situation géographique :.....	1
I-2. Les caractéristiques climatologiques :.....	2
I-3 Indices climatiques : .....	8
<b>Chapitre II: <u>analyse des conditions agricoles</u></b>	
II -1 Introduction :.....	11
II -2 Géologie:.....	11
II -3 Etude lithostratigraphique:.....	11
II -4 Analyse structurale:.....	13
II -5 Conclusion:.....	13
II -6 Hydrogéologie :.....	14
II -7 Pédologie:.....	14
II-8- Caractéristiques physiques du sol: .....	15
II-9- La perméabilité :.....	16
II-10 Ressource En Eau :.....	16
II.11.Problème de salinité et toxicité :.....	17
II.12. Hydrologie: .....	18
<i>II.13.La qualité des eaux :.....</i>	<i>22</i>
II.14.Resoudre les problèmes de salinite et de toxicité :.....	26
II.15.Description du profile : .....	26

### **Chapitre III : Régime D'Irrigation**

III-1 Besoin en eau du périmètre : .....	28
III -2 L'évapotranspiration : .....	29
III -3 Méthodes d'évaluation d'évapotranspiration de référence :(ET0 ou ETP).....	32
III -4 Traitement des données pluviométriques : .....	32
III -5 Calcul de la pluie efficace : .....	33
III.6.1 Estimation des doses et fréquences d'irrigation au niveau de la parcelle.	37
III.7. Projection du réseau d'irrigation localisée : .....	37

### **Chapitre IV : Système et Technique d'Arrosage**

IV. Irrigation localisée (Yves Pénadille).....	43
IV.1. Définitions : .....	43
IV.2. Développement : .....	43
IV.3. Avantages et inconvénients : .....	46
IV.4. Les composants d'une installation d'irrigation localisée : .....	49
IV.5. La ressource en eau : .....	49
IV.6. La station de tête : .....	51
IV.7. La filtration de l'eau : .....	53
IV.8. Les causes d'obstruction : .....	54
IV.9. Les différents types de filtres : .....	55
IV.10. La chimigation : .....	59
IV.11. L'automatisation : .....	65
IV.12. Les distributeurs : .....	67
IV.13. Les canalisations : .....	79
IV.14. Entretien du réseau : .....	80
IV.15. Contrôle des installations : .....	82

### **Chapitre V : Etude Topographique et Hydraulique**

V.1. Etude topographique : .....	84
----------------------------------	----

V.2. Etude hydraulique :.....	84
V.2.1. Dimensionnement du réseau d'irrigation :.....	85
V.2.1.1 Pour le Pêcher :.....	85
V.2.1.2.Pour l'abricotier :.....	89
V.2.1.3.Pour l'olivier :.....	92

**Chapitre VI : Estimation du Projet et Exécution des Travaux**

Généralité :.....	99
VI.1. Devis de réseau d'irrigation localisée.....	99
VI-2-Dépenses des travaux.....	100
VI-2 programme d'exécution des travaux: .....	101
Conclusion .....	101
Conclusion générale.	

## LISTE DES TABLEAUX

<b><u>TITRE</u></b> .....	<b><u>page</u></b>
<b>Chapitre I : <u>Analyse des conditions naturelles</u></b>	
Tableau n°1: Les caractéristiques de la station de référence.....	1
Tableau n°2 : Moyennes mensuelles des précipitations en mm (Période <b>1984 – 1998</b> ).....	3
Tableau n°3 : Moyennes mensuelles des températures en (C°): Période ( <b>1994-2001</b> ).....	4
Tableau n°4 : Moyennes mensuelles de l'évaporation (Période : <b>1994 – 2001</b> ).....	5
Tableau n°5 : Vitesses moyennes mensuelles des vents (Période : <b>1994 – 2001</b> ).....	6
Tableau N° 06: Humidité relative pour chaque mois.....	6
Tableau N° 07: nombre moyen de jours de gelée.....	7
Tableau N°08: Nombre moyen de jours de grêle par mois.....	7
Tableau N°09: Nombre moyen de jours orageux.....	7
Tableau N°10: Nombre moyen de jours de sirocco.....	8
Tableau N°11 : Insolation moyenne journalière (h/j) pour chaque mois.....	8
Tableau 12 : Les limites de climat d'après l'indice de Martonne .....	8
<b>Chapitre II: <u>analyse des conditions agricoles</u></b>	
Tableau II.1: Pédologie du sol .....	15
Tableau II.2 : Rapport de fin de sondage.....	17
Tableau II.3 : Ajustement à une loi de Gauss.....	20
Tableau II.5 : résultats des analyses.....	24
<b>Chapitre III : <u>Régime D'Irrigation</u></b>	
Tableau n° 3-1 : donne des périmètre.....	28
Tableau n° 3-2: <i>Evapotranspiration de référence de la zone de projet selon Pen-Mon</i> .....	32.
Tableau n°3 -3 : <i>précipitation mensuelles de l'année de projet</i> .....	33.
Tableau n°3-4 : <i>Précipitation efficaces dans la zone de projet</i> .....	34
Tableau 3-8 : Valeur de E pour diverses textures de sol .....	35
Tableau 3-9 : Résultat des calculs.....	36
<b>Chapitre V : <u>Etude Topographique et Hydraulique</u></b>	
Tableau 1 : données générales pour Pêcher.....	85
Tableau 2 : calculs des paramètres pour le pêcher.....	87
Tableau 3 : calcul de $D_{cal}$ de la rampe pour le pêcher.....	89



<b>Tableau 4 :</b> calcul de $D_{cal}$ de la porte rampe pour le pêcher.....	89
<b>Tableau 5:</b> données générales pour l'abricotier.....	90
<b>Tableau 6 :</b> les paramètres calculés pour l'abricotier.....	90
<b>Tableau 7 :</b> calcul de $D_{cal}$ de la rampe pour l'abricotier.....	91
<b>Tableau 8 :</b> calcul de $D_{cal}$ de la porte rampe pour l'abricotier.....	91
<b>Tableau 9 :</b> données générales pour l'olivier.....	92
<b>Tableau 10:</b> les paramètres calculés pour l'olivier.....	93
<b>Tableau 11 :</b> calcul de $D_{cal}$ de la rampe pour l'olivier.....	93.
<b>Tableau 12 :</b> calcul de $D_{cal}$ de la porte rampe pour l'olivier.....	93
<b>Tableau 13 :</b> résultats du calcul de débit total.....	94
<b>Tableau 14:</b> Le résultat de calcul est représenté sur le tableau suivant :.....	98

## **Chapitre VI : Estimation du Projet et Exécution des Travaux**

<b>Tableau -1 :</b> Factures pré forma des pièces du réseau d'irrigation localisée .....	99
--	----

## LISTE DES FIGURES

	Page
Figure (I.1) .....	01
Figure (I.2) .....	02
Figure (I.3) .....	03
Figure (I.4) .....	04
Figure (I.5) .....	05
Figure (I.6) .....	06
Figure (I.7) .....	10
Figure (II.1) .....	21
Figure (II.2) .....	25
Figure (IV.1) .....	50
Figure (IV.2) .....	52
Figure (IV.3) et (IV.4) .....	57
Figure (IV.5) .....	59
Figure (IV.6) .....	62
Figure (IV.7) et (IV.8) .....	64
Figure (IV.9) .....	68
Figure (IV.10) et (IV.11) .....	69
Figure (IV.12) et (IV.13) .....	71
Figure (IV.14) et (IV.15) .....	72
Figure (IV.16) et (IV.17) .....	73
Figure (IV.18) et (IV.19) .....	77
Figure (IV.20) .....	79
Figure (IV.21) .....	82

**INTRODUCTION GENERALE**

L'eau est un élément fondamental pour l'augmentation de la production agricole, qu'elle soit récupérée par gravitation ou par pompage. Cette eau d'irrigation doit être amenée aux différentes parcelles du périmètre irrigué.

L'Algérie connaît depuis certaines décennies de longue période de sécheresse caractérisée par une pluviométrie insuffisante.

De ce fait les volumes d'eau mobilisables sont de plus en plus irréguliers et la cote par décernée à l'agriculture se voit réduite au fur à mesure au profit de l'AEP. Le niveau des nappes se trouve également affecté par les cycles de sécheresse, ce qui se répercute directement sur les systèmes de pompage, notamment sur les niveaux d'aspersion. Cette situation a pour conséquence de renchérir les coûts d'exploitation. Il est donc nécessaire de rechercher ou d'adopter d'autres systèmes d'irrigation, plus performants et plus rentables. Cette démarche s'inscrit dans la logique de la politique des pouvoirs publics en matière d'hydraulique agricole puisque tous les projets structurent autour de l'irrigation localisée bénéficient de soutien financiers.

Notre étude ayant pour but le dimensionnement d'un réseau d'irrigation du périmètre agricole de **Atef El Begar** commune de Deldoul daïra de Messaad wilaya de Djelfa. Ce périmètre s'inscrit dans le cadre des concessions agricoles et couvre une superficie de **210 ha**, irriguée par six forages présentant des débits moyens de 17 l/s pour chaque forage.

Le présent travail a été réalisé en deux grandes étapes:

- **Etude topographique:** l'ensemble des parcelles, forages et bassins ont fait l'objet d'une étude planimétrique et altimétrique détaillée.
- **Dimensionnement du réseau d'irrigation**

Certains critères ont été pris en considération pour réaliser ce travail

- Notre eau est puisée à travers 06 forages d'eaux avec un matériel d'exhaure puissant.
- Le réseau d'adduction est dimensionné selon le mois le plus critique qui est le mois de juin.
- Notre réseau d'adduction est conçu pour amener l'eau gravitairement vers les parcelles concernées, à défaut une proposition d'un supprimeur est nécessaire afin d'assurer la pression de service adéquate.

# Chapitre I:

Analyse des conditions naturelles

**I-1. Situation géographique :**

Le périmètre irrigable de **Atef El Begar** est situé dans la partie méridionale de l'Atlas saharien à une soixantaine de kilomètres au Sud-Est de la ville de Djelfa. Plus précisément dans le groupe communal N°06 du douar Ouled Toaba de la région de Deldoul, Il est limité

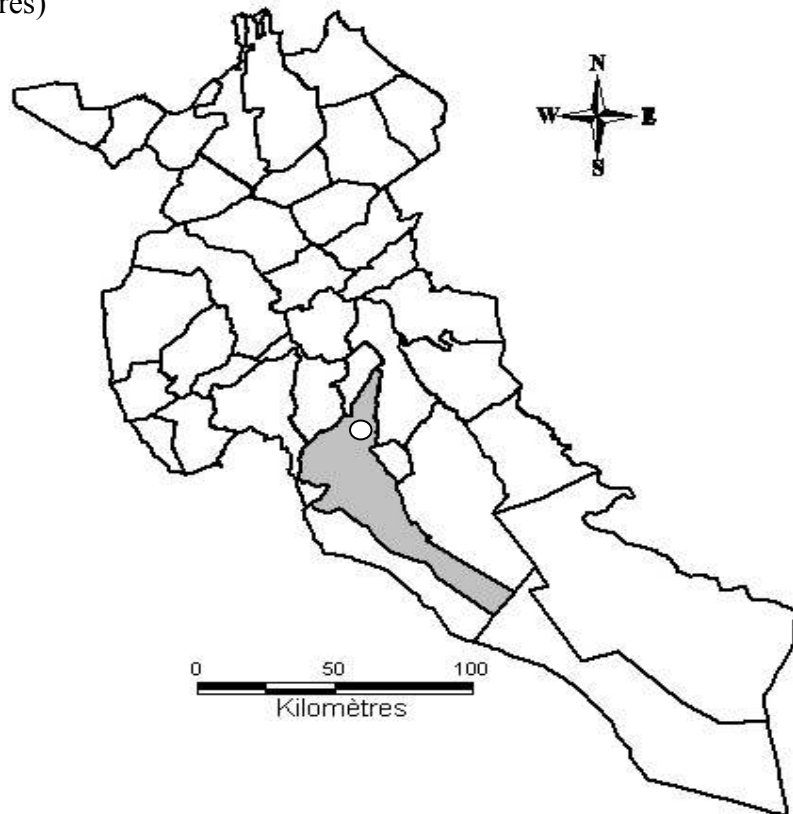
- Au Nord-Ouest par le Djebel Tafara, le Djebel Zerga et le Djebel Mergueb.
- Au Sud-Est par le Djebel Sebaa El Hadid, le Djebel Bou Kahil et la localité de Selmana.
- Au Nord-Est et au Sud-Ouest respectivement par la latitude nord  $34^{\circ} 38'$  et  $34^{\circ} 08'$ .

En absence d'une station météorologique au niveau de la région de Deldoul, nous avons fait comme référence celle de Laghouat qui présente des conditions climatiques similaires.

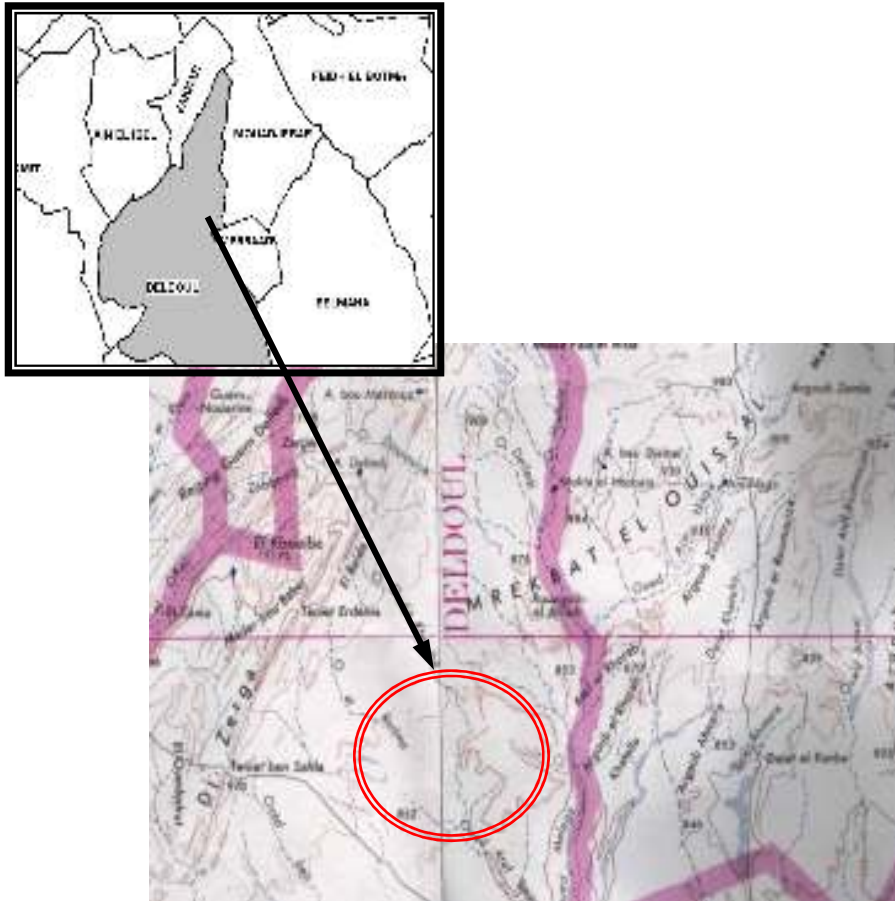
**Tableau n° 1: Les caractéristiques de la station de référence.**

<i>Station</i>	<i>Longitude</i>	<i>Latitude</i>	<i>Altitude</i>
<b>Laghouat</b>	2°56 E	33°46	762

(Voir les cartes ci-après)



**Fig. 1: Situation géographique du périmètre Atef El Begar**



**Fig. 2: Localisation du périmètre Atef El Begar**

## **I-2. Les caractéristiques climatiques :**

Le climat constitue la phase la plus importante de manière étroite non seulement la vie animale et des végétaux, mais aussi l'économie générale des zones habituelles, il se définit comme étant l'ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l'état de l'atmosphère et de son évolution en un lieu donné. Notre zone d'étude est située dans une région steppique, caractérisée par un climat semi-aride à aride avec une saison estivale sèche et chaude alternant avec un hiver pluvial et froid.

Les différents composants du climat sont les précipitations, la température, le vent, l'évaporation etc....

### **I-2.1.pluviométrie :**

La pluviométrie de la région est caractérisée par sa faiblesse (moins de 200 mm/an), son irrégularité et sa torrencialité suivant les mois et les années.

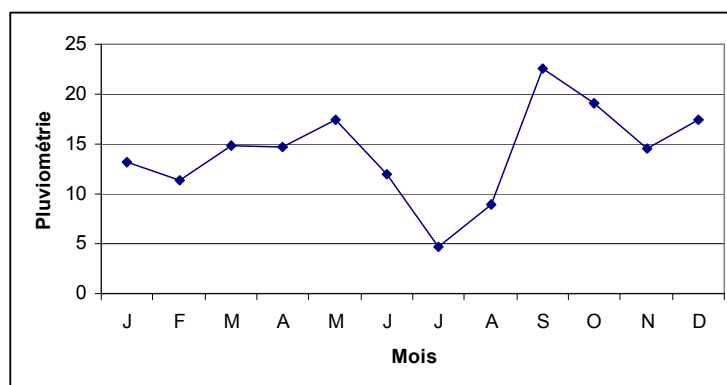
Pluviométrie moyenne mensuelle sur une période d'observation de 16 ans (1984 – 1998)

**Tableau n° 2 :** Moyennes mensuelles des précipitations en mm (Période 1984 – 1998)

<i>Mois</i>	<i>J</i>	<i>F</i>	<i>M</i>	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>J</i>	<i>A</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>D</i>	<i>Total</i>
P(mm)	13,2	11,3	14,8	14,7	17,5	11,9	4,7	8,9	22,6	19,11	14,6	17,4	170,7

Source : ONM

Le graphe ci-dessous indique que le régime des précipitations est irrégulier. La hauteur maximale des précipitations est enregistrée au mois de septembre avec **22,60** mm, tandis que la hauteur minimale est atteinte au mois de juillet **4,70** mm avec un cumul annuel de **170,70** mm.



**Fig. 3: Variation pluviométrique de la région d'étude**

**I-2.2. Température :**

Le tableau ci-dessous représente les températures mensuelles de la région d'étude.

**Tableau n° 3 :** Moyennes mensuelles des températures en (C°): Période (1994-2001)

<i>Mois</i>	<i>J</i>	<i>F</i>	<i>M</i>	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>J</i>	<i>A</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>D</i>	<i>M.A</i>
T.moy	7.40	9.35	12.4	16.1	19.7	25.4	28.6	27.8	23.4	17.8	11.4	8.05	17.25
T.max	12,5	15,1	18,4	22,8	26,2	31,8	36,0	35,2	30,0	24,0	16,9	13,0	23,50
T.min	2,3	3,6	6,5	9,4	13,2	18,1	21,2	20,4	16,8	11,6	5,9	5,1	11,0

Source : ONM

**T.moy :** Moyenne mensuelle des températures.

**T.max :** Moyenne mensuelle des températures maximales.

**T.min :** Moyenne mensuelle des températures minimales. **M.A :** Moyenne annuelle.

Le graphe ci-après montre que les plus hautes températures sont enregistrées entre le mois de juin et septembre avec un maximum atteint au mois de juillet (**28,60°C**).

Les températures maximales et minimales, sont enregistrées respectivement en Août (42.90 C°) et en janvier (- 3.6 C°).

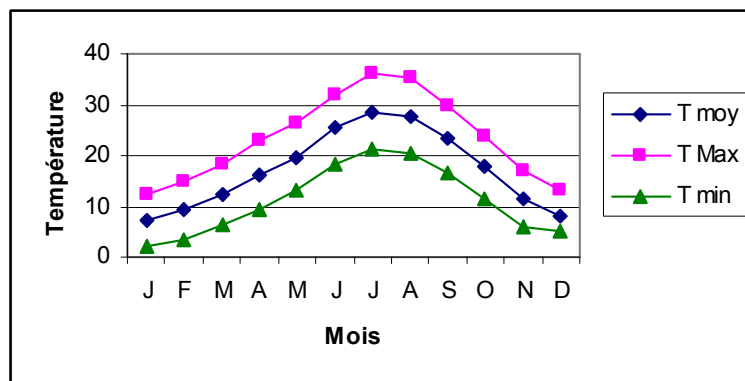


Fig. 4: Température de l'air de la région d'étude

I-2.3. Evaporation :

L'évaporation se traduit par la transformation de l'eau liquide en vapeur d'eau, elle dépend généralement de la température ambiante et des mouvements de l'air. L'évaporation est mesurée par un bac cylindrique (bac classe A).

Tableau n° 4 : Moyennes mensuelles de l'évaporation (Période : 1994 – 2001)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	M.A
Evap (mm)	96,5	120,3	147,5	191,83	225,3	319,17	267,7	333,7	224,2	138,5	112	87	2264

Source : ONM

Le graphe ci-après indique que l'évaporation est importante en été. Elle atteint son maximum au mois de juillet avec une valeur de 333,70 mm et un minimum au mois de Décembre avec une valeur de 87 mm. La moyenne annuelle de l'évaporation est de 2264 mm.

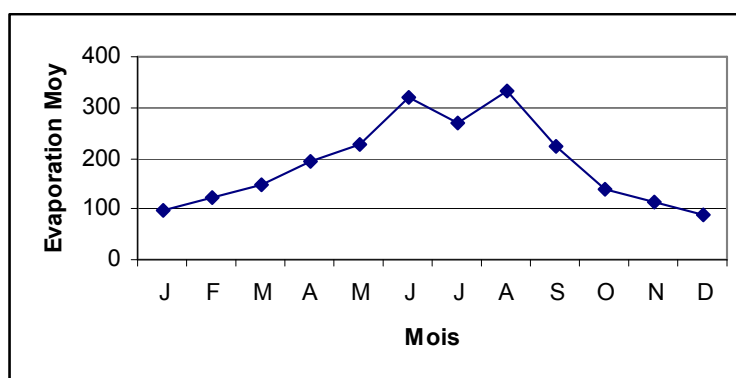


Fig. 5: Phénomène d'évapotranspiration



**I-2.4. Vent :**

Les vents de la région de Atef El Begar est de direction dominante Nord-Ouest avec une vitesse moyenne annuelle de 3m/s.

**Tableau n° 5 :** Vitesses moyennes mensuelles des vents (Période : 1994 – 2001)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	M.A
Vmoy (m/s)	3,1	3,17	3,12	3,67	3,02	3,32	2,43	2,68	3,12	2,35	2,48	2,58	3

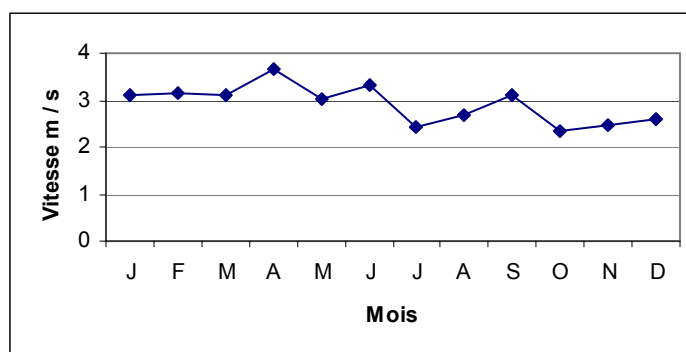
Source : ONM

Vmoy : moyenne des vitesses mensuelles

M.A. : Moyenne annuelle

Vent dominant : Nord sud

Vitesse moyenne annuelle des vents : 3m/s



**Fig. 6: Vitesse moyenne des vents**

**I-2.5. L'Humidité relative :**

Ce paramètre climatique est de première grandeur vu que la température et l'humidité relative déterminent les conditions générales de développement de végétation

**Tableau N° 06:** Humidité relative pour chaque mois.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
H (%)	77.2	67.5	63.3	58.5	53.4	43.7	58.1	41.1	51.9	61.9	72.4	76.7

Source : ONM

**I-2.6. La gelée blanche :**

Le nombre de jours de gelée blanche est de 65 et se repartie sur 08 mois d'octobre jusqu'à mai.

Tableau N° 07: nombre moyen de jours de gelée

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Gelée blanche (jours/mois)	17	12	09	04	01	-	-	-	-	02	05	15	65

Source : ONM

**I-2.7. La grêle :**

Le nombre du jours de grêle est de 6.6 jours par an et se repartie comme l'indique le tableau au dessus. La fréquence la plus élevés est relevé en décembre; février et mars.

Tableau N°08: nombre moyen de jours de grêle par mois.

Source : ONM

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
La grêle (jours/mois)	0.7	1.1	1.7	0.5	0.4	0.2	-	0.1	0.4	0.3	0.2	1.4	6.6

**I-2.8. L'orage :**

Tableau N°09: Nombre moyen de jours orageux

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Orage (jours/mois)	1,7	1,4	2,1	2,6	5,0	4,9	2,7	3,2	5,0	2,7	1,3	1,6	34,2

Source : ONM

**I-2.9. Le sirocco :**

Le vent de sud (sirocco) est toujours sec et chaud .il souffle en été de mai à septembre.

Tableau N°10: Nombre moyen de jours de sirocco.

Source : ONM

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Sirocco (jours/mois)	0.1	0.0	0.5	1	1.4	1.7	5.8	2	0.5	0.3	0	0	13.3

**I-2.10. L'insolation :**

**Tableau N°11 :** Insolation moyenne journalière (h/j) pour chaque mois

<i>Mois</i>	<i>J</i>	<i>F</i>	<i>M</i>	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>J</i>	<i>A</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>D</i>
Insolation (h/j)	8.3	8.0	8.4	9.2	9.3	10.6	11.5	10.6	9.2	8.8	7.7	7.7

Source : ONM

**I-3 Indices climatiques :**

**I-3-1- Indice d'aridité de Martonne :**

C'est le degré de sécheresse du climat de la région.

Il est calculé par la formule suivante :

$$I_A = \frac{P}{T + 10}$$

Avec :  $I_A$  : Indice climatique de Martonne.

P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

T : Température moyenne annuelle (°C).

Donc :

$$I_A = \frac{170 . 7}{17 . 25 + 10} = 6.264 \qquad I_A = 6.264.$$

**Tableau 12 : Les limites de climat d'après l'indice de Martonne**

<i>Valeurs de <math>I_A</math></i>	<i>Type de climat</i>	<i>Irrigation</i>
$I_A \leq 5$	Désertique	Indispensable
$5 < I_A \leq 10$	Très sec	Indispensable
$10 < I_A \leq 20$	Sec	Souvent indispensable
$20 < I_A \leq 30$	Relativement humide	Parfois utile
$I_A > 30$	Humide	Inutile

$I_A = 6.264$  mm donc  $5 < I_A \leq 10$  ce qui correspond d'après les valeurs du tableau au climat « Très sec » d'où l'irrigation est indispensable.

**I-3-2 Quotient pluviométrique d'Emberger :**

Le quotient pluviométrique d'EMBERGER exprime la sécheresse globale d'un climat en faisant la comparaison entre la consommation en eau et l'apport par le rapport  $\frac{P}{E}$ .

Il permet de déterminer l'étage bioclimatique et la valeur du coefficient pluviométrique en utilisant la formule et le diagramme bioclimatique d'Emberger.

$$Q = \frac{1000}{\frac{(M + m)(M - m)}{2}} = \frac{2000 \cdot P}{M^2 - m^2}$$

Avec :

Q : coefficient pluviométrique d'Emberger.

P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

M : Température moyenne maximale du mois le plus chaud en Kelvin.

m : Température moyenne minimale du mois le plus froid en Kelvin.

$$M = 273 + 36 = 309 \text{ K}$$

$$m = 273 + 2.3 = 275.3 \text{ K}$$

$$\text{D'où : } Q = 2000 \frac{170.7}{(309)^2 - (275.3)^2} = 17.34$$

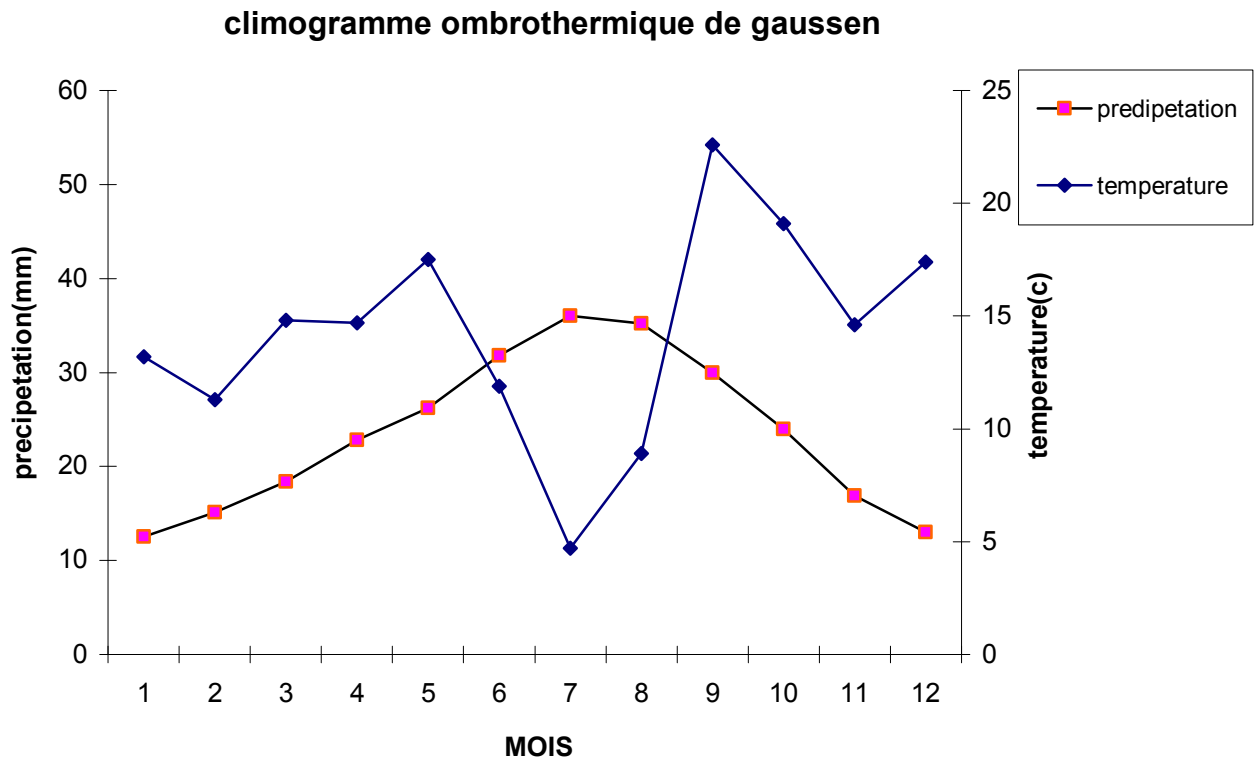
D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger (annexe 1) les valeurs obtenues de Q correspondent à un climat aride.

**I-3 -3- Climogramme de Gaussen**

Le climogramme de Gaussen est une représentation graphique de variation de précipitation et de température en fonction du temps (mois) qui nous permet de déterminer la période où l'irrigation est indispensable (période sèche).

Dans notre cas, la période sèche commence du mois d'Avril jusqu'au mois d'Octobre (figure7).

La figure ci-dessous représente le diagramme ombrothermique de la région de Atef El Begar.



**Fig. 7: Diagramme Ombrothèrmique de la région d'étude**

# **Chapitre II:**

## **Analyse des conditions agricoles**

### **II -1 Introduction :**

Le sol agricole est la partie de la couche superficielle de l'écorce terrestre qui, grâce à sa structure et sa composition physico-chimique est en mesure d'assurer un développement normal des végétaux cultivés.

Cette définition pratique permet de considérer le sol soit comme un milieu de culture, soit comme le simple support des plantes cultivées, ces dernières ont besoins d'eau pour vivre. Ce besoin est mis en évidence en culture non irriguée par la différence des rendements obtenus les années sèches et les années pluvieuses.

L'étude du sol – eau – plante. La combinaison sol-eau produit un milieu auquel la plante cultivée devra être adaptée. Il ne suffit pas d'apporter de l'eau aux sols pour qu'ils produisent des récoltes, il faut encore en apporter assez pour que les plantes cultivées arrivent à la maturité.

### **II -2 Géologie:**

Au point de vue géologique le secteur étudié correspondant à la région Deldoul est localisé au niveau de l'Atlas saharien dans la partie méridionale des Monts des Ouled Nail, à l'emplacement d'un sillon subsidence péri-cratonique où se sont accumulées durant le Mésozoïque et le Cénozoïque d'épaisses séries néritiques et continentales dont la surrection et le plissement se sont effectuées lors de l'orogénèse alpine. Au point de vue structural la région de Deldoul est représentée par un ensemble de synclinaux à fond plat séparés par des structures anticlinales d'orientation nord est - sud ouest constitués essentiellement par des formations crétacées recouvertes de temps à autre en discordance par des terrains plioquaternaires.

### **II -3 Etude lithostratigraphique:**

#### **a- LE TRIAS:**

Au niveau du secteur étudié, les affleurements trias que sont en contact anormal avec les terrains encaissants et apparaissent à la faveur d'accidents tectoniques au Nord Est de la localité de Moudjbara à Ain Mouilah et Chebket El louissal où ils sont constitués de marnes et d'argiles bariolées, de gypse en bancs massifs, de grès fins argileux, de cargneules et de dolomies noires massives.

#### **b- LE CRETACE INFERIEUR:**

Le Crétacé est représenté de la base à l'Aptien inférieur par des faciès continentaux où fluviatiles généralement azoïques où les subdivisions stratigraphiques sont assez difficiles. L'individualisation des différents étages ne devient possible qu'à partir de l'Aptien supérieur.

**c- LE NEOCOMIEN:**

Le Néocomien affleure autour des massifs calcaires jurassiques au Sua- Est du Djebel Tafara où il est constitué par une série d'une épaisseur de 300m essentiellement gréseuse dans laquelle s'intercalent des calcaires à débris de Lamellibranches et de Gastéropodes, des dolomies, des calcaires gréseux et des marnes gréseuses versicolores.

**d- L'APTIEN:**

L' Aptien d'une épaisseur de 30 à 50m affleure au Nord-Est de la zone d'étude dans les environs de la localité de Moudjbara et à Chebket El Messal et au Sud- Est à Delaat Bel Aroug, Delaat Haoud Sfa et Delaat El Kherza où il est constitué de la base au sommet par

- Des calcaires à Arbitolines et des dolomies massives .
- Des intercalations de marnes et de calcaires à Lamellibranches, Gastéropodes

**e- L'ALBIEN:**

L'Albien affleure dans la partie nord - est du secteur étudié dans les environs de la localité de Moudjbara au centre d'une structure synclinale où il est représenté essentiellement par

- Une série argilo-gréseuse attribuée à l'Albien inférieur et constituée de grès fins et d'argiles vertes, de grès fins à moyens à stratifications obliques admettant de nombreuses passées d'argiles versicolores. Cette série montre une épaisseur de 250 à 300m au Djebel Boukahil.
- Une formation argilo-carbonatée correspondant à l'Albien supérieur constituée de la base au sommet par
- Une assise de quelques mètres de dolomies, de calcaires gréseux, de calcaires dolomitiques et de passées marneuses de faible épaisseur.
- Une alternance de calcaires, de marnes, de calcaires à silex, de dolomies et de calcaires dolomitiques en plaquettes.

**f- LE CRETACE SUPERIEUR:**

Le Crétacé supérieur est constitué dans la région de Deldoul par des dépôts marins représentés par des marnes et des calcaires.

**i- LE CENOMANIEN:**

Au niveau du secteur étudié le Cénomaniien affleure dans la zone sud- est sur le flanc nordouest du synclinal perché du Djebel Bou Kahil et au Sud- Est à Kef Tassedda , Chaaba Debaa et à proximité des localités de Selmana et de Daldoul. Cet étage est formé de la base au sommet par



- Une série marneuse grise dans laquelle s'intercalent des calcaires fins argileux et des calcaires rognoneux.
- Des marnes grises ou vertes contenant du gypse diffus ou en bancs massifs dans lesquels s'intercalent des dolomies et des calcaires.
- Une alternance de marnes et de calcaires en bancs décimétriques

#### **h- LE TURONIEN:**

Le Turonien constitue généralement le coeur des synclinaux perchés de la région et affleure au SE au Djebel Bou Kahil et au Sud -Sud - Est à Kef Tassedra et au Djebel Seba El Hadid où il est représenté par une falaise bien nette dans le paysage formée par des calcaires blancs compacts et récifaux.

#### **i- LE MIO-PLIOCENE:**

Cet étage repose en discordance sur les formations précédentes, il est généralement constitué par une alternance d'argiles sableuses, de grès, de graviers et de conglomérats formant des plateaux surélevés de 10 à 20 m au-dessus de la plaine quaternaire.

#### **g- LE QUATERNAIRE:**

Les formations quaternaires reposent en discordance sur les formations crétacées et couvrent une superficie importante au niveau du secteur étudié où elles sont représentées par

- Des conglomérats à galets parfois ferruginisés, surmontés généralement par une croûte calcaire parsemée de galets (quaternaire ancien).
- Des dépôts *conglomératiques* souvent très hétérométriques cimentés par un calcaire blanc ou rosé, couverts par une croûte calcaire (Quaternaire moyen).
- Des limons et des galets (Quaternaire récent) occupant les zones déprimées.

### **II -4 ANALYSE STRUCTURALE:**

Au point de vue tectonique le secteur étudié appartenant à la région de Daldoul est affecté par un ensemble de plissements assez caractéristiques des déformations atlasiques représentés

- Au Nord-Ouest par l'anticlinal du Djebel Tafara à coeur jurassique et dont le flanc sud -est assez redressé est accidenté par un système de failles d'orientation sud-ouest - nord -est.
- Dans la partie centrale par l'anticlinal de Hammar Bou Zguima constitué par des formations gréso-argileuses du Valanginien - Barrémien présentant des pendages assez faibles au niveau du flanc ouest et redressés à la verticale sur le flanc est. Les flancs de la structure anticlinale sont affectés par un ensemble d'accidents tectoniques d'orientation est - ouest. Les structures anticlinales précédentes sont séparées par un axe synclinal recoupé par des failles d'orientation nord -ouest sud-est et passant au niveau de la localité de Moudjbara. Au Sud et

au Sud- Sud- Est de l'anticlinal de Hammar Bou Zguima apparaît un second axe synclinal passant par le Djebel Bon Kahil et le Djebel Seba Hadid.

## **II -5 CONCLUSION:**

L'étude lithostratigraphique et structurale montre que dans le secteur étudié les formations susceptibles d'être aquifères sont représentées essentiellement par

- Les terrains gréseux dans lesquels s'intercalent des calcaires à débris, des calcaires et des dolomies du Néocomien et les grès du Valanginien-Barrémien à porosité d'interstices de fractures et de chenaux dans lesquels s'intercalent des niveaux argilo- gréseux.
- Une série argilo-gréseuse d'une épaisseur de 30 à 50m à porosité d'interstices, de fractures et de chenaux, appartenant à l'Albien inférieur et constituée de grès fins et d'argiles ,de grès fins à moyens à stratifications obliques et par des intercalations de grès friables et de sables jaunâtres.
- Une formation argilo-carbonatée à porosité de fractures constituée de dolomies, de calcaires dolomitiques et de minces passées argileuses, de calcaires à Lamellibranches appartenant à l' Albien supérieur.

## **II -6 Hydrogéologie :**

Dans la région de Deldoul .l'exploitation des eaux souterraines a lieu essentiellement à partir des formations argilo- gréseuses à porosité d'interstices, de fractures et de chenaux du Barrémien et de l'albien inférieur (Tableau N°2) qui fournissent des débits compris entre 2 l/s au forage F20 (x= 571,200 kms y = 135,000 kms) et 73 l/s au F24 ( x= 566,400 kms y =403,600 kms). L'écart assez important observé au niveau des débits peut être expliqué essentiellement par les variations de faciès des formations argilo- gréseuses et par la structure tectonique.

## **II -7 Pédologie:**

En ce qui concerne l'alimentation en eau des plantes, le sol joue essentiellement un rôle d'un réservoir .Les caractéristiques de ce réservoir et son mode de fonctionnement qu'il est utile de connaître dans un périmètre d'irrigation ;et qu'il s'agisse pour un ingénieur de dimensionner le réseau de distribution ou pour les usagers de bien utiliser l'eau qui est mise à leur disposition. Donc la pédologie est l'étude de reconnaissance des sols.

### **II -7-1. But de l'étude pédologique:**

Evaluer la capacité des sols du secteur étudié à assurer un bon développement végétatif des cultures envisagées et à valoriser économiquement l'investissement. Les aptitudes culturales sont appréciées en confrontant les exigences des productions possibles; la carte pédologique conduite à un zonage du territoire en fonction de ces aptitudes et contraintes.

- Estimé le degré de contribution des sols du périmètre à l'alimentation hydrique des plantes a irrigué.
- Choisir les techniques d'arrosage les plus adaptées aux conditions du sol et de culture (aspersion; goutte à goutte; submersion)
- Fixer les règles à respecter pour une conduite des arrosages dans le système «sol-culture» pratiqué. Ce ci nécessite une connaissance approfondie des sols à l'échelle de la parcelle d'exploitation agricole. Il s'agit en effet pour l'irrigant d'économiser l'eau et d'adapter les apports aux besoins de la plante. Mais il faut aussi protéger les eaux des nappes phréatiques et du réseau hydrographique contre les risques de pollution.

### II -7-2 La pédologie du sol :

La typologie des sols de notre parcelle d'après l'A.N.R.H est représentée dans le tableau suivant:

**Tableau II.1:** Pédologie du sol

**Source l'A.N.R.H DJELFA**

<i>Classe</i>	<i>Sous classe</i>	<i>Groupe</i>	<i>Sous groupe</i>	<i>Famille</i>	<i>Séries</i>
Sesquioxydes de fer	Sols rouges formes sous climat de type méditerranéen	Sols rouges peu lessives	vertique	Alluvion anciennes ou alluvions colluvions	sur encroûtement calcaire
Calcimagnésiques	Sols carbonatés	Brun calcaire	modal	Alluvions colluvions	sur sol noircis enterré
Sols peu évolués	Non climatique	D'apport alluvial	modal	Alluvions calcaires	profond

### II-8- Caractéristiques physiques du sol:

Le sol est caractérisé par un certain nombre de paramètres physiques mesurables. Les valeurs de ces paramètres sont généralement en fonction à la fois de la structure et de la texture du sol, sans toute fois leurs être rigoureusement liés.

#### II-8-1- La texture :

La texture d'un sol caractérise la dimension et la distribution des différents éléments qui le constituent, elle est déterminée par l'analyse d'échantillon du sol sur la terre fine obtenue après élimination par tamisage des graviers ou cailloux de taille supérieure à 2 mm.[5]

L'analyse granulométrique est faite au laboratoire, en utilisant la pipette de Robinson basée sur la loi de Stokes.

### **II-8-2- La structure:**

La structure d'un sol est définie par l'augmentation de ses constituants les uns par rapport aux autres.

Des sols de texture identique peuvent avoir des structures différentes, plus ou moins stables et plus ou moins favorables à la pénétration de l'eau, de l'air et des racines.

### **II-9- La perméabilité**

La perméabilité du sol est définie par sa vitesse d'infiltration qui est la vitesse apparente de l'eau s'écoulant à travers un sol saturé, sous une pente motrice égale à l'unité c'est le Coefficient K de la loi de Darcy. Selon les différentes valeurs de K, on peut classer les sols comme suit :

Sols imperméables  $K < 10^{-6}$  m/s

Sols peu perméables  $10^{-6} < K < 5.10^{-6}$ .

Sols perméables  $5.10^{-6} < K < 5.10^{-5}$ .

Sols très perméables  $K > 5.10^{-5}$

La perméabilité est déterminée au laboratoire d'après la quantité d'eau s'écoulant par unité de temps, en travaillant sous charge constante.

### **II-10 Ressource En Eau :**

Le principe ressource en eau destinée à l'irrigation du périmètre Atef Elbgar Deldoul provient exclusivement des eaux souterraine comme représente sur tableau suivant :

**Tableau II.2 : Rapport de fin de sondage :**

<i>Forages</i>	<i>Débit (l/s)</i>	<i>NS (m)</i>	<i>ND (m)</i>	<i>Rabattement (m)</i>
<b>Forage1</b>	<b>17</b>	<b>63.90</b>	<b>89.30</b>	<b>25.4</b>
<b>Forage2</b>	<b>20</b>	<b>59.6</b>	<b>67.10</b>	<b>7.5</b>
<b>Forage3</b>	<b>15</b>	<b>56</b>	<b>80</b>	<b>24</b>
<b>Forage4</b>	<b>14</b>	<b>45</b>	<b>65</b>	<b>20</b>
<b>Forage5</b>	<b>22</b>	<b>58.4</b>	<b>60.2</b>	<b>1.8</b>
<b>Forage6</b>	<b>15</b>	<b>67.2</b>	<b>85.8</b>	<b>18.6</b>

**II.11.Problème de salinité et toxicité :****II.11.1Problème de salinite :**

Une eau de mauvaise qualité peut avoir des incidences graves sur le développement des plantes.

La plante peut absorber l'eau de deux façons soit par les organes aériens (cas du l'irrigation par aspersion) soit par les racines, mais la quantité d'eau absorbée par les feuilles est toujours faibles .ce sont les racines qui assurent la quantité d'eau nécessaire.

**II.2.2Problème de toxicité :**

La toxicité pose un problème différent de celui de la salinité, car elle se manifeste dans le végétal lui-même comme le résultat de l'absorption et de l'accumulation de certaines substances contenues dans l'eau d'irrigation.

Chaque élément présent dans les solutions salines peut avoir un effet toxique spécifique sur la plante, ainsi la plupart des ions sont toxiques à forte concentration. Généralement les problèmes de la toxicité accompagnent ceux de la salinité, parmi les principaux éléments toxiques il y'a le sodium (Na), le chlore (Cl), et le bore (B).

**II.12. HYDROLOGIE:****II.12.1. Etudes des précipitations annuelles :**

Les lois d'ajustement sont nombreuses et ne peuvent être appliquées à un échantillon que si les conditions homogénéité - stationnarité sont réunies parmi les quelles:

- Loi de Laplace - Gauss, loi normal, et loi de Galton ou loi log - normale.
- Loi de Fuller ou loi Exponentielle.
- Loi Gamma, loi de Pearson I et III.
- Loi de Gumbel ou Loi doublement exponentielle.

Ces lois comportent deux à trois paramètres estimés par différentes méthodes:

- Méthode des moments.
- Méthode du maximum de vraisemblance.
- Méthode du maximum d'entropie.

Les critères de choix sont liés à un ajustement graphique d'abord, et ensuite à un test de dispersion. L'allure des points sur du papier à probabilités permet à prime abord d'accepter ou de rejeter la loi (mauvaise courbure ou cassure de pente est considère comme un mauvaise ajustement, toute sinuosité).

Le problème posé: quelle loi choisir lorsque plusieurs d'entre elles sont adéquates?

Donc les critères de choix pouvant être retenus sont:

- A qualité égale, la loi qui a le moins de paramètres est à retenir
- A qualité égale et nombre de paramètres égal, il faut comparer les estimations des deux lois; si ces estimations sont voisines, il faut retenir la plus simple; si elle sont nettement différentes, il faut prendre une nouvelle loi quitte à prendre un paramètre supplémentaire.

**II.12.2. Ajustement à la loi de Gauss**

Le procédé de calcul consiste à:

- Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées
- Calculer la fréquence expérimentale par la formule de Hazan

$$F(x) = \frac{n - 0.5}{N}$$

Avec:

n: Numéro d'ordre

N : Numéro d'années observées

-Calculer les caractéristiques empiriques de l'échantillon:

\* La moyenne arithmétique :

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

\* L'Ecart type

$$\text{Si } n < 30 \quad \delta = \sqrt{\frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^{i=n} (X_i - \bar{X})^2}$$

$$\text{Si } n > 30 \quad \delta = \sqrt{\frac{1}{n} * \sum_{i=1}^{i=n} (X_i - \bar{X})^2}$$

$$\text{*La variable réduite de gauss : } U = \frac{X - \bar{X}}{\delta}$$

$$\text{*Le coefficient de variation : } C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$$

L'équation de la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien

$$X_{p\%} = \bar{X} + \delta * U_{p\%}$$

Avec:

$X_{p\%}$ : précipitation de probabilité P%

$U_{p\%}$ : variable réduit de Gauss

$\bar{X}$  : Moyenne arithmétique

$\delta$  : Écart type

Pour les calculs on a utilisée le logiciel **HYDROLAB**. Les résultats obtenus sont reportés dans le tableau suivant

### **Tableau II.3 : Ajustement à une loi de Gauss**

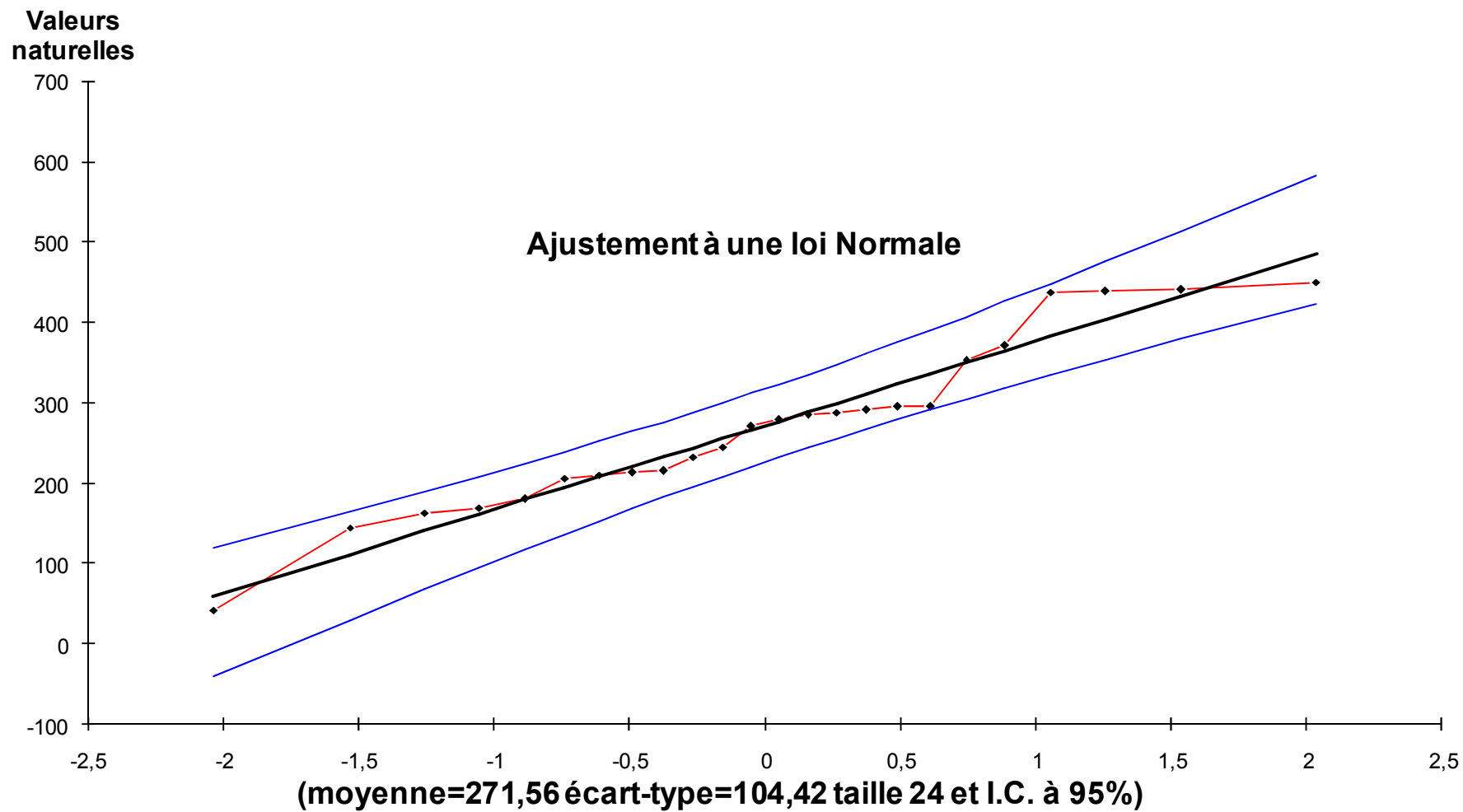
**(Moyenne=271,56 écart-type=104,42 taille 24 et I.C. à 95%)**

<b>Taille n=24</b>	<b>Moyenne=271,5633</b>	<b>Ecart-type=104,416</b>
<b>I.C. à (en%)=95</b>	<b>U Gauss=1,9604</b>	

<i>Valeurs de</i>	<i>Valeurs classées</i>	<i>Ordre de classement</i>	<i>Fréquence expérimentale</i>	<i>Variable réduite</i>	<i>Valeur expérimentale</i>	<i>Valeur théorique</i>	<i>Borne inférieure</i>	<i>Borne supérieure</i>
206,1	42,3	1	0,0208	-2,037	42,3	58,84	-39,32	120
144,8	144,8	2	0,0625	-1,534	144,8	111,34	30,38	164,4
210,1	162,9	3	0,1042	-1,258	162,9	140,17	67,942	189,5
42,3	169,4	4	0,1458	-1,054	169,4	161,46	95,219	208,5
169,4	180	5	0,1875	-0,887	180	178,94	117,27	224,5
162,9	206,1	6	0,2292	-0,741	206,1	194,15	136,14	238,7
215,8	210,1	7	0,2708	-0,610	210,1	207,88	152,87	251,8
450,2	213	8	0,3125	-0,488	213	220,57	168,08	264,2
352,5	215,8	9	0,3542	-0,374	215,8	232,55	182,17	276,1
270,2	232,6	10	0,3958	-0,264	232,6	244,03	195,43	287,8
291,42	244,9	11	0,4375	-0,157	244,9	255,17	208,05	299,4
371	270,2	12	0,4792	-0,052	270,2	266,12	220,2	311,1
285,1	278,8	13	0,5208	0,052	278,8	277	232,03	322,9
438,8	285,1	14	0,5625	0,157	285,1	287,96	243,68	335,1
441	288	15	0,6042	0,264	288	299,1	255,29	347,7
180	291,42	16	0,6458	0,374	291,42	310,58	267	361
295,7	295,2	17	0,6875	0,488	295,2	322,56	278,94	375
232,6	295,7	18	0,7292	0,610	295,7	335,25	291,33	390,3
244,9	352,5	19	0,7708	0,741	352,5	348,97	304,43	407
213	371	20	0,8125	0,887	371	364,18	318,63	425,9
295,2	437,7	21	0,8542	1,054	437,7	381,67	334,59	447,9
437,7	438,8	22	0,8958	1,258	438,8	402,95	353,59	475,2
278,8	441	23	0,9375	1,534	441	431,78	378,71	512,7
288	450,2	24	0,9792	2,037	450,2	484,29	423,15	582,5

<i>Fréquence</i>	<i>U.Gauss</i>	<i>Val.théo.</i>	<i>Borne inf.</i>	<i>Borne sup.</i>	<i>Valeur</i>	<i>Fréq. théo.</i>	<i>Pér. Ret.</i>
0,8	0,841	359,425	314,22	419,924	359,42	0,800	5,0





**Figure II.1 : Ajustement a une loi normale**

D'après le tracé du graphe (Figure 3-1), on peut confirmer que notre série peut être ajustée par la loi de Gauss.

La probabilité pour laquelle on assure l'irrigation est donnée souvent pour la fréquence 80 %.

Pour  $P (\%) = 80 \%$  de la courbe théorique on a trouvé  $X (80 \%) = 359,421\text{mm}$ , la valeur la plus proche de cette dernière dans notre série correspond à celle de l'année (1991) qui est égale à 352.5mm.

**Tableau II.4 :** Précipitations mensuelles de l'année 1991

<i>Mois</i>	<i>Jan</i>	<i>Fev</i>	<i>Mars</i>	<i>Vril</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juilet</i>	<i>Out</i>	<i>Sebt</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dec</i>	<i>année</i>
<b>Valeur</b>	<b>23.5</b>	<b>51.7</b>	<b>74.2</b>	<b>38.8</b>	<b>34.5</b>	<b>15.7</b>	<b>9.7</b>	<b>13.1</b>	<b>38.5</b>	<b>11.7</b>	<b>19.5</b>	<b>21.6</b>	<b>352.5</b>

*Sources METEO*

### **II.13.La qualité des eaux :**

C'est un élément essentiel de réussite de l'irrigation goutte à goutte, en relation avec les facteurs évoqués ci-après.

#### **II.13.1.Classification des eaux pour l'irrigation :**

##### **II.13.2.Classification mondiale (F.A.O) :**

La classification donnée en fonction de la concentration des sels

*1 g/l	bonne irrigation.
*1-3 g/l	faiblement salée.
*3-5 g/l	moyennement salée
*5-10 g/l	fortement salée.
*>10g/l	extrêmement salée.

##### **II.13.3.Classification américaine :**

La classification américaine est basée sur deux paramètres (CE a 25°C et S.A.R).

**Pour la conductivité électrique C.E**

•C1 : C.E<0,250	mmhos/cm	l'eau de faible salinité
•C2 : 0,250<C.E<0,750	mmhos/cm	l'eau de salinité moyenne
•C3 : 0,750<C.E<2,250	mmhos/cm	l'eau à forte salinité
•C4 : C.E>2,250	mmhos/cm	l'eau à très forte salinité

**Pour le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R**

S.A.R est calculé par la formule suivante :

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

Avec : Na<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, et Mg<sup>++</sup> en meq/l.

## •S1 :S.A.R&lt;10

L'eau contenant une faible quantité de sodium, peut être utilisée pour l'irrigation de presque tous les sols sans qu'il y ait à craindre que des difficultés ne surgissent du point de vue alcalinisation.

## •S2 :10&lt;S.A.R&lt;18

Les eaux contenant une faible quantité moyenne de sodium, peuvent présenter quelques difficultés dans les sols à texture fine, à moins qu'il n'y ait du gypse dans le sol, ces eaux peuvent être utilisées sur des sols à texture grossière ou sur des sols organiques qui absorbent bien l'eau.

## •S3 :18&lt;S.A.R&lt;26

Les eaux contenant une quantité de sel élevée, peuvent provoquer des difficultés dans la plupart des sols et ne peuvent être employées qu'avec des précautions spéciales : bon drainage, lessivage important et addition de matière organiques. S'il y a une forte quantité de gypse dans le sol, il peut ne pas surgir de difficultés pendant quelques temps. S'il n'y a pas de gypse, il faut ajouter un amendement chimique exerçant le même effet.

## •S4 :S.A.R&gt;26

Les eaux contenant une quantité très élevée de sodium, sont généralement impropres à l'irrigation, sauf pour un degré de salinité moyen ou faible, lorsque l'usage de gypse ou amendements analogues permettent l'utilisation.

**AN:****Tableau II.5 : résultats des analyses****Source: GCA Djelfa**

<i>forages</i>	<i>Ca (mg/l)</i>	<i>Mg(mg/l)</i>	<i>Na(mg/l)</i>	<i>PH</i>	<i>CE (mmhos/cm)</i>	<i>S.AR</i>
N°1	89.5	122.5	93	8.27	0.327	9.04
N°2	87.5	121	93.5	8.245	0.3285	9.16
N°3	89	122	91	8.255	0.328	8.86
N°4	88.5	123.5	95.5	8.365	0.3205	9.26
N°5	88	123.5	91	8.37	0.3175	8.85
N°6	91	125	89	7.99	0.338	9.09

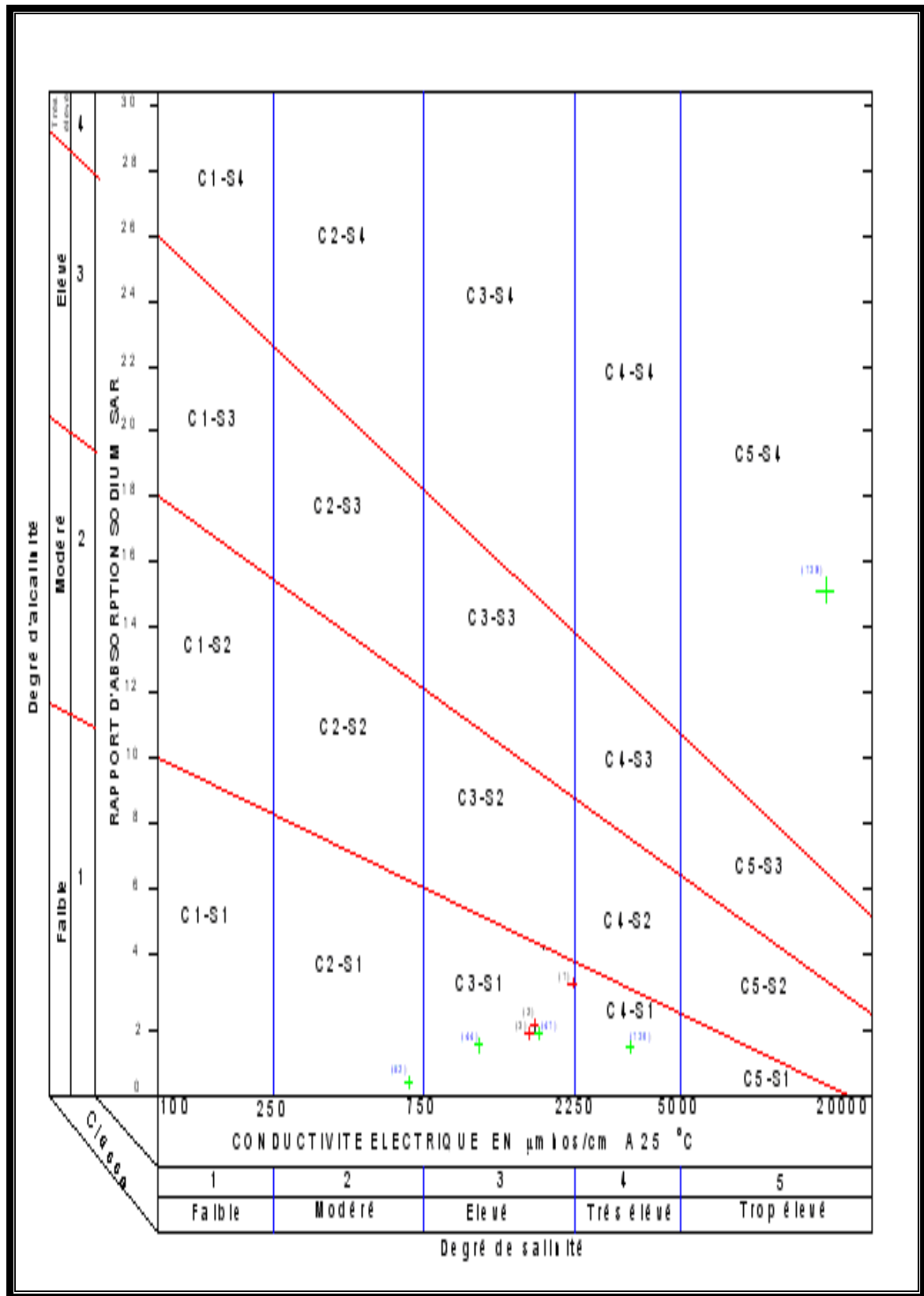


Diagramme de classification des eaux d'irrigation .figure (II.2)

**II.14. Resoudre les problèmes de salinite et de toxicité :**

Pour la salinite il faut :

- 1- Choisir des cultures tolérantes à une salinite existante ou éventuelle.
- 2- Prevision et surveillance de la dynamique des sels et de l'évolution des sols sous l'effet de l'irrigation avec une telle eau.
- 3- Appliquer régulièrement un supplément d'eau pour satisfaire le besoin de lessivage.
- 4- Changer de méthode d'irrigation, en adoptant une qui permette de mieux lutter contre la salinite toute en modifiant les pratiques culturales.

Pour le problème de toxicité :

- 1- Arroser plus fréquemment.
- 2- prévoir un supplément d'eau pour le lessivage.
- 3- En cas de toxicité par le sodium, utiliser des amendements tel le gypse et le soufre.
- 4- Faire des cultures moins sensibles.

**II.15. Description du profil :**

**0-2** : sable grossier avec très fins graviers de quarts blanc et rose

**2-35** : sec, humide brun, effervescence généralisée graviers peu abondants

**Texture** équilibrée, **structure** fragmentaire peu nette polyédrique subanguleuse moyenne a fin  
nombreuse racine fins et moyenne transition très nette

**35-70** : sec, humide rouge, effervescence localisée, graviers peu abondants,

**Texture** sableuse, structure particulière, racines fins et moyenne

**> 70**: horizon de **texture** limono sableuse. présence de pseudomycelium calcaire dans les  
pares

**La texture :**

Varier de grossière a moyenne (parfois fin) avec une heterogeneite plus moins grande dans le  
profile

**La structure :**

Généralement lamellaire sur les premiers centimètres peut être parfois polyédrique

Subanguleuse moyenne a fine très nette (faciès de sol bruns)

Elle reste cependant mal définie

**Conclusion :**

D'après l'analyse chimique on peut dire que :

- le sol n'est pas salin car la conductivité électrique  $< 4 \text{ mmhos/cm}$ .
- Le sol faiblement riche en matière organique.
- La valeur de SAR  $< 10$ , donc il n'y a pas de danger d'alcalinisation.

# **Chapitre III :**

## **Régime D'Irrigation**



**Introduction :**

Le présent chapitre, se propose de quantifier les besoins en eau des cultures sur la base des informations définies auparavant, conditionnant la conception de notre projet tels que les conditions climatiques, cultures envisageables, systèmes agronomiques, l'intensité culturale, potentialités des sols, disponibilité de l'eau, fertilité des sols, pratique culturale et méthodes d'irrigations.

Toutefois, en raison d'une répartition défavorable des pluies et des caractères des averses, le degré de satisfaction des plantes en saison sèche est très faible, il est évident que ce déficit en eau provoque des chutes considérables de rendement, d'où la nécessité de bien quantifier les besoins en eau des cultures envisagées dans le périmètre avant de passer à la conception du projet.

Notre périmètre est composée a cinq parcelle alimenter par cinq forages, leur caractéristiques sont représente sur le tableau suivant :

**Tableau n° 3-1 : donne des périmètre**

<i>Culture</i>	<i>Par n° 1 : pêcher</i>	<i>Par n° 2 : pêcher</i>	<i>Par n° 3 : abricotier</i>	<i>Par n° 4 : abricotier</i>	<i>Par n° 5 : olivier</i>	<i>Par n° 6 : olivier</i>
Espacement entre arbres	5m	5m	5m	5m	6m	6m
Espacement entre rangs	6m	6m	6m	6m	7m	7m
Surface de périmètre	42 ha	42 ha	30 ha	28 ha	32 ha	36 ha

**III-1 Besoin en eau du périmètre :**

Les besoins en eau des cultures, peuvent être définis comme la dose apportée à la plante dans des moments propices, afin de mettre celles-ci dans les meilleures conditions d'humidité requises, pour obtenir son rendement maximal.

La pièce de base pour la quantification des besoins en eau du périmètre est le calendrier des cultures, établi par des agronomes. Il présente les différentes cultures occupant le sol à chaque instant de l'année, on prend soin d'indiquer le taux de surface couvert par chaque culture sur la base des enquêtes menées par les brigades concernées. L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le calendrier agronomique.

Pour cela on définit :

### III -2 L'évapotranspiration :

L'évapotranspiration est un phénomène complexe intégrant à la fois, l'évaporation de l'eau du sol (phénomène physique) et la transpiration de la couverture végétale (phénomène physiologique). Donc on le considérant comme la totalité de la consommation d'eau d'une plante en place, à savoir, l'eau de constitution, l'eau de végétation et les consommations annexes (évapotranspiration directe du sol, herbes...)

On distingue :

#### III -2-1-1 L'évapotranspiration de référence :(ET<sub>0</sub> ou ET<sub>p</sub>)

Cette l'évapotranspiration d'une culture bien fournie en eau ou le sol est à sa capacité de rétention, autrement dit c'est la limite maximal de l'évapotranspiration.

On peut la définir comme étant le taux de l'évapotranspiration d'une surface du Gazon vert, ayant une hauteur uniforme de 8 à 15cm, poussant activement, ombrant complètement le sol et ne manquant pas d'eau.

#### III -2-1-2 L'évapotranspiration réelle :(ET<sub>R</sub>)

C'est la valeur réelle de l'évapotranspiration le plus souvent, elle est inférieure à l'évapotranspiration potentielle, puisque le sol n'est pas en permanence à sa capacité de rétention. En plus, elle est considérée variable pendant la période de végétation. Il est donné par suivant :

$$ETP_{CULTURE} = ET_0 * K_C$$

Avec :

$K_C$  : le coefficient cultural qui dépend du type de la culture et de son stade de développement, et des conditions climatique qui y règnent.

### III -3 Méthodes d'évaluation d'évapotranspiration de référence :(ET<sub>0</sub> ou ETP)

L'évapotranspiration potentielle peut être évaluée selon plusieurs possibilités parmi les quelles :

- L'évapotranspiromètre (mesure directe)
- Les stations exprimentales
- Méthode de bilan hydrique
- Méthode de bilan thermique.
- Formules empiriques.

Il existe plusieurs formules empiriques parmi les quelle

- Formule de Blaney-Criddle
- Formule de Turc
- Formule d'Ivanov. (URSS)
- Formule de Penman

Permis ces formule on site les suivants :

#### a) Formule de Blaney-Criddle :

Elle a été établie et a donné des résultats satisfaisants pour les régions arides et semi-arides, s'exprime par la formule suivante :

$$ETP = (0,457T + 8,13) * K * P$$

Avec :

ETP : Evapotranspiration potentielle en (mm/jour)

P : Pourcentage de la durée mensuelle de l'éclairement rapporté à la durée annuelle et ne dépend que de la latitude.

K : Coefficient variant en fonction de la culture et de la zone climatique

T : Température moyenne mensuelle en (°c)

### b) Formule de turc (France1960) :

Si l'humidité relative de l'air est supérieure à 50%, l'évapotranspiration potentielle est donnée par l'expression

$$ETP = 0,40 \times (I_g + 50) \times \frac{T}{T + 15}$$

Avec :

T : Température moyenne de la période considéré, en (°c)

I<sub>g</sub> : Radiation globale du mois considéré en (cal/cm<sup>2</sup>/jour), selon Turc, le coefficient 0.40 est réduit à 0.37 pour le mois de février.

Si l'humidité relative de l'air est inférieure à 50%, l'ETP est donnée par l'expression suivant :

$$ETP = 0,40 \times (I_g + 50) \times \frac{T}{T + 15} \times \left( 1 + \frac{50 - H_r}{70} \right)$$

Avec

T : Température moyenne de la période considéré en (°c)

H<sub>r</sub> : L'humidité de l'air en %

I<sub>g</sub> : Radiation globale en (cal/cm<sup>2</sup>/jour)

Tel que :

$$I_g = I_{gA} \times \left( 0,80 + 0,62 \times \frac{h}{H} \right)$$

Avec :

I<sub>gA</sub> : Radiation maximale théorique

H : Durée astronomique de jour en (heure/mois)

h : Durée d'insolation en (heure/mois)

En ce qui concerne notre projet, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide du logiciel appelé; **CROPWAT** version **4.3**, qui permet au passage, de l'évaporation à l'évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la plus appropriée de **Penman & Monteith** (ou penman modifiée).

**c) Méthode de Penman & Monteith :**

Cette méthode est limitée ou bien incomplète, du fait que cette dernière ne prenne pas en considération l'effet de quelques paramètres météorologiques.

Pour cela, nous adaptons la nouvelle formule de Penman & Monteith modifiée qui prenne en compte l'effet du paramètre vent, ainsi que les corrections supplémentaires qui tiennent compte des conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

L'expérience a montrée que l'expression obtenue, est valable pour les régions humides et aussi dans les régions très chaudes et semi-arides ; la formule de Penman & Monteith modifiée se présentant comme suit :

$$ET_0 = C \times [W \times R_n + (1 - W) \times F(u) \times (ea - ed)]$$

Où :

$ET_0$  : Représente l'évapotranspiration de référence, exprimées en mm/jour

$W$ : Facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différentes températures et altitudes.

$R_n$  : Rayonnement net en évaporation équivalente, exprimé en mm/Jour

$F(u)$  : Fonction liée au vent.

$ea$  : Tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibar

$ed$  : Tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.

La différence ( $ea-ed$ ) constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalisé à l'aide de logiciel **CROPWAT 4.3** fondé sur la méthode de Penman & Monteith, modifiée et recommandée par la consultation des experts de la **FAO**, tenue à **Rome** en **Mai 1990**.

Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les informations mensuelles de la station météorologique et la méthode adoptée, emploie les informations homogènes ou fiable suivantes : (Chapitre1)

- **Température** : les températures moyennes sont données en Degré Celsius (°c).
- **Humidité de l'air** : l'humidité relative de l'air exprimée en pourcentage (%).
- **Insolation journalière** : donnée en heures d'insolation de (1 à 20 h).

➤ **Vitesse de vent** : la vitesse du vent peut être introduite en m/sec.

Dans le tableau n°VI-1 nous représentons l'évapotranspiration de référence  $ET_0$  calculée à l'aide du logiciel CROPWAT 4.3 selon la formule de Penman modifié (ou Penman & Monteith)

**Tableau n° 3-2:** Evapotranspiration de référence de la zone de projet selon Pen-Mon

<b>Evapotranspiration de référence <math>ET_0</math> de penman-Monteith</b>						
Pays : Algérie		Station climatique : Djelfa		(32) ans		
Altitude : 762 mètres						
Mois	Tom moy (°c)	Humidité (%)	Vent m/s)(	Insola. Heures)(	Radiation MJ/m <sup>2</sup> .Jour)(	$ET_0$ .PenMon (mm/jour)
Janvier	7.4	77.2	3.1	8.3	12.7	1.66
Février	9.35	67.5	3.17	8	14.8	2.52
Mars	12.45	63.3	3.12	8.4	18.3	3.48
Avril	16.10	58.5	3.67	9.2	22	4.98
Mai	19.7	53.4	3.02	9.3	23.6	5.75
Juin	25.45	43.7	3.32	10.6	25.9	7.57
Juillet	28.6	58.1	2.43	11.5	26.9	7.23
Août	27.8	41.1	2.68	10.6	24.4	7.32
Septembre	23.4	51.9	3.12	9.2	20.2	5.74
Octobre	17.8	61.9	2.35	8.3	16.1	3.47
Novembre	11.4	72.4	2.48	7.7	12.6	2.05
Décembre	8.05	76.7	2.58	7.7	11.3	1.44
<b>ANNEE</b>	<b>17.35</b>	<b>60.5</b>	<b>2.92</b>	<b>9.1</b>	<b>19.1</b>	<b>4.43</b>

### III -4 Traitement des données pluviométriques :

Afin d'estimer le déficit des précipitations pour les besoins en eau d'irrigation, une analyse statistique sera faite pour déterminer la fraction des pluies qui contribuent effectivement à couvrir les besoins en eau d'une culture, nous donnons quelques définitions des précipitations

**III -4-1 Précipitation moyenne mensuelle :**

Moyenne déterminée mathématiquement pour une série de relevé pluviométriques, la pluviométrie mensuelle moyenne

**III -4-2 Précipitation de projet : (ou l'année de calcul)**

La quantité de précipitations sur la quelle on peut compter **quatre années sur cinq**, correspond à une **probabilité de 80%** et représente une année " **Normale** " **Sèche**, donc c'est la précipitation qui est utilisée dans le dimensionnement d'un réseau d'irrigation, appelé souvent **précipitation de projet**.

D'après l'étude hydrologique, l'année qui correspond à probabilité 80% (année de projet), c'est l'année **1991**

Les précipitations mensuelles de cette année sont représentées dans le tableau ci-après

*Tableau n°3 -3 : précipitation mensuelles de l'année de projet*

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Ann.
<b>P<sub>80%</sub></b>	<b>38.5</b>	<b>11.7</b>	<b>19.5</b>	<b>21.6</b>	<b>23.5</b>	<b>51.7</b>	<b>74.2</b>	<b>38.8</b>	<b>34.5</b>	<b>15.7</b>	<b>9.7</b>	<b>13.1</b>	<b>352.5</b>

**III -5 Calcul de la pluie efficace :**

Pour tenir compte des pertes, le programme CROPWAT 4.3 nous permettra de calculer la précipitation efficace, définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur, etc.

Il est difficile d'évaluer les pluies efficaces sans avoir recours à des mesures effectuées pendant de longues périodes, en différents endroits.

Par conséquent, en l'absence de telles données, nous utiliserons couramment des méthodes expérimentales, cas de la méthode pourcentage fixé. Dans notre cas on fixe le pourcentage à 80% (on considère que 20% de précipitations sont des pertes par ruissellement de surface, et par percolation en profondeur).

Les valeurs mensuelles de **ET<sub>0</sub>**, **P<sub>80%</sub>** et **P<sub>eff</sub>** sont regroupées dans le tableau suivant :

**Tableau n°3-4 : Précipitation efficaces dans la zone de projet**

<b>Cropwat : 4.3                      station climat. : Djelfa</b>			
Mois	ET <sub>O</sub> (mm/jour)	Précipitation (mm/mois)	Pluie efficace (mm/mois)
Janvier	1.66	23,5	18,8
Février	2.52	51,7	41,36
Mars	3.48	74,2	59,36
Avril	4.98	38,8	31,04
Mai	5.75	34,5	27,6
Juin	7.57	15,7	12,56
Juillet	7.23	9,7	7,76
Août	7.32	13,1	10,48
Septembre	5.74	38,5	30,8
Octobre	3.47	11,7	9,36
Novembre	2.05	19,5	15,6
Décembre	1.44	21,6	17,28

### III.6.1 Estimation des doses et fréquences d'irrigation au niveau de la parcelle

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

$$B = ETM - (P_{eff} + RFU)$$

B : besoin en eau d'irrigation (mm)

E.T.M: évapotranspiration (mm / jour)

RFU : réserve facilement utilisable

$$RFU = Y ( H_{cc} - H_{pf} ). D_a . Z$$

Y : degré de tarissement

D<sub>a</sub> : densité apparente

Z : profondeur d'enracinement mm

H<sub>cc</sub> : humidité à la capacité au champ

H<sub>pf</sub> : humidité au point de flétrissement

P<sub>eff</sub> : pluie efficace

Nous opterons pour la formule la plus utilisée qui  $P_{eff} = a * P_{net}$

a : étant un pourcentage de 80.

Pour le calcul des besoins en eau de l'arboriculture on a utilisé une méthode de bulletin du FAO

N°36. Cette méthode consiste à déterminer de :

## 1. Evaporation maximale de la culture

$$ETM = Kc \cdot ETo ; (\text{mm/j})$$

Avec :

Kc: coefficient cultural

ETo : évapotranspiration de référence

## 2. Besoins en eau des cultures en irrigation localisée

$$ETM_{loc} = ETM \cdot Kr; (\text{mm/j})$$

Avec :

Kr coefficient de réduction

D'après Freeman et Garzoli  $Kr = Cs + 0,5 \cdot (1 - Cs)$

Cs : taux de couverture de sol (%)

## 3. Besoin en eau d'irrigation

a) Le besoin d'irrigation net,  $B_{net}$ , est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation théorique nécessaire pour obtenir une production normale sur l'ensemble de la surface cultivée (à l'exclusion des pertes et de la contribution des autres ressources).

b) Le besoin d'irrigation brut,  $B_{brut}$ , est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation nécessaire en pratique (y compris les pertes et les besoins de lessivage mais à l'exclusion de la contribution des autres ressources).

$$B_{brut} = B_{net} \cdot Rp + Lr ; (\text{mm/j})$$

$$Rp = \frac{E \cdot Cu}{100}$$

Avec :  $Rp$  : rendement de l'irrigation à la parcelle ;

$E$  : coefficient qui exprime l'efficacité de l'arrosage dépend de la texture du sol

$Cu$  : coefficient d'uniformité

$Lr$  : besoin supplémentaire en eau pour le lessivage du sol.

**Tableau 3-8** : Valeur de E pour diverses textures de sol

<i>Type de sol</i>	<i>E (%)</i>
Sable grossier, ou sol léger sur sous-sol gravier	115
Sableux	110
Limoneux	105
Argilo-limoneux ou argileux	100



Pour la micro irrigation :  $L_R = \frac{E.C_w}{2.E.C_e}$

Avec :  $E.C_w$  : Conductivité d'eau d'irrigation=0,325mmhos/cm

$E.C_e$  : Conductivité de la solution du sol qui occasion une baisse de rendement de X%(10%généralement).

Pour le pêcher et le l'olivier et l'abricotier  $E.C_e = 2.3$

Donc  $L_R=0.071$

D'après le tableau : 3-2; le mois de pointe c'est le Juin et pour les 3 types d'arbres

**Tableau 3-9** : Résultat des calculs

<i>paramètres</i>	<i>pêcher</i>	<i>l'abricotier</i>	<i>l'olivier</i>
ET <sub>0</sub> (mm/j)	7.57	7.57	7.57
K <sub>C</sub>	0,89	0,89	0.89
ETM (mm/j)	6.74	6.74	6.74
C <sub>S</sub>	60	60	60
K <sub>r</sub>	0,8	0,8	0,8
ETM <sub>loc</sub> =B <sub>net</sub> (mm/j)	5.39	5.39	5.39
E%	100	100	100
CU	1.11	1.11	1,11
R <sub>p</sub>	1,11	1,11	1,11
L <sub>r</sub>	0,071	0,071	0,071
B <sub>brut</sub> (mm/j)	6.051	6.051	6.051

### Conclusion

L'étude qui a été faite au niveau de notre région dans le but de déterminer la méthode de calcul de l'évapotranspiration la plus favorable (méthode de Penman qui prend en considération les principaux facteurs climatiques), la connaissance des apports, des pertes d'eau et les besoins en eau des plantes, nous ont permis de déterminer les besoins en eau d'irrigation pour les arboricultures.

**III.7. Projection du réseau d'irrigation localisée :****III.7.1. La dose pratique**

$$D_{net} = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot Z \cdot P\%$$

Tel que :

$H_{cc}$  : humidité à la capacité au champ ;  $H_{cc} = 31\%$

$H_{pf}$  : humidité au point de flétrissement ;  $H_{pf} = 15\%$

$Y$  : degré d'extraction de l'eau du sol ;  $Y = 0,66$

$Z$  : profondeur d'enracinement ; (mm)

$P$  : volume de sol humidifié.

Avec :

$$P = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_a \cdot S_r}$$

$n$  : Nombre de point de distribution par arbre.

$S_{pd}$  : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre ; (m)

$S_h$  : Largeur de la bande humidifiée ; (m).

$S_r$  : Ecartement entre rangs d'arbre ; (m)

$S_a$  : Espacement des arbres sur les rangs ;(m)

**III.7.2. La fréquence des arrosages**

$$Fr = \frac{D_{net}}{ETM_{max}}$$

Avec :

$Fr$  : Fréquence d'arrosage en jours.

$D_{net}$  : Dose nette d'arrosage en mm.

$ETM_{max}$  : Besoin journalier au mois de pointe en mm/jours.

**III.7.3. La dose brute :**

$$D_{brute} = \frac{D_{r.net}}{EFF \cdot Cu}$$

Avec :  $EFF$  : Efficience en irrigation localisée en suppose=0.9.

$Cu$  : coefficient d'uniformité.

$D_{net}$  : Dose nette en mm.

**III.7.4. La durée d'arrosage :**

La durée d'arrosage notée T est donnée par la formule suivante :

$$t = \frac{D_{brute} \times S_d \times S_r}{Q_d}$$

Avec :

$D_{brute}$  : Dose brute.

$S_d$  : Espacement entre les goutteurs en m.

$S_r$  : Ecartement entre les rampes en m.

$Q_d$  : Débit d'un goutteur en l/ h.

**a- Pour l'olivier :****La dose pratique :**

$$D_{net} = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot Z \cdot P\%$$

Tel que :

$H_{cc} = 31\%$  et  $H_{pf} = 15\%$  (d'après la textures du sol « FAO »)

$Z : 1400\text{mm}$

$Y : 2/3$ .

Avec :

$$P = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_a \cdot S_r}$$

$n : 2$ . ( $Q_g = 4 \text{ l/h}$ )

$S_{pd} : 1 \text{ m}$

$S_h : 7 \text{ m}$

$S_r : 7 \text{ m}$

$S_a : 6 \text{ m}$

$$P = \frac{2 \times 1 \times 7}{7 \times 6} = 0.33$$

Donc :

$$D_{net} = (0.31 - 0.15) \cdot 1400 \cdot 2/3 \cdot 0.33 = 47.78 \text{ mm.}$$

$$D_{net} = 47.78 \text{ mm.}$$

**La fréquence des arrosages :**

$$Fr = \frac{D_{.net}}{ETM_{max}}$$

Avec :

$$ETM_{max} = ETM_{local}$$

$$Fr = \frac{47.78}{5.39} \approx 8.86 \text{ jours}$$

$$Fr = 8,86 \text{ jours.}$$

**La dose brute :**

$$D_{brute} = \frac{D_{r.net}}{EFF \cdot Cu}$$

Avec : EFF : Efficience en irrigation localisée en suppose=0.9.

$$D_{brute} = \frac{47.78}{0.9 \times 0.90} = 58.98 \text{ mm.}$$

$$D_{brute} = 58.98 \text{ mm.}$$

**La durée d'arrosage :**

$$t = \frac{D_{brute} \times S_d \times S_r}{Q_d} \quad (Q_d=4*2)$$

A, N :

$$t = \frac{58.98 \times 1 \times 7}{8} = 51.61 \text{ heures.}$$

$$t = 51.61 \text{ heures.}$$

**b- Pour l'abricotier :****La dose pratique :**

$$D_{net} = (Hcc - Hpf) \cdot Y \cdot Z \cdot P\%$$

Tel que :

Hcc = 31 % et Hpf = 15 % (d'après la textures du sol « FAO »)

Z : 1400mm

Y : 2/3.

Avec :

$$P = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_a \cdot S_r}$$

n : 2.

S<sub>pd</sub> : 1 m

$$S_h : 6 \text{ m}$$

$$S_r : 6 \text{ m}$$

$$S_a : 5 \text{ m}$$

$$P = \frac{2 \times 1 \times 6}{6 \times 5} = 0.4$$

Donc :

$$D_{net} = (0.31 - 0.15) \cdot 1400 \cdot (2/3) \cdot 0.4 = 59.73 \text{ mm.}$$

$$D_{net} = 59.73 \text{ mm.}$$

**La fréquence des arrosages :**

$$Fr = \frac{D_{net}}{ETM_{max}}$$

Avec :

$$ETM_{max} = ETM_{local}$$

$$Fr = \frac{59.73}{5.39} \approx 10,95 \text{ jours}$$

$$Fr = 10,95 \text{ jours.}$$

**La dose brute :**

$$D_{brute} = \frac{D_{r.net}}{EFF \cdot Cu}$$

Avec : EFF : Efficience en irrigation localisée en suppose=0.9.

$$D_{brute} = \frac{59.73}{0.9 \times 0.90} = 73.74 \text{ mm.}$$

$$D_{brute} = 73.74 \text{ mm.}$$

**La durée d'arrosage :**

$$t = \frac{D_{brute} \times S_d \times S_r}{Q_d}$$

A, N :

$$t = \frac{73.74 \times 1 \times 6}{8} = 55,31 \text{ heures.}$$

$$t = 55,31 \text{ heures.}$$

**.c- Pour le pêcher :**

**La dose pratique :**

$$D_{net} = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot Z \cdot P\%$$

Tel que :

$$H_{cc} = 31 \% \text{ et } H_{pf} = 15 \% \text{ (d'après la textures du sol « FAO »)}$$

$$Z : 1400 \text{ mm}$$

$$Y : 2/3.$$

Avec :

$$P = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_a \cdot S_r}$$

$$n : 2.$$

$$S_{pd} : 1 \text{ m}$$

$$S_h : 6 \text{ m}$$

$$S_r : 6 \text{ m}$$

$$S_a : 5 \text{ m}$$

$$P = \frac{2 \times 1 \times 6}{5 \times 6} = 0.4.$$

Donc :

$$D_{net} = (0.31 - 0.15) \cdot 1400.2 / 3 \cdot 0.4 = 59.73 \text{ mm mm.}$$

$$D_{net} = 59.73 \text{ mm mm.}$$

**La fréquence des arrosages :**

$$Fr = \frac{D_{net}}{ETM_{max}}$$

Avec :

$$ETM_{max} = ETM_{local}$$

$$Fr = \frac{59.73}{5.39} \approx 10,95 \text{ jours}$$

$$Fr = 10,95 \text{ jours.}$$

**La dose brute :**

$$D_{brute} = \frac{D_{r.net}}{EFF \cdot Cu}$$

Avec : EFF : Efficience en irrigation localisée en suppose=0.9.

$$D_{brute} = \frac{59.73 \text{ mm}}{0.90 \times 0.90} = 73.74 \text{ mm.}$$

$$D_{brute} = 73.74 \text{ mm.}$$

**La durée d'arrosage :**

$$t = \frac{D_{brute} \times S_d \times S_r}{Q_d}$$

A, N :

$$t = \frac{73.74 \times 1 \times 6}{8} = 55,31 \text{ heures.}$$

$$t = 55,31 \text{ heures.}$$

**Conclusion :**

D'après la détermination des besoins en eau d'irrigation ; la 2<sup>ème</sup> partie consiste à choisir la meilleure technique d'arrosage qui est adapté avec les données qui caractérisent notre parcelle. Ensuite on a déterminé la façon de distribuer l'eau aux arbres, la durée d'arrosage, la fréquence et l'irrigation journalière.

# **Chapitre IV :**

**Système et Technique d'Arrosage**



## **IV. Irrigation localisée (Yves Pénadille)**

### **Introduction :**

Rappelons que l'irrigation localisée se caractérise par:

- la mise en place sur la parcelle d'un réseau dense de canalisations (rampes) couvrant totalement la surface à irriguer;
- l'apport de l'eau au voisinage de la plante.

### **IV.1. Définitions :**

Sur le plan international, différents termes sont utilisés pour désigner cette technique d'irrigation:

- Micro-irrigation : terme choisi par la CIID (Téhéran 1976) en référence aux débits utilisés qui, contrairement aux deux autres techniques plus anciennes, aspersion et irrigation de surface, sont très faibles.
- Irrigation goutte à goutte : terme utilisé par certains auteurs en référence à l'utilisation d'un type particulier de distributeur : le goutteur.
- Irrigation localisée: terme choisi par l'Organisation mondiale pour l'alimentation et l'agriculture (FAO, OAA, 1976) en raison des apports d'eau effectués au voisinage immédiat des plantes. C'est ce terme que nous utiliserons par la suite.

### **IV.2. Développement :**

Dès l'antiquité, il fut observé que l'apport d'eau aux plantes à très faible dose et de manière répétée donnait des résultats spectaculaires. De nombreux documents attestent de l'utilisation de jarres poreuses en terre cuite que les anciens remplissaient d'eau et qui libéraient lentement, par suintement, une très faible quantité d'eau. L'irrigation localisée était inventée.

C'est en Israël, à partir des années 1960, que l'irrigation localisée a commencé à être reconnue comme nouvelle technique d'irrigation. Le développement des matières plastiques a permis de fabriquer industriellement, à faible coût, des distributeurs précis et fiables et des tuyaux de faible diamètre.

Les premiers rapports scientifiques et techniques sur l'irrigation localisée furent publiés en Israël en 1963 et aux Etats-Unis en 1964. En 1971 eut lieu à Tel Aviv le premier congrès international sur l'irrigation localisée. Vingt-quatre articles y furent présentés contre 157 lors du cinquième congrès en 1995.

En 1991, la troisième enquête sur l'utilisation mondiale de l'irrigation localisée effectuée par la Commission internationale des irrigations et du drainage (CIID) montre

une augmentation des surfaces de 63 %, et de 329 %, respectivement pour les 5 et 10 dernières années.

Au moment de l'enquête, les surfaces ainsi irriguées étaient de 1768987ha. Elles sont actuellement estimées à 2500000ha, ce qui ne représente que 1 % des surfaces irriguées.

Le tableau 1 montre l'évolution des surfaces équipées en hectares dans différents pays au cours des 10 dernières années.

En se basant sur la tendance actuelle, on estime qu'en l'an 2000 les surfaces équipées en irrigation localisée atteindront vraisemblablement 3 millions d'hectares soit 2 % environ de la totalité des surfaces mondiales irriguées.

#### > CULTURES IRRIGUÉES

L'enquête effectuée en 1986 par la CIID, montre une progression rapide de l'irrigation localisée surtout sur les cultures arbustives, un développement notable sur les cultures annuelles, légumes et fleurs, ainsi que sur certaines grandes cultures, en particulier le coton et la canne à sucre (à Hawaii la canne à sucre est passé de 5 000 ha en 1981 à 42 000 ha en 1986).

Bien que l'irrigation localisée soit très bien adaptée aux cultures sous abri, les surfaces ainsi équipées ne représentent qu'une faible part de la surface totale. Enfin, les espaces verts constituent un domaine où l'irrigation localisée trouve de multiples applications surtout en conditions difficiles (Tiercelin, 1997).

Le tableau 02 montre la répartition des surfaces équipées en irrigation localisée selon le type de culture.

**Tableau 01** • Surfaces couvertes en irrigation localisée.

<b>Pays</b>	<b>1981</b>	<b>1986</b>	<b>1991</b>
USA	185 300	392 000	6 006 000
Espagne		112 500	160 000
Australie	20050	58758	147 011
Afrique du sud	44000	102 250	144 000
Israël	81700	126 810	104 302
Italie	10300	21700	78600
Égypte		68450	68450
Mexique	2 000	12684	60000
Japon		1 400	57096
Inde	20		55000
France	22000		50953
Thaïlande		3 660	41150
Colombie			29500
Chypre	6 000	10000	25000
Portugal		23565	23565
Brésil	2 000	20150	20150
Chine	8 040	10000	19000
Jordanie	1 020	12000	12000
Taiwan		10005	100 005
Maroc	3 600	5 825	9 766
<i>Autres</i>	50560	38821	100 737
<b>Total</b>	<b>412 760</b>	<b>1 082 631</b>	<b>1 768 987</b>

**Tableau 02:** Répartition des surfaces selon les différentes cultures.

Type de culture	Surface mondiale en micro-irrigation en hectares	Surface en % de la surface mondiale
<b>Cultures fruitières</b>		
Agrumes	229 890	13
Arbres à feuilles caduques	295 555	16,7
Avocat - Manguiers	51 274	2,9
Olives - noix	90 866	5,1
Pépinières	22 750	1,3
Autres	57 390	3,2
<b>Vignes</b>		
Raisin de table	196 896	11,1
Raisin de cuve	37 560	2,1
<b>Légumes</b>		
Culture de plein champ	156 997	8,9
Culture sous abri	64 974	3,6
<b>Fleurs</b>		
Pépinières	9 274	0,5
Serres	17 684	1
<b>Grandes cultures</b>		
Coton	36 632	2,1
Canne à sucre	45 060	2,5
Autres	42 330	2,4
<b>Autres cultures</b>	37 049	2,1
<b>Cultures non spécifiées</b>	377 780	21,5

### **IV.3. Avantages et inconvénients :**

#### **IV.3.1. Avantages :**

Par rapport à l'aspersion ou à l'irrigation de surface, l'irrigation localisée permet une utilisation plus rationnelle de l'eau et présente de multiples avantages :

#### **• Économies dans l'utilisation de l'eau et des autres facteurs de la production agricole**

- économie d'eau : l'irrigation localisée contribue à une meilleure gestion de la ressource en eau et à la protection de l'environnement. Avec une efficacité pouvant atteindre 90 à 95 %, lorsque l'équipement est bien conçu et l'irrigation bien conduite, elle s'impose notamment si l'eau est rare et chère. L'apport localisé profite essentiellement à la culture. Il limite le développement des adventices surtout dans les régions où les étés sont secs diminuant ainsi le nombre de désherbages, mécaniques ou chimiques, nécessaires ;
- économie d'énergie : une efficacité élevée des apports de l'eau sur les parcelles et une pression de fonctionnement des distributeurs faible (de 0.5 à 3 bars) nécessitent moins d'énergie de pompage;

— économie de main-d'oeuvre : la présence sur les parcelles de canalisations fixes rend possible l'automatisation des arrosages.

• **Contrôle précis des quantités d'eau et de fertilisants apportées** : lorsqu'un projet a été convenablement calculé, la variation du débit des différents distributeurs, généralement inférieure à 15 %, permet de doser avec une meilleure précision les quantités d'eau et de fertilisants apportées aux cultures, d'où une économie d'engrais — nitrates notamment — et une diminution des risques de pollution des nappes.

• **Facilité de travail**: les travaux culturaux et les passages de matériel sur la partie de la surface du sol qui reste sèche, restent possibles à tout moment. Ceci facilite l'organisation des travaux, permet le maintien de la structure du sol et une diminution importante des risques de tassement (suppression des semelles de compactage qu'entraîne le passage fréquent des roues de tracteur aux mêmes endroits des interlignes sur un sol humide).

• **Adaptation aux conditions difficiles**: l'utilisation de goutteurs auto-régulants permet de s'adapter aux terrains en pente ou aux parcelles de grande dimension (longueurs de rampe importantes). Les faibles débits utilisés, en limitant les risques de flaquage et de percolation hors de la zone racinaire, conviennent très bien pour les sols difficiles (peu perméables), ou au contraire très légers, avec de faibles capacités de rétention). Des essais israéliens (Goldberg et Shmueli, 1969) et américains (Bemstein et François, 1970-1971) ont montré que les chutes de rendement de récoltes dues à des arrosages avec des eaux salées étaient moins graves avec l'irrigation localisée qu'avec les autres techniques d'irrigation (aspersion et irrigation de surface). Les sels s'accumulent en surface dans les intervalles entre les rampes, en cultures annuelles, et en périphérie des bulbes humides pour les cultures arbustives où les points d'apport (par les goutteurs) sont plus espacés.

#### **IV.3.2. Inconvénients :**

• **Sensibilité des goutteurs à l'obstruction** : En raison de leur conception (faible section de passage), de la qualité de l'eau ou de l'utilisation de certains engrais, l'obstruction totale ou progressive des distributeurs, parfois même des rampes, est considérée comme le problème majeur de l'irrigation localisée. Même légère, cette obstruction, qui présente un caractère aléatoire, n'affecte pas de façon identique l'ensemble des distributeurs d'un même réseau, réduit de ce fait l'uniformité d'arrosage et peut causer des dégâts aux cultures. La filtration permet d'éliminer les particules d'origines minérales ou organiques avant qu'elles ne pénètrent dans le réseau. Cependant des bouchages peuvent se produire par sédimentation et agrégation des particules dans les rampes, par évaporation de l'eau à

la sortie des distributeurs et dépôt de sel (carbonate de calcium), ou par développement de gels bactériens (surtout si l'eau contient des sulfures).

Pour résoudre cette difficulté, différentes solutions sont envisageables:

— remplacer les goutteurs par des minidiffuseurs, des micro-asperseurs ou des ajutages moins sensibles aux obstructions car ils possèdent un circuit hydraulique court et un diamètre de passage de l'eau plus important;

— améliorer la filtration et effectuer un traitement chimique préalable de l'eau par injection de produits tels que l'acide nitrique et l'hypochlorite de sodium.

• **Présence permanente d'un réseau de canalisation** : ce réseau peut dans certains cas gêner le passage des différents engins de culture.

• **Difficulté de voir si le réseau fonctionne correctement**: lorsque les rampes sont enterrées, posées directement sur le sol, placées sous un paillage plastique, ou recouvertes par la culture, un contrôle visuel des débits n'est pas toujours aisé.

• **Fruits et feuillage ne sont pas lessivés**: l'irrigation localisée qui évite le dépôt de sel par évaporation de l'eau laissée sur les feuilles, ne permet pas par contre de débarrasser le feuillage ou les fruits de la poussière qui les recouvre principalement dans les régions à climat aride et venté ce qui peut entraîner des pertes de rendement, ou une dévalorisation de l'aspect de la récolte (cas des plantations de bananiers en zone sahélienne).

• **Ne convient pas à toutes les cultures**: l'absence d'environnement humide peut ne pas convenir à certaines plantes d'origine tropicale (kiwi par exemple).

• **Sensibilité et vulnérabilité de la culture à une interruption des apports d'eau** : le système racinaire actif de la culture est limité au volume du bulbe. Dans les régions où l'eau consommée par la plante provient uniquement des apports faits par l'irrigation, cette localisation rend la plante très sensible à toute panne surtout si la densité des points d'apport est trop faible car il n'y a pas de réserve importante d'eau dans le sol.

L'irrigation localisée malgré ses nombreux avantages, reste une technique sophistiquée. Délicate d'emploi elle nécessite des matériels adaptés, de bonne qualité, et une compétence élevée de la part des utilisateurs, ce qui implique :

— d'utiliser des matériels sûrs, fiables et de bonne qualité, principalement en ce qui concerne la station de tête et les distributeurs;

— de faire appel à des maîtres d'oeuvre ou à des entreprises compétentes pour la conception des projets. Les débits entre les différents distributeurs d'un même poste d'arrosage, ne doivent pas varier de plus de 10 % par rapport au débit moyen;

- de connaître précisément les besoins en eau de la culture en fonction de son stade végétatif, des conditions climatiques et des caractéristiques hydrodynamiques du sol (détermination de l'importance du bulbe, choix du débit et de la disposition des distributeurs);
- de connaître précisément la dose apportée par arrosage; les modalités d'apport (dose journalière et fractionnement éventuel de celle-ci) peuvent avoir une importance primordiale pour que les besoins de la culture, qui peuvent être essentiellement variables, puissent être satisfaits au plus juste pour obtenir une utilisation optimale de l'eau (cas d'une ressource limitée);
- de connaître les besoins en éléments fertilisants de la culture et d'utiliser des engrais adaptés pour éviter la formation de précipité augmentant les risques de bouchage.

#### **IV.4. Les composants d'une installation d'irrigation localisée :**

Une installation ou réseau d'irrigation localisée comprend de l'amont vers l'aval les éléments suivants (figure 01)

- la ressource en eau ou point d'eau;
- la station de tête ;
- des canalisations de transport (canalisations principales et secondaires) en tête des postes d'arrosage;
- une ou des canalisations d'alimentation des rampes (le ou les porte-rampes);
- des canalisations d'alimentation des distributeurs (les rampes) ;
- les distributeurs installés le long des rangées de culture.

#### **IV.5. La ressource en eau :**

##### **IV.5.1 Origine de l'eau :**

Le problème essentiel pour une installation d'irrigation localisée est lié à la qualité de l'eau. Une eau de bonne qualité contiendra peu d'éléments pouvant provoquer un colmatage des distributeurs.

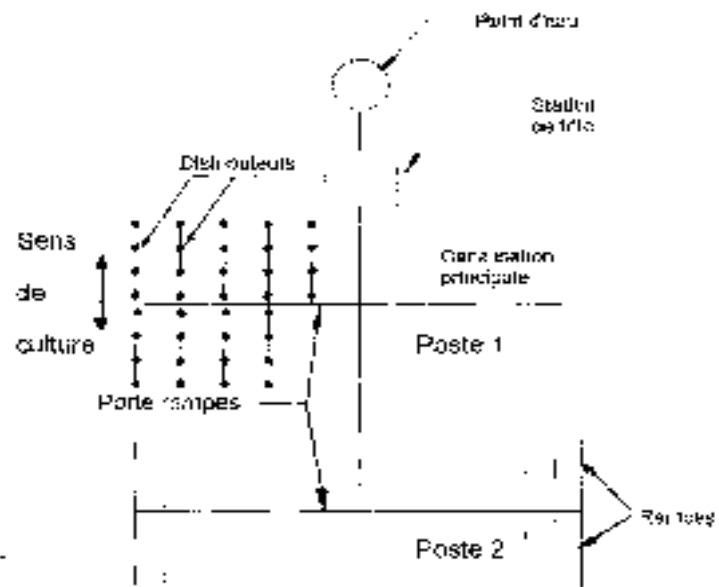


Figure 01 ■ Schéma d'une installation d'irrigation localisée.

La connaissance de l'origine de l'eau permet de déterminer le niveau de filtration souhaitable pour protéger efficacement l'installation et de définir les différents traitements nécessaires.

- Eaux de surface : elles proviennent de pompages effectués à partir d'un lac, d'un puits peu profond, d'un cours d'eau ou d'un canal. Elles contiennent généralement des quantités importantes de particules de tailles diverses d'origine minérale (sables, argiles, limons) ou organique (larves, oeufs de poisson, algues, spores...). Considérées souvent comme de mauvaise qualité elles nécessitent l'utilisation de deux étages de filtration (filtre à sable et filtre à tamis).

- Eaux de profondeur: elles proviennent de forages profonds. Généralement de bonne qualité elles ne nécessitent qu'un filtre à tamis associé à un dessableur cyclone si elles contiennent du sable. La présence d'éléments chimiques dissous est responsable, à la sortie et parfois dans le goutteur de la formation de précipités de carbonates de calcium ou de magnésium, de fer ferrique (couleur brun rouge), et plus rarement de sulfates.

Lorsque la teneur en fer est supérieure à 1 ppm (partie par million) l'utilisation de l'irrigation localisée est déconseillée car les risques de colmatage par formation de précipités ou de gels sous l'action des bactéries ferrugineuses sont importants.



•Eaux de réseaux collectifs: elles ont souvent plusieurs origines (eaux de surface et/ou eaux de profondeur) et nécessitent généralement deux étages de filtration.

#### **IV.5.2. Disponibilité en eau :**

Selon la disponibilité en eau, à la demande ou au tour d'eau, la ressource est caractérisée par:

- dans le cas d'une alimentation continue, son débit et sa pression (réseaux collectifs pompes individuelles);
- dans le cas d'une desserte en eau discontinue, son débit, sa pression, le volume journalier ou le temps d'utilisation possible du débit disponible, la durée du tour d'eau.

#### **IV.5.3. Analyse de l'eau :**

Pour les eaux de surface leur qualité sera appréciée dans le cas le plus défavorable en effectuant en cours d'année différentes analyses et observations. En effet, leurs caractéristiques varient souvent dans le temps (étiage, crues, orages...).

Les différents éléments analysés sont:

- (1) les principaux cations (calcium, fer);
- (2) les principaux anions (carbonate et sulfate);
- (3) les matières en suspension;
- (4) les matières organiques ;
- (5) le pH ;
- (6) le Eh.

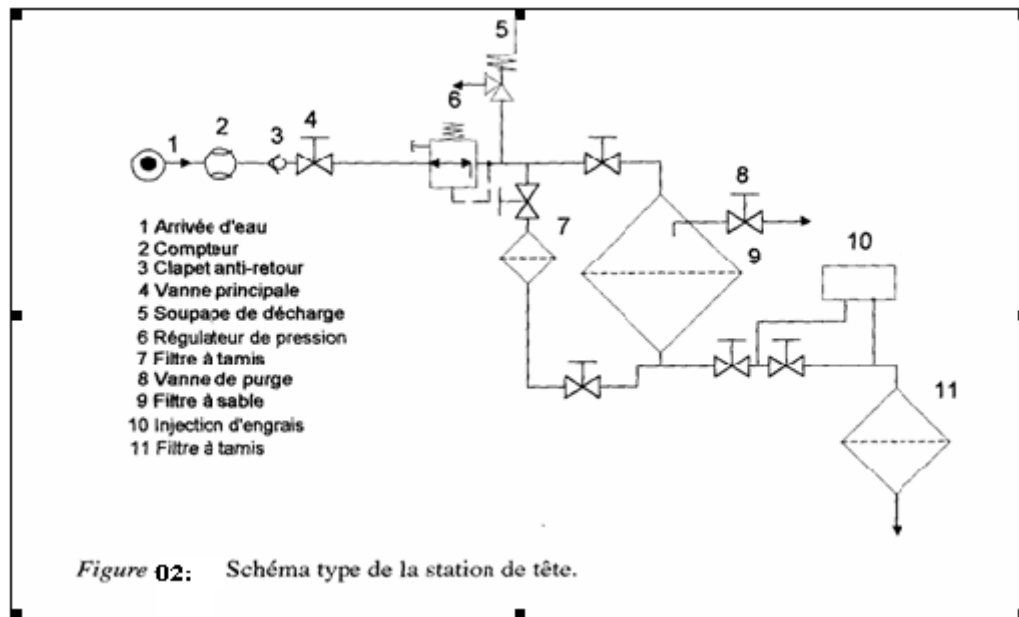
**Tableau 03:** Analyses nécessaires selon l'origine de l'eau.

	Provenance de l'eau	
	Eau de profondeur	Eau de surface
Analyse préliminaire au projet	1-2-3-5	1-2-3-4-5-6
Détermination de l'origine d'un colmatage	1-2-3-5-6	1-2-3-4-5-6

#### **IV.6. La station de tête :**

La station de tête comprend les différents appareils nécessaires pour garantir le bon fonctionnement et la sécurité du réseau ainsi que la protection de l'environnement. Les

différentes fonctions assurées concernent le conditionnement hydraulique de l'eau, la filtration, la chimigation, la programmation et le comptage (figure 02).



#### **IV.6.1. Le compteur d'eau :**

Le compteur d'eau placé sur la borne d'un réseau collectif ou sur la canalisation de refoulement d'une station de pompage permet:

- de s'assurer du bon fonctionnement du réseau par un contrôle ponctuel du débit (rupture de canalisation, colmatage des distributeurs);
- de connaître la quantité d'eau apportée sur une parcelle lors d'un arrosage;
- de dresser le bilan des apports pour l'ensemble de la campagne d'irrigation.

Il est préférable de contrôler les volumes apportés plutôt que de se baser uniquement sur le temps de fonctionnement car au cours d'un arrosage, les débits et les pressions peuvent varier, ce qui entraîne des écarts entre les quantités réellement apportées et les quantités programmées.

#### **IV.6.2. Le clapet anti-retour :**

Le rôle du clapet anti-retour est de créer une disjonction entre le réseau d'irrigation et la ressource en eau pour éviter tout risque de pollution par retour de l'eau du réseau d'irrigation et de la solution fertilisante dans la source, le puits ou le réseau collectif en cas d'arrêt de la station de pompage ou de dépression dans le réseau collectif.

Il est en général constitué par un boîtier à l'intérieur duquel se déplace un clapet qui ne permet le passage de l'eau que dans un seul sens. Ce dispositif est monté en ligne sur la canalisation principale.

#### **IV.6.3. Le régulateur de pression aval :**

Le rôle du régulateur de pression aval est de maintenir constante la valeur de la pression aval lorsque la pression amont est trop élevée et variable. Ce type d'appareils fonctionne correctement dans des plages de pression (amont et aval) et de débit définies par le constructeur. Il est réglable manuellement ou préréglé en usine.

Il se place

- en amont de la station de tête et protège les installations contre les risques de surpression;
- en tête des différents postes pour obtenir la valeur de la pression prévue lors de la conception du projet.

#### **IV.6.4. La soupape de décharge :**

La soupape de décharge a pour rôle de protéger les installations contre les risques de surpression.

#### **IV.6.5. La ventouse :**

Le rôle de la ventouse est:

- d'évacuer l'air lors du remplissage du réseau;
- de permettre l'entrée d'air dans le réseau pour éviter les dégâts dus aux effets d'une dépression.

Elle est placée aux points hauts des installations dans les zones où l'air a tendance à s'accumuler.

#### **IV.7. La filtration de l'eau :**

La filtration de l'eau est une fonction essentielle de la station de tête. La propreté de l'eau est un élément fondamental pour le bon fonctionnement d'un réseau d'irrigation localisée car le colmatage complet ou partiel des distributeurs est un des principaux problèmes rencontrés par les utilisateurs. A cause du faible diamètre de l'orifice de passage des goutteurs, (0,5 à 0,8 mm), les eaux utilisées doivent être débarrassées de leurs impuretés. Un colmatage même partiel entraîne une diminution des apports d'eau et d'engrais le long de la rampe, très dommageable pour les cultures si elle n'est pas décelée rapidement.

Le tableau 4 présente une classification de l'eau d'irrigation permettant de prévoir les risques potentiels de colmatage (Bucks et al., 1979). Cette classification a pour origine des

tests de laboratoire et des expérimentations au champ en différents lieux et pour différents types d'eau,

**Tableau 04:** Classification des eaux en fonction des risques d'obstruction potentiels des distributeurs (d'après Bucks et Nakayama).

Causes	Risques d'obstruction		
	Faible	Moyen	Fort
<b>Physique</b>			
Matières en suspension	< 50 *	50-100 *	100 *
<b>Chimique</b>			
pH	< 7 *	7-8 *	8 *
Seils totaux dissous	< 500 *	500-2 000 *	2 000 *
Calcium	< 10 *	10-50 *	> 50 *
Carbonates	< 100 *	100-200 *	> 200 *
Manganèse	< 0,1 *	0,1-1,5 *	>1,5 *
Fer	< 0,1 *	0,1-0,5 *	0,1-1 *
<b>Biologiques</b>			
Population bactérienne/ml	< 10 000	10-50 000	> 50 000

\* Concentration maximale exprimée en ppm (partie par million).

#### **IV.8. Les causes d'obstruction :**

Le colmatage des distributeurs est causé par des particules minérales, des matières organiques, des précipités chimiques ou par la combinaison de ces différents éléments (Pitts et al., 1990). Une mauvaise conception du réseau et/ou un entretien négligeant augmentent considérablement les risques d'obstruction.

##### **IV.8.1. Obstruction physique :**

Elle est causée par les différents constituants du sol (sable, limon, argile) en suspension dans l'eau. Les particules peuvent résulter de l'agglomération de petites particules qui forment des dépôts plus importants. Par exemple, les argiles en suspension dans l'eau ne provoquent pas de colmatage sauf lorsqu'elles flocculent. Les particules contenues dans l'eau d'irrigation agissent de deux façons:

- par colmatage brutal si leur taille est supérieure à la section de passage de l'eau à travers le goutteur (particules de sable);
- par colmatage lent ou limonage lorsque les particules les plus fines se déposent lentement dans les distributeurs ou en extrémité de rampe là où la vitesse est faible. Des purges des rampes et des porte-rampes sont donc indispensables : leur périodicité doit être déterminée empiriquement par chaque utilisateur.

### **IV.8.2. Obstruction chimique :**

Elle est causée par la précipitation d'un ou de plusieurs sels dissous dans l'eau d'irrigation tels que le calcium, le fer, le magnésium et le manganèse. Le calcium est souvent présent à concentration élevée dans les eaux qui proviennent de nappe une augmentation du pH, de la température ou l'évaporation de l'eau à la sortie des distributeurs peut provoquer la formation de précipités.

L'injection d'engrais, en modifiant les propriétés physicochimiques de l'eau, augmente les risques de colmatage. Des précautions spéciales (acidification de l'eau à pH 5,8 par l'injection d'acide nitrique) doivent être prises principalement lors de l'injection de phosphore et/ou de potasse.

### **IV.8.3. Obstruction biologique :**

C'est un type d'obstruction difficile à maîtriser. Les eaux de surface contiennent de la matière organique morte plus ou moins décomposée et également des micro-organismes vivants tels que algues, bactéries, protozoaires, champignons. Les éléments de dimension supérieure à 50 ou 100 microns tels que les algues pluricellulaires et une grande partie de la matière organique morte sont arrêtés par les filtres à sable. Cependant, de nombreux autres types d'algue, suffisamment petites pour passer au travers des filtres et des distributeurs, peuvent flocculer entre eux et provoquer un colmatage. De même, les bactéries ne provoquent pas de bouchage mais elles peuvent entraîner la précipitation de fer ferrique ou de sulfure. D'autres bactéries produisent des gels favorisant l'accumulation de particules minérales (argile, limon) ou organiques (algues, spores). Le fer et l'hydrogène sulfuré provoquent le développement de diverses bactéries entraînant des obstructions rapides des canalisations.

## **IV.9. Les différents types de filtres :**

La capacité d'une station de filtration ainsi que les types de filtre utilisés, à sable, à tamis, à disques, ou dessableurs cyclones sont déterminés par la nature et l'importance de la charge de l'eau utilisée, par le débit de l'installation et par la plus petite section de passage de l'eau dans le distributeur.

Souvent les fabricants spécifient la finesse de filtration nécessaire pour protéger leurs distributeurs. En l'absence de cette information, on choisira un filtre capable de retenir les particules de taille supérieure au 1/6 ou 1/10 de la plus petite section de passage de l'eau dans le circuit du distributeur.

### **IV.9.1. Les filtres à sable :**

Lorsque l'eau contient des quantités importantes de particules organiques ou non, les filtres à sable sont plus efficaces que les filtres à tamis. Ils retiennent plus d'éléments car il se produit une filtration en profondeur.

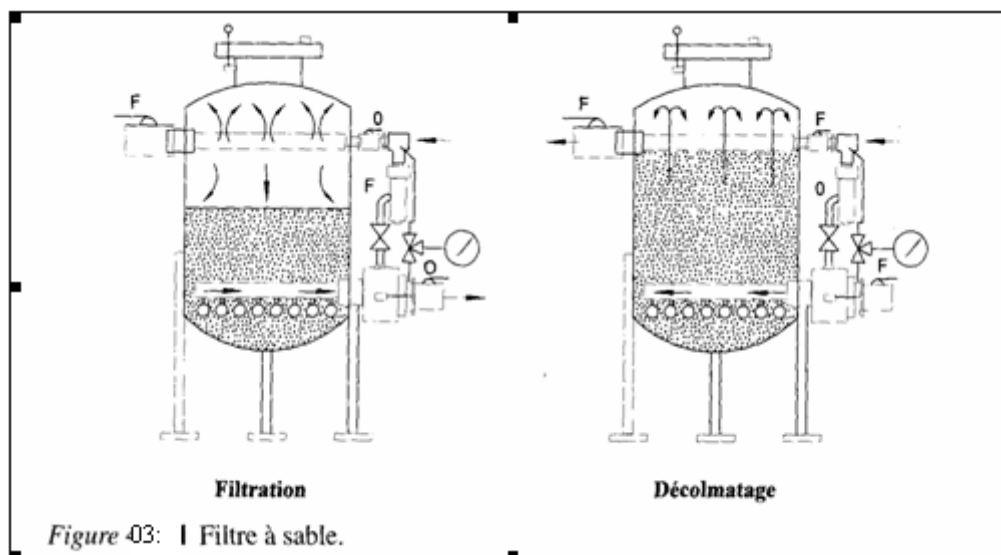
Les filtres à sable sont constitués par une cuve métallique étanche conçue pour résister à la pression et remplie de sable calibré servant de matériau de filtration. Les constructeurs proposent habituellement une ou deux granulométries de sable roulé car les grains ronds s'interpénètrent mieux et assurent une meilleure filtration.

Une épaisseur de sable de 60 cm est suffisante car les particules sont généralement retenues dans les 10 premiers centimètres.

La filtration est d'autant plus efficace que

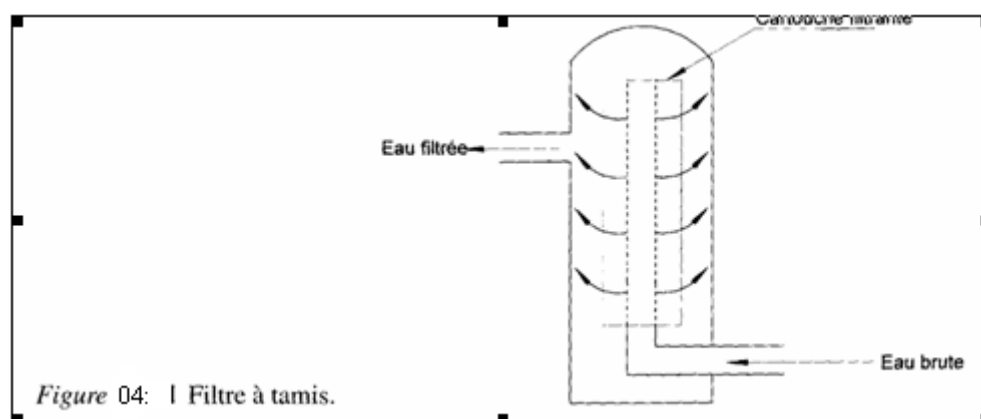
- la granulométrie du sable est homogène et adaptée au seuil de filtration exigé par le distributeur. Tous les grains de sable n'ont pas la même taille et le coefficient d'uniformité  $C_u$  définit la variabilité des particules dans un échantillon
- la section du milieu filtrant est importante;
- la vitesse de filtration ne dépasse pas 4,5 cm/s;
- la répartition de l'eau sur la surface du milieu filtrant est homogène et ne crée pas de passages préférentiels.

La mesure de la perte de charge dans le filtre permet de contrôler le degré d'encrassement. Le décolmatage s'effectue par contre lavage commandé par des vannes manuelles ou automatiques. L'eau sous pression préalablement filtrée pénètre à la base du filtre, met en suspension les grains de sable et entraîne les impuretés vers le drain. Le débit utilisé est égal à 30 % ou à 40 % de la valeur du débit nominal. La conception du dispositif de contre lavage est importante pour assurer un nettoyage homogène de l'ensemble de la masse filtrante. Durant le processus de contre lavage, les sables les plus fins sont entraînés, se déposent au-dessus du média filtrant et définissent ainsi la finesse de filtration effective. Un filtre à sable doit impérativement être suivi d'un filtre à tamis. Le rôle de celui-ci est d'assurer la sécurité des installations en cas de fuite accidentelle de sable lors d'un contre lavage du filtre à sable ou d'une mauvaise filtration résultant de la formation de passages préférentiels dans la masse filtrante (figure 03).



#### IV.9.2. Les filtres à tamis :

Les filtres à tamis sont obligatoires pour assurer la sécurité des installations même si l'eau paraît parfaitement propre (figure 04).



Ils comprennent une enceinte étanche en métal ou en plastique, résistant à la pression et contenant une cartouche filtrante. Celle-ci est formée d'une toile tissée en acier inoxydable ou en plastique à maille carrée dont les dimensions définissent la finesse de filtration. Elle est fixée sur une armature qui en assure la résistance mécanique. Ces toiles très fines sont fragiles (déchirure et abrasion par les particules de sable et de limon).

Les filtres à tamis sont caractérisés par:

— leur finesse de filtration exprimée en nombre de mesh (nombre de mailles par pouce) ou en vide de maille (intervalle existant entre deux fils contigus de la toile). Les filtres les plus utilisés ont une finesse de filtration (ou vide de maille) de 80 à 120 microns. La finesse de filtration est choisie selon le type de distributeur à protéger. Le vide de maille ne doit pas dépasser le tiers de la plus petite section de passage de l'eau dans le distributeur;

- la surface nette de passage de l'eau qui est de 50 % environ de la surface brute du tamis et qui est d'autant plus faible que la toile est plus fine. A caractéristiques égales, les toiles en Nylon ont une surface nette moins importante;
- une faible vitesse de passage (3 à 4 cm/s) qui améliore la qualité de la filtration et permet d'espacer les nettoyages.

Le décolmatage peut être :

- manuel par démontage, brossage de la toile et remontage du filtre. Ceci convient pour les installations de petite taille et lorsqu'un ou deux nettoyages par semaine sont suffisants
- semi-automatique: lorsque des nettoyages journaliers sont nécessaires, on peut actionner manuellement une brosse placée à l'intérieur de filtre ou manoeuvrer les vannes d'un système de contre lavage
- automatique: lorsque l'installation nécessite plusieurs interventions par jour le nettoyage de la cartouche peut être réalisé automatiquement de façon hydraulique par succion et contre lavage ou mécanique par des brosses actionnées par un moteur électrique.

Dans le premier cas, le système est autonome-en énergie, et dans le second une alimentation électrique est nécessaire.

Il suffit d'une faible quantité de particules minérales ou organiques pour colmater un réseau. C'est pourquoi, quel que soit le système de filtration utilisé, pour éviter une contamination du réseau d'irrigation lors des phases de nettoyage, les contre-lavages seront effectués avec des eaux filtrées. Pour se protéger des risques potentiels de contamination, ruptures de canalisation, déchirement de toile filtrante ou autres accidents, de petits filtres à tamis de sécurité pourront être placés en tête des différents postes d'arrosage.

#### **IV.9.3. Les filtres à disques :**

Les filtres à disques sont constitués d'une enceinte hermétique en plastique ou en métal contenant l'élément filtrant formés de disques rainurés empilés et pressés les uns contre les autres. La finesse de filtration est définie par la dimension des stries. L'eau passe de la périphérie vers le centre des filtres en suivant les stries dont la section décroissante retient les impuretés.

Le décolmatage, manuel ou automatique, s'effectue par desserrage et lavage des disques avec un jet d'eau sous pression.



### **IV.10. La chimigation :**

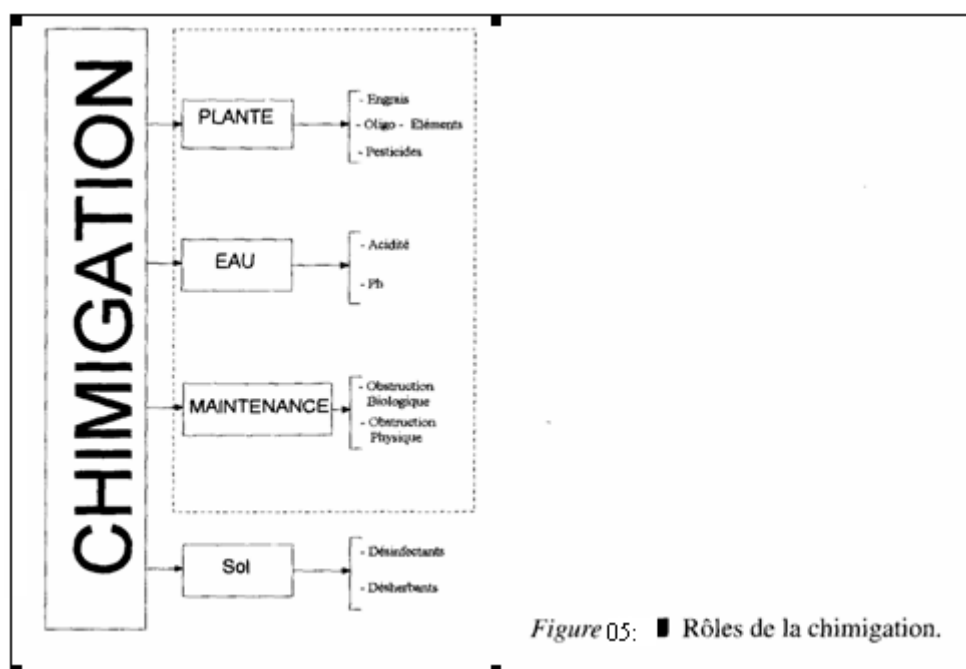
Le terme de chimigation est appliqué aux différentes techniques mettant en oeuvre l'injection de produits chimiques en tête d'un réseau d'irrigation, leur transport par l'eau et leur répartition sur la parcelle par le matériel d'irrigation lui-même. Selon leur nature.

Ces substances sont destinées aux plantes, (engrais, oligo-éléments, pesticides), au sol (désinfectants, désherbants), à l'eau (modification du pH), à la maintenance des matériels d'irrigation contre l'obstruction chimique ou biologique. Le terme de chimigation recouvre donc en fait différentes pratiques telles que la pestigation (injection de pesticides), la fertigation (injection d'engrais), l'acidification (injection d'acide)...

En irrigation localisée c'est l'apport d'engrais à la culture (fertigation), la modification des caractéristiques chimiques de l'eau, (acidification) et l'injection de produits nécessaires à la maintenance du réseau (acide, hypochlorite de sodium) qui sont utilisés.

#### **IV.10.1. La fertigation :**

L'association de deux techniques, irrigation et fertilisation permet un apport localisé des engrais sous formes fractionnées selon les besoins de la culture et augmente leur effi-



cience. Elle limite les pertes par lessivage, les risques de pollution et les carences peuvent être rapidement corrigées. En effet, en irrigation localisée, la surface mouillée est faible et ne permet pas la solubilisation et l'entraînement d'engrais. Les apporter avec l'eau d'irrigation est donc la seule solution d'autant plus que parfois, (cas des serres), le sol n'est pas soumis à l'influence de la pluie naturelle.

La mise en oeuvre de l'irrigation fertilisante impose à l'utilisateur des contraintes qu'il est absolument nécessaire de respecter car comme toute technique de pointe l'irrigation fertilisante peut conduire au succès mais aussi au désastre. Mal conduite, ou à cause d'installations mal conçues ou inadaptées, elle peut avoir des conséquences dommageables sur l'environnement (pollution de nappe), sur les installations (corrosion, colmatage) et sur les productions (chute de rendements, destruction des cultures). Les conditions à respecter concernent

• La conception des installations (stations de tête et réseaux):

— pour éviter tout risque de pollution par siphonnage de la solution fertilisante vers la ressource en eau l'installation d'une soupape de mise à l'air libre et d'un disconnecteur entre le réseau d'alimentation (réseau collectif, station de pompage etc.) et le réseau d'irrigation est indispensable

— pour éviter le colmatage des distributeurs par des particules d'engrais non dissoutes le point d'injection sera toujours situé en amont d'un filtre à tamis;

— la répartition de l'eau doit être homogène sur l'ensemble de la parcelle. Ceci nécessite des distributeurs performants et un réseau correctement dimensionné

• La concordance entre apports d'eau et fertilisants:

Optimiser l'efficacité des engrais demande de connaître avec précision les besoins en éléments fertilisants de la culture en fonction de son stade végétatif et d'établir un planning prenant en compte ces besoins et ceux en eau d'irrigation. Une période pluvieuse peut, en limitant les apports d'eau par l'irrigation, nécessiter par la suite des apports en éléments fertilisants élevés

• Le choix des engrais et leur mise en oeuvre:

— l'injection des engrais azotés et potassiques ne pose généralement pas de problème.

L'azote sous forme d'ammonitrate, de nitrate de potasse ou de calcium est l'élément fertilisant le plus fréquemment injecté

— la potasse est utilisée sous forme de sulfate, de chlorure ou de nitrate de potassium;

— en eau calcaire certains engrais phosphatés peuvent précipiter et obstruer les distributeurs. Il est donc nécessaire d'utiliser un engrais phosphaté acidifiant (phosphate monoammonique) ou d'acidifier l'eau jusqu'à obtenir un pH de l'eau d'irrigation fertilisée voisin de la neutralité

— les oligo-éléments tels que le fer, le cuivre ou le manganèse sont injectés préférentiellement sous forme de chélates.

- La maintenance des installations :

Pour éviter des dépôts d'engrais dans les canalisations on doit après chaque injection procéder à un rinçage complet à l'eau claire.

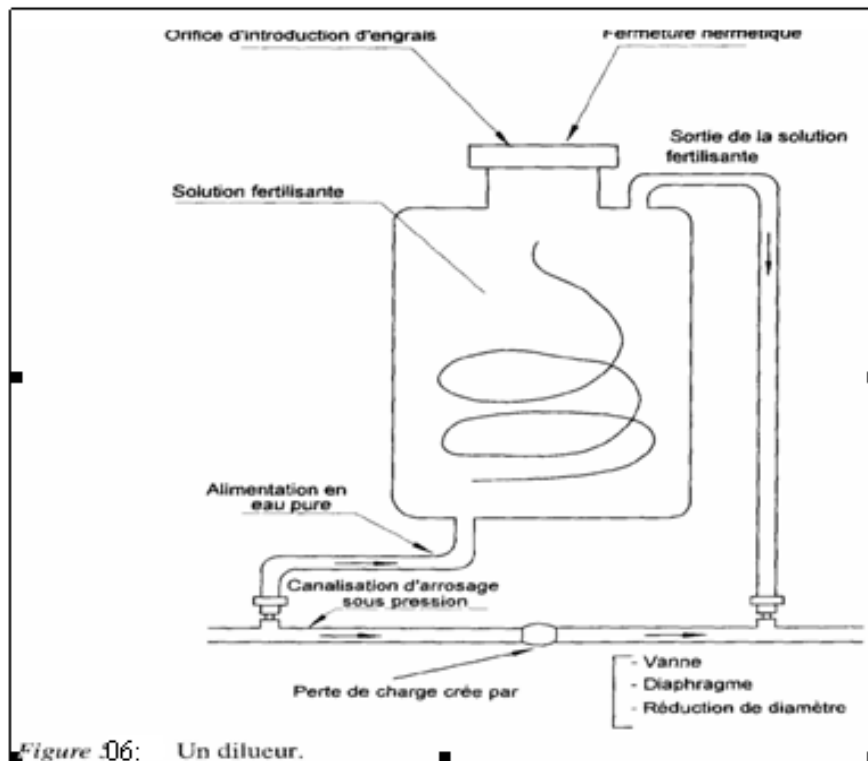
#### **IV.10.2. Les matériels d'injection :**

Pour apporter des produits dans l'eau d'irrigation, il existe différents matériels dont la complexité de fonctionnement et les coûts d'investissement sont très variables. Mais quel que soit le matériel utilisé, doseurs, dilueurs ou pompes doseuses on respectera très précisément les directives des constructeurs pour leur installation, leur mise en oeuvre (réglage, protection etc.) et leur maintenance.

##### **IV.10.2.1. Les injecteurs à pression différentielle (dilueurs-doseurs) :**

Les injecteurs à pression différentielle, doseurs et dilueurs, se composent d'une cuve étanche, de capacité variable, de 10 litres à quelques centaines de litres, obturée par un tampon permettant l'introduction des divers produits à injecter. Cette cuve est raccordée par deux tuyaux souples à la canalisation principale en deux points voisins où règnent des pressions différentes. La différence des pressions est obtenue en installant sur la conduite entre ces deux points une vanne pour créer une perte de charge. Cette pression différentielle provoque la formation d'un écoulement dans le circuit dérivé d'injection.

- Les doseurs : l'eau sous pression admise sans turbulence à la partie supérieure de la cuve refoule la solution-mère vers la canalisation principale. En raison de l'absence de turbulence et de la différence de densité entre l'eau et la solution fertilisante ces deux liquides ne se mélangent pas.
- Les dilueurs (figure 06) : l'eau sous pression arrive à la base de la cuve et crée des turbulences qui provoquent la dilution de l'engrais solide ou liquide et son entraînement vers la canalisation principale. La sortie de la solution fertilisante est située au point haut de la cuve pour assurer une meilleure dilution de l'engrais et éviter l'entraînement des éléments insolubles.



Ces appareils sont bien adaptés à des cultures telles que les arbres fruitiers lorsque les surfaces ne sont pas trop importantes. Ils présentent l'avantage d'être simples, autonomes, robustes, entièrement statiques et de pouvoir s'installer sur n'importe quelle conduite sous pression qu'il s'agisse d'une alimentation en réseau collectif ou particulier. Ils sont facilement transportables et pratiquement sans entretien. La variation du débit injecté se fait facilement en manoeuvrant le robinet-vanne destiné à créer la pression différentielle.

En revanche, la détermination précise du débit injecté est difficile et si ces appareils sont bien adaptés à l'injection de quantités bien déterminées de produits, ils ne conviennent pas lorsque le débit d'injection ou le taux de concentration doivent être réguliers (traitement de cure au chlore ou à l'acide nitrique par exemple).

#### **IV.10.2.2. Les injecteurs venturi :**

L'augmentation de la vitesse de l'eau d'irrigation provoquée par un rétrécissement dans le corps du venturi, crée une dépression permettant d'aspirer la solution fertilisante et de l'incorporer à l'eau d'irrigation. Ce matériel ne comporte pas de pièce mobile pouvant s'user et le volume de la solution injectée est proportionnel au débit d'eau principal permettant ainsi un taux d'injection constant.

#### **IV.10.2.3. Les pompes doseuses :**

Les pompes doseuses injectent directement sous pression, dans la canalisation d'irrigation, une solution fertilisante concentrée en utilisant soit une énergie électrique

extérieure (pompes doseuses électriques) soit l'énergie hydraulique du réseau (pompes doseuses hydrauliques).

Les matériaux mis en oeuvre doivent être hautement résistants aux risques de corrosion causés par les engrais ou par les acides (PVC, acier inoxydable, plexiglas, élastomères fluorés...).

Les pompes doseuses hydrauliques (figure 7) sont autonomes car elles utilisent l'énergie du réseau d'irrigation. Elles sont placées soit en ligne sur la canalisation principale, et dans ce cas tout le débit traverse le corps de l'appareil, soit en dérivation et l'eau motrice prise sur le débit principal est ensuite perdue. Selon les modèles, le débit d'injection est pré-réglé, réglable ou asservi au débit principal par l'adjonction d'un volucompteur (pompes doseuses hydrauliques à asservissement électrique). En cours de fonctionnement, la concentration en produit est constante car le débit de la pompe varie avec le débit du réseau. Ceci permet de passer d'un poste à un autre poste sans modification du taux d'injection.

Les pompes doseuses électriques (figure 8) ne sont utilisables qu'à proximité d'une source d'électricité. Elles injectent directement la solution fertilisante dans la canalisation principale ou sont utilisées pour préparer une solution diluée qui est ensuite reprise par pompage.

Elles permettent en général de disposer de gammes de débits d'injection et de possibilités de réglages très étendues, d'injecter en même temps plusieurs solutions fertilisantes (pompes doseuses à tête multiple) et d'injecter à grande distance.

Les pompes doseuses électriques sont bien adaptées à l'automatisation. Celle-ci peut concerner la mise en marche ou l'arrêt des pompes, ou être asservie aux mesures de différents paramètres (débit conductivité, pH) qui contrôlent le taux de concentration et le maintiennent égal à des valeurs de référence. Il est ainsi possible, au niveau d'une même exploitation de modifier automatiquement la fertilisation selon les surfaces et les besoins des cultures.

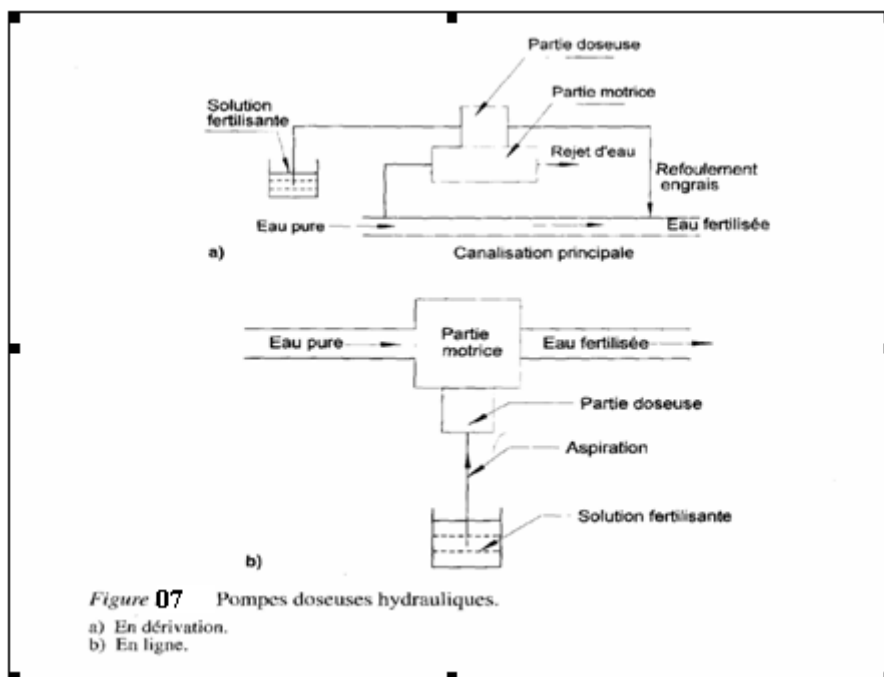


Figure 07 Pompes doseuses hydrauliques.

- a) En dérivation.
- b) En ligne.

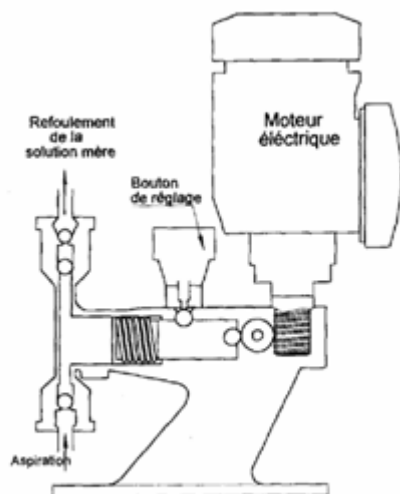


Figure 08 Pompe doseuse électrique.

## **IV.11. L'automatisation :**

### **IV.11.1. Généralités :**

L'automatisation des installations d'irrigation localisée connaît un rapide développement car elles réunissent un ensemble de conditions favorables telles que

- des fréquences d'arrosages élevées (apports journaliers ou pluri-journaliers) qui nécessitent de nombreuses interventions
- des installations fixes de canalisations qui couvrent l'ensemble de la parcelle et restent en place pendant toute la culture
- une indépendance de l'irrigation par rapport aux autres techniques culturales.

Les buts recherchés concernent principalement

- une diminution de la pénibilité du travail;
- une optimisation de la gestion de l'eau et des éléments fertilisants
- une sécurité accrue, face à une complexité croissante des installations liée à une diminution de main-d'oeuvre qualifiée.

Selon les installations l'automatisation concerne

- le fonctionnement de l'installation (marche-arrêt)
- la surveillance
- la conduite des arrosages (satisfaction des besoins en eau des cultures);
- la fertilisation.

La complexité du matériel utilisé dépend de la nature des opérations automatisées.

### **IV.11.2. Les vannes volumétriques :**

Les vannes volumétriques, matériel déjà ancien, sont simples, robustes et d'un faible coût du moins dans les petites dimensions. Elles assurent un automatisme de fermeture. Elles se ferment lorsque le volume programmé est écoulé contraignant l'utilisateur à les réarmer à chaque arrosage. Pour les vannes de taille supérieure à 2'', la fermeture est hydraulique.

Selon l'importance des installations, les vannes volumétriques sont employées seules ou en association avec des vannes hydrauliques.

### **IV.11.3. Les vannes hydrauliques :**

Sous l'action de la pression les vannes hydrauliques changent d'état. Selon qu'elles sont ouvertes ou fermées lorsqu'elles ne sont pas soumises à la pression (vanne au repos) elles sont classées en vannes normalement ouvertes (NO) et en vannes normalement fermées (NF).

Les vannes hydrauliques peuvent être utilisées en association avec des électrovannes ou avec des vannes volumétriques. Dans ce dernier cas, on réalise, sans énergie autre que celle du réseau, une commutation hydraulique séquentielle.

#### **IV.11.4. Les vannes électriques :**

Une vanne électrique est constituée par une vanne hydraulique dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par une électrovanne à deux voies ou à trois voies pilotée généralement à partir d'un programmeur.

Selon les installations, l'électrovanne est située :

— au voisinage du programmeur ; la vanne hydraulique se trouve sur la parcelle par fois à plusieurs centaines de mètres et les liaisons entre les électrovannes et les vannes sont réalisées par un tuyau en polyéthylène de faible diamètre;

— à l'entrée de la parcelle à arroser ; les liaisons entre les électrovannes et le programmeur sont réalisées par des câbles électriques,

Pour que l'ensemble fonctionne correctement, il faut respecter certaines conditions d'installation:

— si la liaison est hydraulique les vannes ne doivent pas être situées trop bas par rapport aux électrovannes : la présence d'une pression résiduelle peut gêner le bon fonctionnement de la vanne hydraulique. Il est nécessaire de prévoir deux ou trois tubes de remplacement, de les repérer très précisément, et d'utiliser de l'eau filtrée pour le pilotage;

— si la liaison est électrique le diamètre du câble électrique doit être calculé avec précision. Les caractéristiques du programmeur, fournies par le constructeur, déterminent le nombre d'électrovannes fonctionnant en même temps à partir d'une même sortie.

#### **IV.11.5. Les programmeurs d'arrosage :**

Les programmeurs d'arrosage ont pour fonction initiale l'automatisation de l'arrosage des différents postes par ouverture ou fermeture de vannes électriques.

Les apports d'eau sont définis sur une base de temps ou de volume à partir des caractéristiques de l'installation et besoins en eau de la culture.

Les programmeurs sont caractérisés par:

— le mode de fabrication : électromécanique ou électronique;

— la nature de la source électrique nécessaire à leur fonctionnement (secteur, batterie, piles) ;



- le nombre de sorties ou voies disponibles (de une à plus de cent selon les modèles);
- le mode de fonctionnement: séquentiel si l'ouverture d'une voie est commandée par la fermeture de la voie précédente, ou indépendant si plusieurs voies peuvent fonctionner en même temps.

Les programmeurs peuvent assurer d'autres fonctions telles que:

- la mise en eau générale de l'installation par commande de la pompe ou de la vanne principale;
- la mise en route ou l'arrêt des pompes doseuses et le contrôle de la fertilisation;
- le déclenchement du processus de nettoyage des différents filtres;
- le contrôle du fonctionnement par des mesures de pression et de débit effectuées en différents points de l'installation
- la possibilité de suspendre temporairement un arrosage par l'intermédiaire de capteurs extérieurs (pluviomètres, anémomètres...).

#### **IV.11.6. Les ordinateurs d'arrosage :**

Les ordinateurs d'arrosage remplissent les mêmes fonctions que les programmeurs mais la commande de l'irrigation et les doses à apporter sont déterminées à partir d'informations fournies par des capteurs extérieurs.

Les données recueillies concernent:

- des mesures climatiques (ensoleillement, température, vent, pluies)
- des mesures d'humidité du sol (sondes résistives ou capacitives).

Ces informations, traitées par programme, permettent pour une culture en fonction de son stade végétatif et de la valeur du coefficient cultural de calculer ses besoins en eau et de déclencher automatiquement, si nécessaire, l'irrigation.

Des matériels récents déclenchent les arrosages à partir de l'enregistrement d'un stress hydrique décelé directement sur le végétal (capteurs ultra sensibles) ou à partir de la mesure de la tension de l'eau dans le sol (tensiomètres).

#### **IV.12. Les distributeurs :**

##### **IV.12.1. Considérations générales :**

Les distributeurs répartissent l'eau sur la parcelle au voisinage de la culture. Ils sont conçus pour dissiper l'énergie de pression existant dans la rampe et pour donner un débit faible aussi régulier que possible. Pour abaisser le coût et diminuer les problèmes de bouchage, le distributeur idéal devrait être de petite taille et comporter une section de passage de l'eau d'un diamètre suffisant ou être muni d'un système de purge (auto-

flushing). Selon la culture et le type d'installation, le nombre varie de 500 à plus de 30 000 distributeurs/ha.

On distingue trois modes d'apport d'eau sur la parcelle:

- ponctuel pour les goutteurs et les gaines;
- sous forme de petites surfaces pour les mini-diffuseurs et les micro-asperseurs
- linéaires, en bandes humides continues, pour les ajutages et les tubes poreux.

Les distributeurs sont caractérisés par leur débit, leur mode de fonctionnement hydraulique, leur loi débit-pression, leur mode de fixation sur la rampe.

#### **IV.12.1.1. Le débit :**

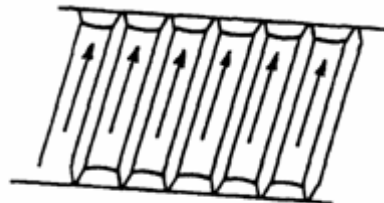
Le débit varie de 1,5 ou 2 l/h pour les gaines ou les goutteurs à 120 ou 150 l/h pour les micro-asperseurs.

#### **IV.12.1.2. Le mode de fonctionnement hydraulique :**

Selon le procédé utilisé pour dissiper la pression existant dans la rampe, on distingue les distributeurs à circuit long et les distributeurs à circuit court.

Les distributeurs à circuit long comportent un cheminement de grande longueur (0,1 à 2 m) où la pression de la rampe est dissipée sous forme de perte de charge.

Pour les distributeurs à circuit long uniforme (figure 09), la section de passage de l'eau est constante et la perte de charge se fait tout au long du cheminement où l'écoulement est laminaire.



**Figure 09** Circuit à cheminement long uniforme.

La variation de pression créée dans le distributeur est directement proportionnelle à la longueur du cheminement et inversement proportionnelle au diamètre à la puissance trois ou quatre. Au niveau industriel ceci nécessite de trouver un compromis entre une section de passage suffisante pour être peu sensible au colmatage et une longueur de cheminement compatible avec un distributeur de taille raisonnable. D'autre part, le débit est sensible aux variations de température et varie dans le même sens.

Les distributeurs à circuit long non uniforme (figure 10) comportent des chicanes qui modifient la section de passage de l'eau et provoquent des changements brusques de direction des filets liquides. Ces turbulences ajoutent aux frottements le long des parois et

augmentent les pertes de charge. Par rapport à un distributeur à cheminement long uniforme, on obtient pour les mêmes pressions et débits une section de passage plus importante moins sensible au colmatage et un cheminement plus court (distributeur plus petit).

L'écoulement est presque entièrement turbulent et le débit, peu sensible aux variations de température, varie à peu près comme la racine carrée de la pression.

Distributeur à circuit court ou à orifice (figure 11). Dans ce type de circuit, l'eau passe par un orifice de section réduite au travers duquel la pression existant dans la rampe est transformée en vitesse et sort sous forme d'un jet très fin. L'écoulement est totalement turbulent mais le jet doit être brisé et localisé soit par un manchon placé sur l'orifice (ajutage Bas-Rhône avec bague brise-jet) soit dans une chambre de dissipation. Dans ce cas (distributeurs à vortex) le cheminement de l'eau comporte une chambre circulaire où l'entrée tangentielle de l'eau provoque un mouvement de rotation rapide formant un vortex. A diamètre égal. Les pertes de charge dans ces distributeurs sont plus importantes que dans les

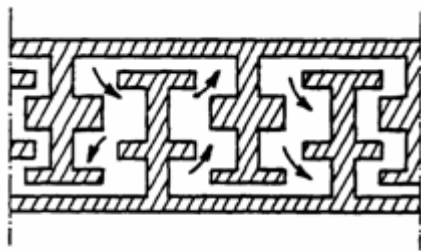


Figure 10 Circuit long non uniforme.

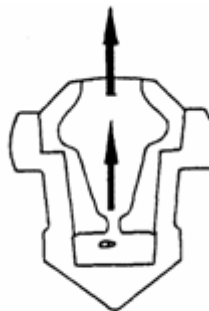


Figure 11 Distributeur à circuit court.

distributeurs à simple orifice ayant le même diamètre. L'exposant de la pression est égal approximativement à 0,4 pour les premiers et à 0,5 pour les seconds. Ceci permet donc d'utiliser des orifices d'un plus grand diamètre avec des risques de bouchage plus faibles et un débit moins sensible aux variations de pression.

#### **IV.12.1.3. La loi débit pression :**

Elle caractérise la relation entre le débit d'un distributeur et la pression qui s'exerce dans la rampe au niveau de ce distributeur. Elle est de la forme

$$Q = K. H^x$$

Avec :

Q débit du goutteur [l/h];

H pression s'exerçant dans la rampe (mce)

X exposant dont la valeur dépend du régime d'écoulement hydraulique;

K coefficient d'ajustement.

Selon la sensibilité de leur débit aux variations de pression, les distributeurs sont classés en non auto-régulants et en auto-régulants.

Distributeurs non auto-régulants le débit varie en fonction de la pression. Selon le type d'écoulement à l'intérieur du distributeur, la valeur de x est comprise entre 0,3 et 1 (tableau 5).

Tableau 5 B Valeurs de x pour différents types de distributeur.

Type de distributeur	Valeur de x
Circuit court à double orifice	x = 0,38
Circuit court à simple orifice	x = 0,48
Circuit long à chicane	x = 0,55
Circuit long uniforme	x = 0,7 à 0,8

Distributeurs auto-régulants: le débit est, pour une certaine plage de valeurs de la pression, pratiquement indépendant de celle-ci. La valeur de l'exposant x de la loi débit-pression est quasiment nulle.

La régulation du débit est obtenue par une membrane qui, selon les valeurs de la pression, se déforme et obture plus ou moins l'orifice de passage de l'eau.

#### **IV.12.1.4. Mode de fixation sur la rampe :**

On distingue 3 modes de fixation. Les distributeurs montés en dérivation, en ligne ou intégrés dans la rampe.

Montage en dérivation (figure 12) les distributeurs sont fixés sur la rampe par l'intermédiaire d'un embout cannelé appelé « tête de vipère » (goutteurs, minidiffuseurs), vissés sur des colliers de prise en charge (micro-asperseurs) ou placés à l'extrémité d'un tube de faible diamètre (minidiffuseurs, micro-asperseurs) lui même relié à la rampe.

Selon les modèles, ils font plus ou moins saillie sur la rampe. Ce type de montage est effectué généralement sur le terrain après perçage de la rampe avec ou sans enlèvement de matière par un poinçon ou par une pince adaptée.

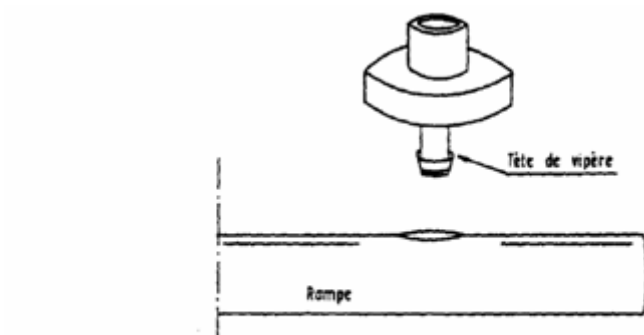
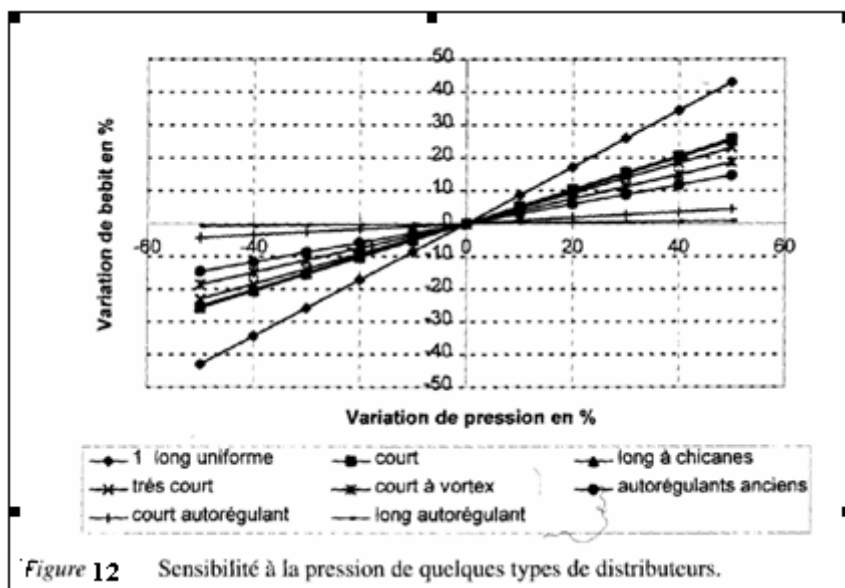


Figure 13 Montage en dérivation.

Montage en ligne (figure 14) : les distributeurs en ligne s'insèrent dans la rampe par l'intermédiaire de deux embouts cannelés. Le montage est effectué en usine, après tronçonnage du tuyau, à des intervalles réguliers mais différents, selon les cultures auxquelles sont destinées les rampes (écartements de 0,30 m à 2 m). Ce type de montage concerne essentiellement les goutteurs. La présence d'embouts cannelés crée des pertes de charge locales non négligeables.

Montage intégré (figure 15) : la partie mâle du distributeur comportant le cheminement est placée dans le tuyau lors de son extrusion, la rampe constituant la partie femelle. Le tuyau n'est donc pas tronçonné. En plus de ce modèle dérivé des distributeurs montés en ligne, il existe des distributeurs montés en dérivation mais logés à l'intérieur de la rampe. Les fabricants proposent des rampes équipées de distributeurs placés à différents écartements selon les cultures auxquelles elles sont destinées.

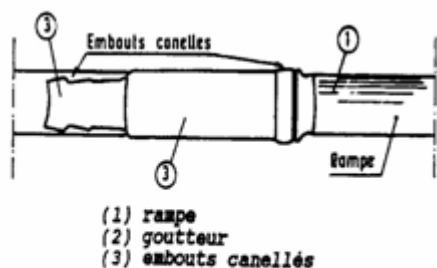


Figure 14 Montage en ligne.

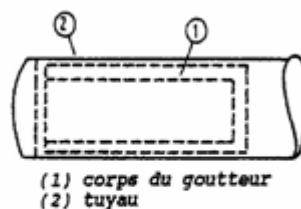


Figure 15 Montage intégré.

### **IV.12.2. Différents types de distributeurs :**

#### **IV.12.2. 1. Les goutteurs :**

En France les distributeurs les plus utilisés ont des débits de 2 l/h pour les cultures maraîchères ou sous abri et de 4 l/h pour les cultures pérennes (arboriculture, vigne). Ils sont placés en dérivation, en ligne ou intégrés dans des rampes placées directement sur le sol, enterrées ou suspendues à 30 ou 50 cm de hauteur.

#### **IV.12.2.2. Les gaines :**

Les gaines assurent conjointement un rôle de transport et de distribution de l'eau sur la parcelle. Fabriquées en polyéthylène, elles ont une durée de vie limitée (1 à 5 ans). Initialement destinées aux cultures maraîchères, elles peuvent également être utilisées sur verger. Le choix de l'épaisseur dépend du type de cultures et de la durée de vie recherchée. Aplaties au repos, elles se gonflent sous l'effet de la pression et la section prend alors une forme plus ou moins elliptique. Les gaines peuvent être enterrées sous 2 à 10 cm de terre ce qui permet une diminution des dommages causés par les rongeurs et le personnel, l'impossibilité pour le vent de la déplacer, une évaporation moins importante en surface, une meilleure diffusion de l'eau dans le sol et une meilleure localisation par rapport à la plante.

Les gaines perforées à simple paroi (figure 60) sont fabriquées soit par soudure d'un film de polyéthylène noir de faible épaisseur soit par extrusion d'un tuyau à paroi mince. L'eau sort directement par des perforations disposées à intervalles réguliers plus ou moins rapprochés.

Les gaines perforées à double paroi sont constituées de deux gaines accolées ; la gaine principale de section plus importante sert au transport de l'eau et alimente par des orifices internes percés dans la paroi commune la gaine secondaire. Celle-ci laisse s'écouler l'eau vers l'extérieur par des orifices de faible diamètre.

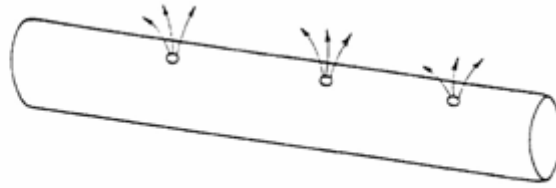


Figure 16 Gaine perforée à simple paroi.

Les gaines à cheminement long (figure 17) sont fabriquées comme les gaines perforées à simple paroi mais l'eau avant de sortir suit un cheminement plus ou moins long et plus ou moins uniforme.

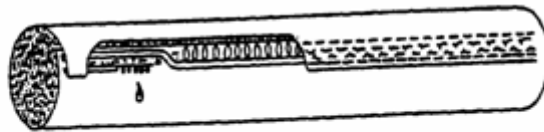


Figure 17 Gaine à cheminement long.

#### **IV.12.2.3. Les tubes poreux :**

Les tubes poreux sont constitués d'un tuyau de 15 à 25 mm de diamètre dont la paroi à structure poreuse laisse passer l'eau. Ils sont généralement enterrés entre 20 et 30 cm de profondeur. Vu l'hétérogénéité de la porosité de leur paroi, ce qui entraîne une forte variabilité des débits fournis, ils sont très peu utilisés en agriculture.

#### **IV.12.2.4. Les minidiffuseurs :**

Les minidiffuseurs fonctionnent comme de petits asperseurs statiques ne couvrant qu'une partie de la surface du sol au voisinage des cultures. Du point de vue hydraulique, ils sont tous à cheminement court. Ils sont constitués d'une base comportant un orifice calibré au travers duquel l'eau passe sous forme de jet et d'une tête formant déflecteur sur laquelle le jet vient éclater.

Le débit nominal est compris entre 20 l/h et 150 l/h mais les valeurs les plus couramment utilisées sont 20, 30 et 40 l/h. Pour un même fabricant, chaque modèle est généralement repéré par une couleur différente.

La portée est limitée à 1 ou 2 mètres et la forme des surfaces arrosées varie selon le type de tête utilisée (plein cercle, demi-cercle, pinceau etc.)

Les minidiffuseurs sont toujours placés en dérivation. Ils sont fixés directement sur la rampe (rampe suspendue) ou reliés à celle-ci par un tube conducteur. Dans ce cas ils sont attachés à un support vertical ou suspendus tête en bas, et stabilisés en position verticale par une masse d'alourdissement.

#### **IV.12.2.4. Les ajutages calibrés (procédé Bas-R hône):**

Les systèmes d'arrosage par ajutages calibrés, sont constitués par une canalisation en polyéthylène (diamètre 23/25 ou 18/20 mm), sur laquelle sont fixés en dérivation des orifices calibrés en laiton. Ces ajutages dont le diamètre varie de 1,2 à 2,1 mm (tous les 1/10 mm) sont placés sur la rampe à des écartements réguliers (de 2,5 à 6,5 m) et recouverts d'une bague cannelée brise-jet.

La rampe est disposée, au fond d'une rigole triangulaire peu profonde creusée le long des rangées de la plantation et cloisonnée par de petits barrages ou directement sur la surface du sol et elle alimente des cuvettes.

Selon le diamètre de l'ajutage et la pression dans la rampe, le débit varie entre 30 et 100 l/h.

#### **IV.12.3. Critères de choix des distributeurs :**

Le choix d'un distributeur est le résultat d'un compromis entre des exigences techniques et des exigences économiques.

A partir des différents essais de colmatage effectués par le Cemagref on a pu déduire les règles suivantes:

**Eaux de mauvaise qualité:** on choisira des goutteurs en ligne ou intégrés, à cheminement long à chicanes ou uniforme avec si possible un débit de 4 l/h. Les minidiffuseurs malgré un débit plus important sont aussi sensibles au bouchage. Si des goutteurs autorégulants sont nécessaires, on choisira des modèles à cheminement à chicanes aussi long que possible car les goutteurs autorégulants sont sensibles au colmatage; la membrane diminue la section de passage de l'eau pour réguler le débit, ou après quelque temps de fonctionnement elle est marquée par la structure du cheminement.

- **Eaux de bonne qualité:** les différents types de goutteurs conviennent après avoir choisi une finesse de filtration appropriée.

- **Nature du sol:** dans des sols très sableux ou caillouteux, comportant une matrice grossière pour lesquels la diffusion latérale de l'eau est faible, ou argileux avec formation de fentes de retrait, seuls les mini-diffuseurs, qui arrosent une surface de sol de 1,5 à 4 m, doivent être utilisés. Pour tous les autres types de sol, des goutteurs de 2 ou 4 l/h conviennent d'autant mieux que les investissements nécessaires sont plus faibles.

- **Nature de la culture :** elle détermine le débit et l'écartement des distributeurs. Pour les cultures pérennes, arbres fruitiers vignes, où l'installation est fixe, les distributeurs en ligne ou en dérivation sur la rampe peuvent être envisagés.



Pour les cultures annuelles où les rampes sont déplacées, on utilise des goutteurs intégrés dans la rampe, des gaines souples ou des goutteurs placés en dérivation mais faisant peu saillie sur la rampe.

Pour les cultures denses (cultures sous abri et cultures maraîchères), on utilise des goutteurs de 2 l/h de débit ou des gaines souples.

Pour les cultures en conteneur les capillaires ou les goutteurs en dérivation placés sur des tubes conducteurs conviennent.

- Configuration de la parcelle : la topographie et les dimensions de la parcelle déterminent le choix entre distributeurs auto-régulants et distributeurs non auto-régulants.

Lorsque la topographie est peu marquée ou les rampes de longueur limitée (100 à 120m au maximum), les distributeurs non auto-régulants sont préférables.

Si la topographie est marquée, la parcelle de forme irrégulière ou de grandes dimensions, l'utilisation de distributeurs auto-régulants est nécessaire.

- Investissements : Le coût total d'une installation comprend le coût du matériel et celui de la main-d'oeuvre nécessaire à sa mise en place. Le coût du matériel varie selon le type de distributeur, (gaine, goutteurs non autorégulants, autorégulants, mini-diffuseurs), et le dispositif choisi pour l'implantation du porte-rampe et des rampes. Pour une même parcelle ce coût peut varier de 20 à 30 %. Le coût de la main-d'oeuvre dépend du choix du distributeur pour lequel le temps de mise en place est plus ou moins important. Par ordre de temps croissant, le classement est le suivant: goutteurs en ligne, gaines, minidiffuseurs, goutteurs en dérivation et capillaires.

Le distributeur parfait n'existe pas. Le choix sera toujours l'aboutissement d'un compromis raisonné entre des exigences, d'abord techniques (performances, nature du sol et de la culture, qualité de l'eau, caractéristiques de la parcelle) puis économiques.

Les distributeurs les mieux adaptés techniquement seront ceux qui réaliseront le meilleur compromis entre leurs propres performances et les caractéristiques du milieu dans lequel ils doivent être placés ; le critère économique n'intervenant qu'ensuite.

#### **IV.12.4. Essais des distributeurs :**

Les tests effectués sur les distributeurs, concernent la détermination de l'homogénéité de fabrication, l'établissement de la loi débit pression, et l'évaluation de leur sensibilité au colmatage physique. Pour les micro-asperseurs on teste en plus l'homogénéité de répartition de l'eau sur la surface arrosée.

#### **IV.12.4.1. Détermination du coefficient de variation technologique (CV) :**

Elle permet de quantifier la variabilité des débits d'un lot de goutteurs à une pression donnée et caractérise la qualité de fabrication. C'est un élément important à connaître car avec un dimensionnement correct de l'installation (choix des diamètres) il conditionne l'homogénéité de répartition de l'eau sur la parcelle.

Le protocole utilisé est défini dans les normes ISO 9260 «Agricultural irrigation équipement — Emitters — Specifications and tests methods » et 9261 «Agricultural irrigation équipement — Emitting-pipe systems — Specifications and tests methods ». Il est différent pour les distributeurs non autorégulants et autorégulants pour lesquels une phase de conditionnement des goutteurs est nécessaire.

Les paramètres calculés sont :

Le coefficient de variation technologique CV donné par la formule:

$$CV = \sigma / Q_m$$

Avec:

$\sigma$  écart type du débit de l'échantillon;

$Q_m$  débit moyen de 25 exemplaires neufs du distributeur.

• L'écart du débit moyen des échantillons au débit nominal du goutteur:

$$((Q_n - Q_m) / Q_n) \times 100$$

Pour l'interprétation des résultats, le Cemagref a adopté une échelle établie par le Conseil supérieur de la mécanisation et de la motorisation agricole (CSMMA) où l'homogénéité de fabrication est appréciée à partir de la valeur du coefficient de variation CV selon quatre classes (tableau 6) et les résultats présentés sous forme de graphique.

Valeurs du CV	0	5	10	15
Appréciation par classe	très bonne	bonne	médiocre	mauvaise

#### **IV.12.4.2. Détermination de la loi débit-pression La loi débit pression est de la forme :**

$$Q = K \cdot H^x$$

Elle permet de définir la sensibilité de variation du débit aux variations de pression. Cette relation intervient dans le calcul des longueurs maximales de rampe. Selon la valeur du paramètre x, une même variation de pression n'entraînera pas une même variation de débit (figure 18).

Avec:

Q débit [l/h]

H pression [mce]

K et x paramètres de la loi.

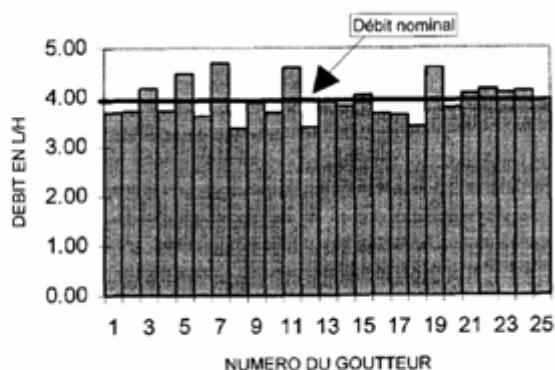


Figure 18 Homogénéité de fabrication.

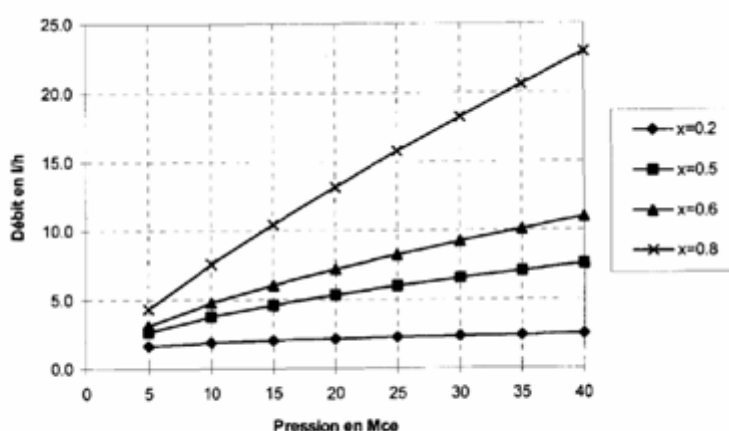


Figure 19 Sensibilité du débit aux variations de pression.

La tolérance d'un distributeur aux variations de pression est appréciée à partir de la valeur de l'exposant x de la loi débit pression selon deux classifications : l'une pour les goutteurs non auto-régulants (tableau 7), et l'autre pour les goutteurs auto-régulants (tableau 8).

Tableau 7 Distributeurs non autorégulants.

Valeur de x	0,2	0,5	0,6	0,8
Appréciation par classe	Très tolérant	Tolérant	Peu tolérant	Très peu tolérant

Tableau 8 Distributeurs autorégulants.

Valeur de x	0	0,05	0,1	0,15	0,2
Appréciation par classe	très bon	bon	médiocre	mauvais	hors norme

**IV.12.4.3. La sensibilité au colmatage :**

La sensibilité au colmatage des distributeurs est l'un des plus importants problèmes rencontrés par les installations d'irrigation localisée. Les goutteurs et les gaines sont très

sensibles au colmatage physique en raison de la faible section de passage de l'eau. Sur les parcelles agricoles, il est difficile de déceler les distributeurs bouchés, et onéreux voire impossible de les nettoyer ou de les remplacer. La détermination de la sensibilité au colmatage physique des distributeurs est donc un élément important à connaître car elle permet de définir la finesse de filtration nécessaire pour assurer la pérennité de l'installation. Dans la pratique, on distingue plusieurs modes d'obstruction:

- l'obstruction physique due à des particules d'origine minérale (sable, limons, argile) ou organique, qui sont transportées par l'eau d'irrigation et peuvent obstruer soit l'orifice, soit le cheminement lui-même
- l'obstruction chimique due à des précipités calcaires ou magnésiens qui se forment dans le cheminement lui-même ou de préférence à sa sortie lorsque l'équilibre carbonates-bicarbonates de l'eau est modifié;
- l'obstruction biologique due au développement dans l'eau d'irrigation d'organismes vivants (spores, oeufs, algues, bactéries).

Le test de sensibilité pratiqué au Cemagref concerne uniquement la sensibilité au colmatage physique. Il comporte 4 phases distinctes et successives de 40 heures, scindées en 5 temps de colmatage de 8 heures chacun, séparés par un temps de non fonctionnement de 16 heures. Ceci permet de simuler un fonctionnement pratique en plein champ. Les diverses phases correspondent à une charge en particules minérales de plus en plus forte de l'eau par additions successives de terre de granulométrie connue.

Pour chacune des phases on ajoute à l'eau utilisée pour le test 125 mg/l de particules de taille inférieure ou égale à 80  $\mu$ m, pour la seconde 125 mg par litre de particules de

**Tableau 9** Finesse de filtration.

	Appréciation par classe	Finesse de filtration
Distributeur bouché en première phase	Ultra sensible	< 80 microns
Distributeur bouché en deuxième phase	Très sensible	80 microns
Distributeur bouché en troisième phase	Sensible	100 microns
Distributeur bouché en quatrième phase	Peu sensible	125 microns
Distributeur pas bouché en quatrième phase	Très peu sensible	150 microns

granulométrie comprise entre 80 et 100  $\mu$ m, pour la troisième 125 mg par litre de particules de granulométrie comprise entre 100 et 200  $\mu$ m et pour la quatrième 125 mg par litre de particules de granulométrie comprise entre 200 et 500  $\mu$ m.

La mesure du débit effectuée sur les goutteurs permet d'apprécier leur sensibilité à l'obstruction physique. À partir du comportement des distributeurs au cours de ces quatre phases, il est possible à partir du tableau 9 de recommander une finesse de filtration.

La figure 20 montre l'évolution du débit d'un distributeur lors des essais de colmatage. Lors de la première phase les variations sont faibles. Au cours de la seconde on a des variations importantes et au cours des deux autres phases, on a une obstruction complète des goutteurs. Dans ce cas-là, pour protéger efficacement l'installation, une filtration égale à 80 microns est nécessaire.

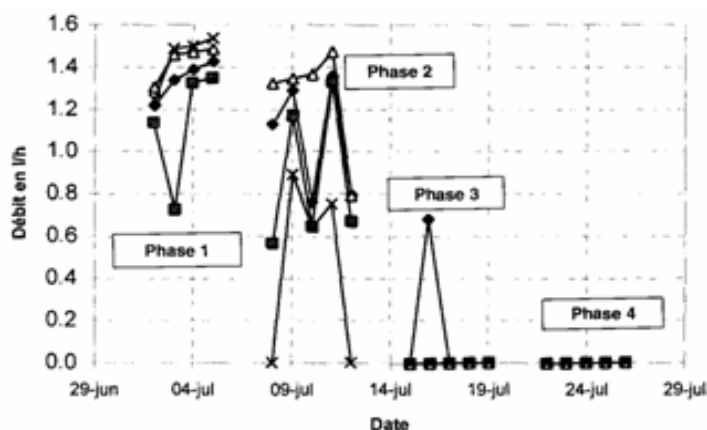


Figure 20 Essais de colmatage : évolution des débits lors des différentes phases de colmatage.

#### **IV.12.4.4. Cas particulier des micro –asperseurs :**

Les micro-asperseurs sont testés d'une part comme du matériel de micro irrigation (homogénéité de fabrication, détermination de la loi débit pression) et d'autre part comme du matériel d'aspersion.

La courbe pluviométrique et l'uniformité de répartition de l'eau sont mesurées non plus selon un rayon mais sur une surface. Les valeurs obtenues permettent alors de simuler différents schémas d'implantation selon la qualité de l'arrosage recherché.

### **IV.13. Les canalisations :**

#### **IV.13.1. Les canalisations principales et secondaires :**

En aval de la station de tête, toutes les canalisations sont obligatoirement en plastique. Il s'agit en général de conduites de diamètre de 100 à 200 mm. Les matériaux utilisés étant le polyéthylène (PE) ou le polychlorure de vinyle PVC ces canalisations doivent être enterrées pour être protégées de l'action des ultraviolets.

#### **IV.13.2. Le porte rampes :**

Une installation d'irrigation localisée comporte un ou deux porte-rampes en plastique qui alimentent les rampes par des départs sur un ou deux côtés.

Pour certaines cultures, telles que les cultures pérennes, le porte-rampe est enterré et les départs des rampes sont alors protégés par des manchons. Dans le cas des cultures

annuelles ou lorsque les canalisations doivent être déplacées, le porte-rampes est simplement posé sur le sol.

#### **IV.13.3. Les rampes :**

Les rampes équipées de distributeurs assurent le transport de l'eau sur la parcelle, portent et alimentent les distributeurs. Elles sont fabriquées en PE basse densité. Les diamètres intérieur et extérieur (en mm) de ces canalisations les plus couramment utilisés ont pour valeurs

La pression de fonctionnement des rampes (tubes poreux, gaines, rampes équipées de distributeurs) généralement égale à 1 bar peut atteindre 4 bar avec des distributeurs autorégulants.

Placées le long des rangs de culture ou entre deux rangs rapprochés (cultures maraîchères), les rampes sont disposées de façon variable et peuvent être

- posées sur le sol;
- accrochées au premier fil de palissage ou à un fil tendu spécialement (diffuseurs): haies fruitières ou vignes palissées
- enterrées
- enterrées avec le distributeur qui dépasse du sol;
- posées d'arbre en arbre sur les charpentières
- posées au fond d'une rigole triangulaire de faible profondeur et immobilisée par des diguettes en terre qui délimitent les biefs (système Bas-Rhône).

#### **IV.14. Entretien du réseau :**

L'entretien du réseau comprend un ensemble d'opérations périodiques qui doivent être effectuées par l'exploitant pour assurer la pérennité de son installation; surveillance du fonctionnement et du nettoyage des filtres (voir paragraphe filtration), lutte contre les risques de colmatage, purge régulière du réseau et contrôle des distributeurs.

##### **IV.14.1. Lutte contre le colmatage organique :**

Le développement des algues et des dépôts créés par les bactéries, cause de bouchages importants, peut être contrôlé de façon peu coûteuse en maintenant une concentration de chlore résiduel de 1 ppm aux extrémités des rampes. On peut également injecter une concentration suffisante de chlore de façon à obtenir une concentration comprise entre 10 et 20 ppm pendant les 20 dernières minutes d'un arrosage. Les concentrations en chlore recommandées selon les types de problème rencontrés sont:

- pour les algues une concentration de chlore de 1 à 5 mg par litre de façon continue ou de 10 à 20 mg par litre pendant 20 minutes à la fin de chaque irrigation;

— pour les bactéries ferrugineuses 1 ppm de chlore au-dessus du nombre de ppm de fer présent (ceci peut varier en fonction de la quantité de bactéries à contrôler).

13/16— 14,5/17 -17/20--22/25.

L'efficacité de l'injection de chlore dépend de la valeur du pH de l'eau à traiter. Il est nécessaire d'utiliser plus de chlore pour des valeurs élevées de pH. Dans le cas de traitement important, il est conseillé d'effectuer des tests.

En France où l'utilisation directe du chlore est interdite, on utilise l'hypochlorite de sodium (eau de Javel) contenant généralement 4 % de chlore pur (40 g/l).

La détermination du volume d'eau de javel à injecter se calcule de la façon suivante. Soit :

Q [l/h] le débit de l'installation à traiter

C la concentration désirée dans le réseau [mg/l].

Le poids en grammes Pd (Cl) de chlore à injecter par heure est égal à :

$$Pd(Cl) = C \times Q / 1000 \quad (35)$$

C1 [g/l] étant la concentration en chlore de l'eau de javel, le débit q d'eau de javel à injecter [l/h] est égal à

$$q = Pd(Cl) / C1 = C \times Q / 1000 \times C1 \quad (36)$$

#### **IV.14.2. Lutte contre le colmatage chimique :**

Les principaux risques de colmatage chimique ont pour origine des dépôts de calcaire dans ou à la sortie du distributeur. L'injection dans le réseau d'une solution d'acide du commerce (36° Baumé, densité 1,33) à une concentration de 2 à 5 % en volume (2 à 5 litres d'acide par m<sup>3</sup> d'eau) permet généralement une lutte efficace.

#### **IV.14.3. Purge des canalisations :**

Les purges des canalisations sont un élément important dans la maintenance des réseaux. Elles sont effectuées de l'amont vers l'aval en commençant par la canalisation principale puis les canalisations secondaires et les rampes.

Il est nécessaire de purger :

- lors de la première mise en eau et après chaque réparation;
- en début et en fin de campagne;
- en cours de campagne.

Les particules les plus fines qui ne sont pas retenues par le système de filtration se rassemblent aux extrémités des rampes où la vitesse est la plus faible, favorisant l'obstruction des distributeurs. Le nombre de purges varie selon la nature de l'eau et des distributeurs. Lorsque des purges fréquentes sont nécessaires, l'installation de vannes de purge semi-automatiques ou automatiques facilite ces opérations

### **IV.15. Contrôle des installations :**

- On doit calculer l'uniformité des débits d'une installation lors
- de la réception de l'installation pour s'assurer de sa conformité aux spécifications minimales imposées;
  - des campagnes d'irrigation successives pour suivre l'évolution du colmatage des distributeurs.

#### **IV.15.1. Mode opératoire :**

On mesure le débit de 16 distributeurs répartis sur le champ selon le schéma de la figure 65.

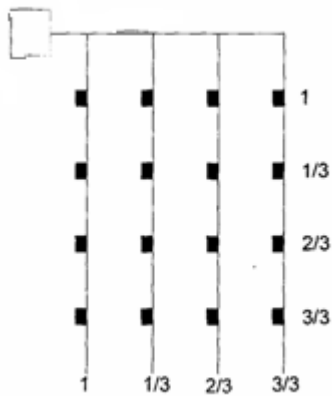


Figure 21 Schéma d'implantation des points de mesure.

On détermine ainsi

- la moyenne  $q_{moy}$  des 16 valeurs mesurées;
- la moyenne  $q_{min}$  des 4 valeurs les plus faibles.

Le coefficient d'uniformité est donné par la relation

$$CU = 100 \times \frac{q_{min}}{q_{moy}} \quad (37)$$



**IV.15.2. Résultats :**

Selon les valeurs prises par ce coefficient, trois cas sont à envisager:

- La valeur du coefficient d'uniformité est supérieure à 90, l'installation fonctionne correctement;
- La valeur du coefficient d'uniformité est comprise entre 80 et 90:
  - si le réseau est neuf, il faut vérifier les calculs et l'installation et y apporter les modifications nécessaires;
  - si le réseau est installé depuis un certain temps, il faut rapidement procéder à un nettoyage
- La valeur du coefficient d'uniformité est inférieure à 80 l'hétérogénéité de débit est très élevée
  - si le réseau est neuf, il faut refuser l'installation
  - si le réseau est installé depuis un certain temps, il faut impérativement rechercher les causes probables de colmatage et traiter énergiquement.

**Introduction :**

Pour réaliser ce présent travail nous avons passé par deux phases :

- Etude topographique ;
- Etude hydraulique.

**V.1. Etude topographique :**

Avant d'entamer le levé topographique nous avons fait plusieurs sorties sur site pour la reconnaissance globale du périmètre qui permet la collecte de toute donnée utile pour ce travail.

Le levé topographique a été assuré par une station électronique totale de marque SOKKIA. La superficie totale topographie est de 210 ha, subdivisée en 06 parcelles.

La topographie de périmètre Atef Lebgar fêgure sur les planches a l'aide d'un logiciel (AutoCAD).

**V.2. Etude hydraulique :****V.2.1. Dimensionnement du réseau d'irrigation :****V.2.1.1 Pour le Pêcher :****Données générales pour le Pêcher:****Tableau 1** : données générales pour Pêcher.

<i>Culture</i>	<i>parcelle 1 : Pêcher</i>	<i>parcelle 2 : Pêcher</i>
Espacement entre arbres	5m	5m
Espacement entre rangs	6m	6m
Surface de périmètre	42 ha	42 ha
<b><u>Ressource en eau :</u></b>		
Forage 1 et 2 de débit	17 l/s	20 l/s
<b><u>Caractéristique de goutteur</u></b>		
Débit nominal	4 l/h	4 l/h
Pression nominale	10 mce	10 mce
Espacement des goutteurs	1m	1m

**V.2.1.1.1 Besoins en eau journaliers max :**

$$B_{\max} = ETM_{\text{local}} = 5.39 \text{ mm/ jour.}$$

Donc les besoins journaliers max correspond a  $B_{\max} = 5.39 \text{ mm / jour.}$

**V.2.1.1.2 Temps maximum de travail :**

Temps maximum journaliers de travail      16 h/24h

**V.2.1.1.3. Détermination des données de bases :**

Surface totale a irriguée

$$S_{p1}(t) = 42 \text{ ha}$$

$$S_{p2}(t) = 42 \text{ ha}$$

**V.2.1.1.4.Dose fictive à apportée :**

$$p(g) = \frac{q(g) * 2}{E(r) * E(g)} \quad \text{Avec :}$$

q (g) : Débit de goutteur, q (g) = 4l/h.

E(r) : Espacement entre les rang, E(r) = 6 m.

E (g) : Espacement entre les goutteurs, E (g) = 1m.

**V.2.1.1.5.Durée de l'arrosage :**

$$TF = \frac{B_{\max}}{p(g)} \quad \text{Avec :}$$

B<sub>max</sub> : Besoins en eau journaliers en mm/jour.

P (g) : Dose fictive apportée en mm /h.

**V.2.1.1.6.Nombre de postes :**

$$N = T_{\max} / TF$$

T<sub>max</sub> : Temps maximum journaliers de travail      16h/24h

TF: Durée de l'arrosage (h)

**V.2.1.1.7.Surface d'un poste :**

$$S(p) = \frac{S(t)}{N(p)}$$

S (f) : Surface totale en ha.

N (p) : Nombre de poste.

**V.2.1.1.8.Surface correspondant à une rampe :**

Al=longueur moyenne de la rampe × espacement entre les rampes

$$Al = 165 \times 6 = 990 \text{ m}^2$$

$$Al = 990 \text{ m}^2.$$

**V.2.1.1.9.Nombre de rampes par postes :**

$$N(r) = \frac{S(p)}{Al}$$

Avec :

S (p) : Surface du poste en m<sup>2</sup>.

Al : Surface correspondant à une rampe en m<sup>2</sup>.

Les paramètres calculés sont repartés dans le tableau 6-2

**Tableau 2** : calculs des paramètres pour le pêcher.

<i>Paramètres calculées</i>	<i>P (g) mm/h</i>	<i>TF h/jour</i>	<i>N (p)</i>	<i>S (p) ha</i>	<i>Al m<sup>2</sup></i>	<i>N(r)</i>
parcelle 1	1.33	4.05	4	10.05	990	100
parcelle 2	1.33	4.05	4	10.05	990	100

#### **V.2.1.1.10.Calcul hydraulique :**

##### **. Débit :**

$$Q_r = Q_g N_{g/r}$$

$$Q_{pr} = Q_r \cdot N_r$$

Avec :  $Q_r$  : Débit de rampe

$Q_g$  : Débit de goutteur

$N_{g/r}$  : Nombre des goutteurs par rampe

$N_r$  : Nombre des rampes

$Q_{pr}$  : Débit de porte rampe

#### **V.2.1.1.11.Diamètre :**

Pour calculer le diamètre on doit fixer la vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1 m/s tel que :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$$

Avec :  $Q$  : débit de la conduite considérée

$V$  : vitesse d'écoulement.

#### **V.2.1.1.12.Perte de charges :**

Pour la détermination des pertes de charges pour les différents tronçons on a dans une canalisation assurant un service d'extrémité

$$j_{PVC} = 0,452 \cdot D^{-4,76} \cdot Q^{1,75}$$

$$j_{PEBD} = 0,478 \cdot D^{-4,75} \cdot Q^{1,75}$$

Pour notre projet on a utilisé des canalisations en polyéthylène.

Dans une canalisation assurant un service en route

$$J = \frac{L}{2,75} j$$

Ou : L : la longueur de la conduite ; (m)

Q : débit (l/h)

D : diamètre intérieur de la canalisation (mm)

**NB :**

$h_l$  : perte de charge linéaire

$h_s$  : Perte de charge singulière

$h_t$  : Perte de charge totale

### **V.2.1.1.13. Conditions hydrauliques :**

Variation maximale de débits entre goutteurs

$$\Delta q / q = 10\%$$

Variation maximale de la pression

$$q = K \times H^x$$

$$\frac{\Delta q}{q_g} = x \times \frac{\Delta H}{H_n}$$

Avec  $q_g$  : débit d'un goutteur

$H_n$  : Pression nominale

$X_n$  : Coefficient de régularisation de pression

$$0.1 = 0.55 \times \frac{\Delta H}{10} \quad \Delta H = 1.82 \text{ mce}$$

La valeur de pertes de charges singulière est estimée a 10% de la variation maximale de pression.

$$h(\text{sing}) = 0.18 \text{ mce}$$

$$h(\text{linéaire}) = 1.82 - 0.18 = 1.64 \text{ mce}$$

$$h(\text{linéaire}) = 1.64 \text{ mce}$$

La répartition de la perte de charge est:

1/3 sur le porte rampe pdc(pr)=0.55 mce

2/3 sur les rampes pdc (r)=1.1 mce

**V.2.1.1.14. Position de porte rampe :**

Longueur de rampes  $L_r = 165\text{m}$ .

Nombre de goutteur  $N_g = 66$ .

Débit de rampes  $Q_r = 264\text{ l/h}$ .

En va calcules  $D_{cal}$ , et en doit vérifier les perte de charge.

**Rq : calcul du quantité des diamètres**

Pour les rampes

$$Qté (ml) = L_r * N_r * N_p$$

Pour les portes rampes

$$Qté (ml) = L_{pr} * N_p$$

**Tableau 3 :** calcul de  $D_{cal}$  de la rampe pour le pêcher.

<i>Cultures</i>	<i>L<sub>r</sub></i> (m)	<i>N<sub>g</sub></i>	<i>Q<sub>r</sub></i> (l/h)	<i>h<sub>l</sub></i> (m)	<i>D<sub>cal</sub></i> (mm)	<i>D<sub>n</sub></i> (mm)	<i>h<sub>lc</sub></i> (m)	<i>Qté Ø16</i> (ml)
parcelle 1	165	66	264	1.1	9.67	16	0.946	66000
parcelle 2	165	66	264	1.1	9.67	16	0.946	66000

La valeur de la perte de charge calcule est inférieur a 1.1 mce (la valeur maximale).

**V.2.1.1.15. Alimentation de la porte rampe :**

Longueur de rampes  $L_{pr} = 600\text{m}$ .

Nombre de rampes  $N_r = 100$ .

Débit de rampes  $Q_r = 264\text{ l/h}$ .

Débit de la porte rampe  $= Q_r \times N_r$

En va calcules  $D_{cal}$ , et en doit vérifier les perte de charge.

**Tableau 4 :** calcul de  $D_{cal}$  de la porte rampe pour le pêcher

<i>Cultures</i>	<i>L<sub>pr</sub></i> (m)	<i>N<sub>r</sub></i>	<i>Q<sub>r</sub></i> (l/h)	<i>Q<sub>pr</sub></i> (l/h)	<i>h<sub>l</sub></i> (m)	<i>D<sub>cal</sub></i> (mm)	<i>D<sub>n</sub></i> (mm)	<i>h<sub>lc</sub></i> (m)	<i>Qté Ø130</i> (ml)
parcelle 1	600	100	264	26400	0.55	96.65	130	0.52	2400
parcelle 2	600	100	264	26400	0.55	96.65	130	0.52	2400

La valeur de la perte de charge calculée est presque égale à 0.55 mce (la valeur maximale).

### **V.2.1.2. Pour l'abricotier :**

#### **V.2.1.2.1. Données générales pour l'abricotier :**

**Tableau 5:** données générales pour l'abricotier.

<i>Culture</i>	<i>parcelle 3 : abricotier</i>	<i>parcelle 4 : abricotier</i>
Espacement entre arbres	6m	6m
Espacement entre rangs	5m	5m
surface	30ha	28 ha
<b><u>Ressource en eau :</u></b>		
Forage de débit	15l/s	14l/s
<b><u>Caractéristique de goutteur</u></b>		
Débit nominal	4 l/h	4 l/h
Pression nominale	10 mce	10 mce
Espacement des goutteurs	1m	1m

#### **V.2.1.2.2. Besoins en eau journaliers max :**

$$B_{\max} = ETM_{\text{local}} = 5.39 \text{ mm/jour.}$$

Donc les besoins journaliers max correspondent à  $B_{1,\max} = 5.39 \text{ mm / jour.}$

#### **V.2.1.2.3. Temps maximum de travail**

Temps maximum journaliers de travail      16h/24h

#### **V.2.1.2.4. Détermination des données de bases**

Surface totale à irriguée

$$S_{p3}(t) = 30 \text{ ha}$$

$$S_{p4}(t) = 28 \text{ ha}$$

#### **V.2.1.2.5. Surface correspondant à une rampe**

$Al = \text{longueur moyenne de la rampe} \times \text{espacement entre les rampes}$

$$Al = 165 \times 6 = 990 \text{ m}^2$$

$$Al = 990 \text{ m}^2.$$



Les paramètres sont reparties dans le tableau 6-6

**Tableau 6 :** les paramètres calculés pour l'abricotier.

<i>Paramètres calculées</i>	<i>P (g) mm/h</i>	<i>TF h/jour</i>	<i>N (p)</i>	<i>S (p) ha</i>	<i>AI m<sup>2</sup></i>	<i>N(r)</i>
parcelle 3	1.33	4.05	4	7.5	990	75
parcelle 4	1.33	4.05	4	7	990	70

#### **V.2.1.2.6 Position de porte rampe :**

**La porte rampe sur le cote:**

Longueur de rampes  $L_r = 165\text{m}$ .

Nombre de goutteur  $N_g = 66$ .

Débit de rampes  $Q_r = 264\text{ l/h}$ .

En va calcules  $D_{cal}$ , et en doit vérifier les perte de charge.

**Tableau 7 :** calcul de  $D_{cal}$  de la rampe pour l'abricotier.

<i>Cultures</i>	<i>L<sub>r</sub> (m)</i>	<i>N<sub>g</sub></i>	<i>Q<sub>r</sub> (l/h)</i>	<i>h<sub>l</sub> (m)</i>	<i>D<sub>cal</sub> (mm)</i>	<i>D<sub>n</sub> (mm)</i>	<i>h<sub>lc</sub> (m)</i>	<i>Qté Ø16 (ml)</i>
parcelle 3	165	66	264	1.1	9.67	16	0.946	43560
parcelle 4	165	66	264	1.1	9.67	16	0.946	43560

La valeur de la perte de charge calcule est inférieur a 1.1mce (la valeur maximale).

#### **V.2.1.2.7 Alimentation de la porte rampe (sur le cote) :**

Longueur de rampes  $L_{pr} = 400\text{m}$ .

Nombre de rampes  $N_r = 66$ .

Débit de rampes  $Q_r = 264\text{ l/h}$ .

Débit de la porte rampe  $= Q_r N_r$

En va calcules  $D_{cal}$ , et en doit vérifier les perte de charge.

**Tableau 8** : calcul de  $D_{cal}$  de la porte rampe pour l'abricotier.

<i>Cultures</i>	<i>L<sub>pr</sub></i> (m)	<i>N<sub>r</sub></i>	<i>Q<sub>r</sub></i> (l/h)	<i>Q<sub>pr</sub></i> (l/h)	<i>h<sub>l</sub></i> (m)	<i>D<sub>cal</sub></i> (mm)	<i>D<sub>n</sub></i> (mm)	<i>h<sub>lc</sub></i> (m)	<i>Qté Ø105</i> (ml)
parcelle 3	400	66	264	17424	0.55	78.52	105	0.46	1600
parcelle 4	400	66	264	17424	0.55	78.52	105	0.46	1600

La valeur de la perte de charge calculée est presque égale à 0.6mce (la valeur maximale).

### **V.2.1.3. Pour l'olivier :**

#### **V.2.1.3.1 Données générales pour l'olivier :**

**Tableau 9** : données générales pour l'olivier.

<i>Culture</i>	<i>parcelle 5 : l'olivier</i>	<i>parcelle 6 : l'olivier</i>
Espacement entre arbres	6m	6m
Espacement entre rangs	7m	7m
surface	32 ha	36 ha
<b><u>Ressource en eau :</u></b>		
Forage de débit	22 l/s	15 l/s
<b><u>Caractéristique de goutteur</u></b>		
Débit nominal	4l/h	4l/h
Pression nominale	10 mce	10 mce
Espacement des goutteurs	1m	1m

#### **V.2.1.3.2. Besoins en eau journaliers max :**

$$B_{max} = ETM_{local} = 5.39 \text{ mm/ jour.}$$

Donc les besoins journaliers max correspondent à  $B_{max} = 5.39 \text{ mm / jour.}$

#### **V.2.1.3.3. Temps maximum de travail**

Temps maximum journaliers de travail      18h/24h

#### **V.2.1.3.4. Détermination des données de bases**

Surface totale à irriguée

$$S_{p5}(t) = 32 \text{ ha}$$

$$S_{p6}(t) = 36 \text{ ha}$$

**V.2.1.3.5. Surface correspondant à une rampe**

$Al$  = longueur moyenne de la rampe  $\times$  espacement entre les rampes

$$Al = 140 \times 7 = 980 \text{ m}^2$$

$$Al = 980 \text{ m}^2.$$

Les paramètres sont repartés dans le tableau 10

**Tableau 10:** les paramètres calculés pour l'olivier.

<i>Paramètres calculées</i>	<i>P (g) mm/h</i>	<i>TF h/jour</i>	<i>N (p)</i>	<i>S (p) ha</i>	<i>Al m<sup>2</sup></i>	<i>N(r)</i>
parcelle 5	1.14	4.73	4	8	980	80
parcelle 6	1.14	4.73	4	9	980	80

**V.2.1.3.6. Position de porte rampe**

Longueur de rampes  $L_r = 140 \text{ m}$ .

Nombre de rampes  $N_g = 46$ .

Débit de rampes  $Q_r = 184 \text{ l/h}$ .

En va calculés  $D_{cal}$ , et en doit vérifier les perte de charge.

**Tableau 11 :** calcul de  $D_{cal}$  de la rampe pour l'olivier.

<i>Cultures</i>	<i>L<sub>r</sub> (m)</i>	<i>N<sub>g</sub></i>	<i>Q<sub>r</sub> (l/h)</i>	<i>h<sub>l</sub> (m)</i>	<i>D<sub>cal</sub> (mm)</i>	<i>D<sub>n</sub> (mm)</i>	<i>h<sub>l</sub> (m)</i>	<i>Qté Ø14 (ml)</i>
parcelle 5	140	46	184	1.1	8.04	14	0.8	31920
parcelle 6	140	46	184	1.1	8.04	14	0.8	31920

La valeur de la perte de charge calculé est presque égale a 1.1 mce (la valeur maximale).

**V.2.1.3.7. Alimentation de la porte rampes ( sur le cote) :**

Longueur de porte rampes  $L_{pr} = 400 \text{ m}$ .

Nombre de rampes  $N_r = 57$ .

Débit de rampes  $Q_r = 184 \text{ l/h}$ .

En va calculés  $D_{cal}$ , et en doit vérifier les perte de charge.

**Tableau 12** : calcul de  $D_{cal}$  de la porte rampe pour l'olivier.

<i>Cultures</i>	<i>Lpr</i> (m)	<i>Nr</i>	<i>Qr</i> (l/h)	<i>Qpr</i> (l/h)	<i>h<sub>l</sub></i> (m)	<i>D<sub>cal</sub></i> (mm)	<i>D<sub>n</sub></i> (mm)	<i>h<sub>lc</sub></i> (m)	<i>Qté Ø85</i> (ml)
parcelle 5	400	57	184	10488	0.55	60.92	85	0.52	1600
Parcelle 6	400	57	184	10488	0.55	60.92	85	0.52	1600

La valeur de la perte de charge calculée est inférieure à 0.55 mce (la valeur maximale)

#### **V.2.1.4. Calcul des dimensions des bassins :**

$$V_b = Q \cdot T_a$$

Q: débit nécessaire de parcelle

$T_a$ : durée d'arrosage

<i>parcelles</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>03</i>	<i>04</i>	<i>05</i>	<i>06</i>
<b>h/l) Q)</b>	105600	105600	69696	69696	41952	41952
<b>T<sub>a</sub> (h)</b>	4.05	4.05	4.05	4.05	4.73	4.73
<b>V<sub>b</sub>(m<sup>3</sup>)</b>	427.68	427.68	282.27	282.27	198.43	198.43
Dimension(m <sup>3</sup> )	(3*11*13)	(3*11*13)	(3*8*12)	(3*8*12)	(3*6*11)	(3*6*11)

#### **V.2.1.5. calcul hydraulique de la conduite principale :**

Il existe quatre (4) paramètres qui interviennent pour le calcul de la conduite principale.

-le débit Q.

-La perte de charge.

-La vitesse V.

-Le diamètre D.

#### **V.2.1.5. 1 Calcul des diamètres des conduites principales**

Pour notre projet on va choisir la valeur de débit la plus grande des postes mais, elle doit être inférieure au débit de la source

$$Q_{totale} = Q_{poste} \times N_p$$

Avec :

$Q_{total}$  : Débit totale en l/h.

$Q_{poste}$  : Débit dans chaque poste de la parcelle en l/h.

$N_p$  : nombre de poste dans chaque parcelle.

**Tableau 13** : résultats du calcul de débit total.

<i>N° de parcelle</i>	<i>Débit total en l/h</i>
N° 1: pêcher	105600
N° 2: pêcher	105600
N° 3 : abricotier	69696
N° 4 : abricotier	69696
N° 5: olivier	41952
N° 6: olivier	41952

Pour calculer le diamètre on doit fixer la vitesse d'écoulement (valeur optimale) .d'environ 1 m/s

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$$

Avec : Q : débit de la conduite considérée

**.Parcelles 1 et 2 (pêcher):**

$$Q_p = 105600 \text{ l/h} = 105.6 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 105.6}{3.14 \times 1 \times 3600}} \times 1000 = 193.3 \text{ mm.}$$

En prend  $D = 200 \text{ mm}$ . (Diamètre commercial).

**Vérification de la vitesse :**

$$V = \frac{Q}{S}$$

Avec

S : surface de la conduite en  $\text{m}^2$ .

Q : le débit dans la conduite en  $\text{m}^3/\text{s}$ .

**A, N**

$$V = \frac{105.6 \times 4}{3.14 \times 0.2^2 \times 3600} = 0.934 \text{ m/s} \in (0.8-1.2) \text{ .acceptable.}$$

**Parcelles 3 et 4 (abricotier):**

$$Q_p = 69696 \text{ l/h} = 69.696 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 69.69}{3.14 \times 1 \times 3600}} \times 1000 = 157.04 \text{ mm.}$$

En prend  $D = 160 \text{ mm}$ . (Diamètre commercial).

**Vérification de la vitesse :**

$$V = \frac{Q}{S}$$

Avec

S : surface de la conduite en  $\text{m}^2$ .

Q : le débit dans la conduite en  $\text{m}^3/\text{s}$ .

**A, N**

$$V = \frac{69.69 \times 4}{3.14 \times 0.16^2 \times 3600} = 0.963 \text{ m/s} \in (0.8-1.2) \text{ .acceptable.}$$

**Parcelles 5 et 6 (olivier):**

$$Q_p = 41952 \text{ l/h} = 41.952 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 41.95}{3.14 \times 1 \times 3600}} \times 1000 = 121.84 \text{ mm.}$$

En prend  $D = 130 \text{ mm}$ . (Diamètre commercial).

**Vérification de la vitesse :**

$$V = \frac{Q}{S}$$

Avec

S : surface de la conduite en m<sup>2</sup>.

Q : le débit dans la conduite en m<sup>3</sup>/s.

**A, N**

$$V = \frac{41.95 \times 4}{3.14 \times 0.13^2 \times 3600} = 0.878 \text{ m/s} \in (0.8-1.2) \text{ acceptable.}$$

### **V.2.6. Choix de la pompe**

La pompe est déterminée par deux paramètres essentiels

-la hauteur manométrique totale HM<sub>T</sub> exprimée en m.

-le débit de la pompe Q<sub>pompe</sub> en l/s.

$$HM_T = h_{tc} + h_{tpr} + h_{tr} - H_g + H_G$$

**Avec :**

h<sub>tc</sub> : perte de charge totale de la conduite principale de la pompe jusqu'à la dernière porte rampe de dernière parcelles en m.

h<sub>tpr</sub> : perte de charge totale dans la dernière porte rampe en m.

h<sub>tr</sub> : perte de charge totale dans la dernière rampe en m.

H<sub>g</sub> : hauteur de dénivellation en m.

H<sub>G</sub> : pression de goutteur (10 mce).

$$h_T = h_s + h_l$$

$$h_s = 10\% h_l.$$

$$h_T = 1.1 h_l$$

$$h_l = \frac{L}{2.75} \times 0.478 \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.75}$$

**Avec :**

L : longueur de la conduite en m.

D : diamètre de la conduite en mm.

Q : le débit dans la conduite en l/h.

**Tableau : 14** Le résultat de calcul est représenté sur le tableau suivant :

<i>paramet re</i>	<i>parcelle1 (pêcher)</i>	<i>parcelle2 (pêcher)</i>	<i>parcelle3 (ierabricot)</i>	<i>parcelle4 (abricotier)</i>	<i>parcelle5 (olivier)</i>	<i>parcelle6 (olivier)</i>
L <sub>CP</sub>	975 m	793 m	826 m	884 m	813 m	786 m
mm) D)	200mm	200mm	160mm	160mm	130mm	130mm
h/l) Q)	105600	105600	69696	69696	41952	41952
h <sub>tc</sub>	1.23m	1.01m	46.m 1	55.m 1	1.58 m	1.53 m
h <sub>tp</sub>	0.52m	0.52m	0.46m	0.46 m	m 0.52	0.52 m
h <sub>tr</sub>	0.95m	0.95m	0.95m	0.95m	0.8 m	0.8m
H <sub>g</sub>	-9.2M	-15.2m	-14.7 m	-7.1 m	-2.2m	m2.3
H <sub>G</sub>	10 mce	10 mce	10 mce	10 mce	10 mce	10 mce
HM <sub>T</sub>	3.5m	-2.72m	-1.83m	m5.36	m10.7	m15.15
Q (m <sup>3</sup> /h)	105.6	105.6	69.69	69.69	41.95	41.95
pompe adoptée	<b>RN100-160</b>	<b>gravitaire</b>		<b>RN 80-160</b>	<b>RN 50-200</b>	<b>RN 50-250</b>

**Le choix de la pompe se fait d' après l'annexe de série RN**

### **Conclusion :**

D'après la détermination des différentes compositions du réseau; le dimensionnement de ces composantes est nécessaire pour chaque projet d'irrigation.

Donc on a déterminé les débits, les diamètres et les pertes de charge qui nous assurent l'écoulement dans ces conduites à des diamètres normalisés.



**Généralité :**

Après l'étude ou l'élaboration d'un tel projet, un aspect économique doit être pris en considération, pour cette raison on doit faire une estimation des frais.

**VI.1. Devis de réseau d'irrigation localisée.**

Les globaux des pièces sont présentés dans le tableau suivant.

**Tableau -1** : Factures pro forma des pièces du réseau d'irrigation localisée

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix (DA)	Montant (DA)
Tube Ø14 PEBD	m/l	63840	10,77	687.556, 80
Tube Ø16 PEBD	m/l	219120	12,24	2.682.028, 80
Tube Ø85PEBD	m/l	3200	70,75	226.400
Tube Ø105 PEBD	m/l	3200	96,12	307.584
Tube Ø130 PEBD	m/l	6399	105,22	673.302,78
Tube Ø160PEBD	m/l	3953	114,34	451.986,02
Tube Ø200PEBD	m/l	1768	128,8	227.718,4
Filtre	un	6	15432,77	92.596,62
Coude 90° Ø80	un	6	4179,76	25.078,56
TE Ø 50	un	12	427,46	5.129,52
TE Ø150	un	12	7603	91.236
Vanne Ø80	un	6	11524,62	69.147,72
Vanne Ø40	un	24	4693,6	112.646,4
Goutteur réglable	un	108624	3,5	380.184
Pompe doseuse	un	4	25928.4	103.713,6
Bassins d'irrigation	DA/m <sup>3</sup>	240	5000	1.200.000
Fertilité	un	6	23731,2	142.387,2
			<b>Totale</b>	<b>7.478.696,42</b>

**VI-2-Dépenses des travaux**

Le prix de terrassement est égal à :

Pour le déblai :  $F_{\text{deb}} = V_{\text{deb}} \cdot K_{\text{deb}}$

$K_{\text{deb}}$  : prix de  $1 \text{ m}^3$  de déblai=300 DA

$V_{\text{deb}}$  : volume total de déblai

Pour le remblai :  $F_{\text{rem}} = V_{\text{rem}} \cdot K_{\text{rem}}$

$K_{\text{rem}}$  : Prix de  $1 \text{ m}^3$  de remblai=100 DA

$V_{\text{rem}}$ : volume total de remblai

- Calcul du volume de déblai et remblai

La pose en terre des conduites s'effectue dans un tranché dont la largeur de fond B sera donnée par la formule suivante :

$$B = D + (2 \times 0,3)$$

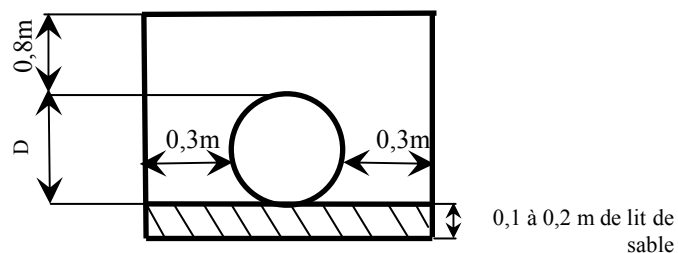
D : diamètre de la conduite (m)

La profondeur de fouille est en fonction du diamètre de la conduite, de la température du lieu (max, min) et les sollicitations des charges mobiles.

$$H \geq D + 0,8$$

$$\text{Déblai} = L \cdot H \cdot B$$

$$\text{Remblai} = \text{déblai} - (\pi LD^2/4)$$



Le prix de terrassement est égal à :

Pour le déblai :  $F_{deb} = V_{deb} \cdot K_{deb}$

$F_{deb} = 3748,26 \cdot 300 = 1.124.478,33$  DA

Pour le remblai  $F_{rem} = V_{rem} \cdot K_{rem}$

$K_{rem} = 3637,17 \cdot 100 = 363.717$  DA

Le coût totale est de:  $7.478.696,42 + 363.717 + 1.124.478,33 = 8.966.891,25$  DA / 210 ha = 42.700 DA/ha

Le coût d'un hectare est rentable.

### **VI-2 programme d'exécution des travaux:**

La largeur de la tranchée doit être suffisante pour qu'il soit aise d'y placer les tuyaux et les raccords, d'effectuer convenablement les remblais autours des canalisations et d'exécuter la pose des éléments spéciaux et leurs assemblages, la largeur entre blindage est au moins égale au diamètre extérieur du tuyau avec des sur largeurs de 0.30 mètres de part et d'autre.

Le fonds des tranchées est a 0.15 mètres au moins au dessous de la cote prévue pour la génératrice inférieure et extérieure du canal ; c'est l'épaisseur d'un lit de pose qui est constitue d'un sable fin dont les particules ne dépassent pas 30 mm de diamètre. Le lit de pose est dresse suivant la pente du radier, il doit être bien nivelée pour que le tuyau ne repose sur aucun point dur ou faible.

Les fouilles en tranchées seront exécutées manuellement ou à l'aide d'un engin mécanique (rétro chargeur).

Il faut noter que les conduites (principale, porte rampe) seront enterrées.

Les goutteurs utilises est du type non auto-régulants "turbo key" dont l'équation de fonctionnement est  $q = 1.15 \cdot h^{0.564}$ , son choix est du a son insensibilité au bouchage et a sa fourchette de pression (1 a 4 bars) il est place en dérivation avec un espacement de sept metre (07m) et en nombre de deux pour chaque arbre.

### **Conclusion**

D'après le coût de la projection des réseaux qu'on a obtenue, on remarque que l'estimation du réseau d'irrigation localisée est très élevée. Cette élévation est due à l'utilisation, le réseau d'irrigation localisée, d'un nombre de conduite assez important, et a la filtration qui demande des équipements trop chers.

## **CONCLUSION GENERALE**

A l'issue de ce modeste travail, on a constaté que l'objectif assigné est dans les différents cas n'est pas parfaitement atteint.

Dans la plupart des cas, ceux sont des études standards qui sont collées à tout le périmètre, sans études préalables approfondies (besoin réel des cultures, dose d'arrosage, temps d'arrosage, pression nécessaire). Malheureusement c'est un facteur de renchérissement des installations clés en mains. Par ailleurs le manque de formation du personnel irrigant dans la conduite de l'irrigation est à l'origine de beaucoup de perte.

Enfin pour améliorer cette situation, on propose les recommandations suivantes :

1-Il est impératif d'installer l'unité de tête afin d'assurer une irrigation avec de l'eau filtrée pour éviter le bouchage des goutteurs, et donc de ne pas entraver le bon déroulement de la campagne d'irrigation.

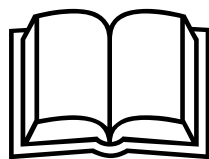
2-Ordonner à l'irrigant de ne donner que la dose d'irrigation réellement calculée, et de respecter le temps d'arrosage puisque le principe de l'irrigation au goutte à goutte est de ne pas avoir de pertes par percolation d'où une efficacité supérieure à 85%.

3-Bien maîtriser le volume d'eau disponible et les besoins en eau du périmètre, afin de développer un plan de gestion d'exploitation et d'irrigation adéquat, permettant une irrigation optimale.

4-Assurer la pression nécessaire pour tout le réseau sur la base de calcul de pertes de charge et ceux en tenant compte de la superficie de chaque parcelle étudiée (topographie...etc)

Ainsi seule une étude rigoureuse et une vulgarisation intense du système d'irrigation localisée pourra à l'avenir permettre d'atteindre l'efficacité à savoir 90% et c'est seulement ainsi qu'on pourra contribuer à l'économie de l'eau.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES



- [1] **BULLETIN DE FAO N°29**, Qualité des eaux d'irrigation, FAO. Rome. ;
- [2] **BULLETIN DE FAO N°36,1983** :l'irrigation localisée, calcul, mise en place, exploitation, contrôle du fonctionnement, FAO. Rome ;
- [3] **DANIEL VESCHAMBRE et PIERRE VAYSSE, 1980** : Mémento goutte à goutte, guide pratique de la micro irrigation par goutteurs et diffuseurs. Edition C.T.I.F.L, INRA ;
- [4] **DIEHL.R,1975** : Agriculture générale, 2<sup>ème</sup> édition J.B BALLIERRE .Paris
- [5] **GUETTALA CHAHRAZED, 2003** : Etude d'un projet d'irrigation au goutte à goutte au niveau du périmètre Djarech (110 Ha) à partir de 05 forages (W.TEBESSA),thèse d'ingénieur d'état en agronomie,université de Batna ;
- [6] **JEAN ROBERT TIERCELIN, 1998** : Traité d'irrigation, technique et documentation .France,
- [7] **KULKER, 1988** : La maîtrise de l'irrigation sous pression, aspersion et goutte à goutte. Edition NATHAN. Paris ;
- [8] **L.S.BAHBOUH, 2003** : Cours et travaux pratiques d'agro-pédologie, 3<sup>ème</sup> \_Année ENSH, Blida ;
- [9] **MESSAHEL MEKKI, 1988** : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation) Edition O.P.U. Alger ;
- [10] **MESSAHEL MEKKI, 2005** : Cours d'irrigation et drainage, 5<sup>ème</sup> Année, ENSH. Blida ;
- [11]**MICHEL DUCROCQ** : Les bases de l'irrigation, technique et documentation, Lavoisier, Paris. Editions scientifiques universitaires. Liban ;
- [12] **Ritz ,1994** : Programme de pompage. Edition EQN et DAR .Frankfurt ;

# *Annexes*

ANNEXE 1

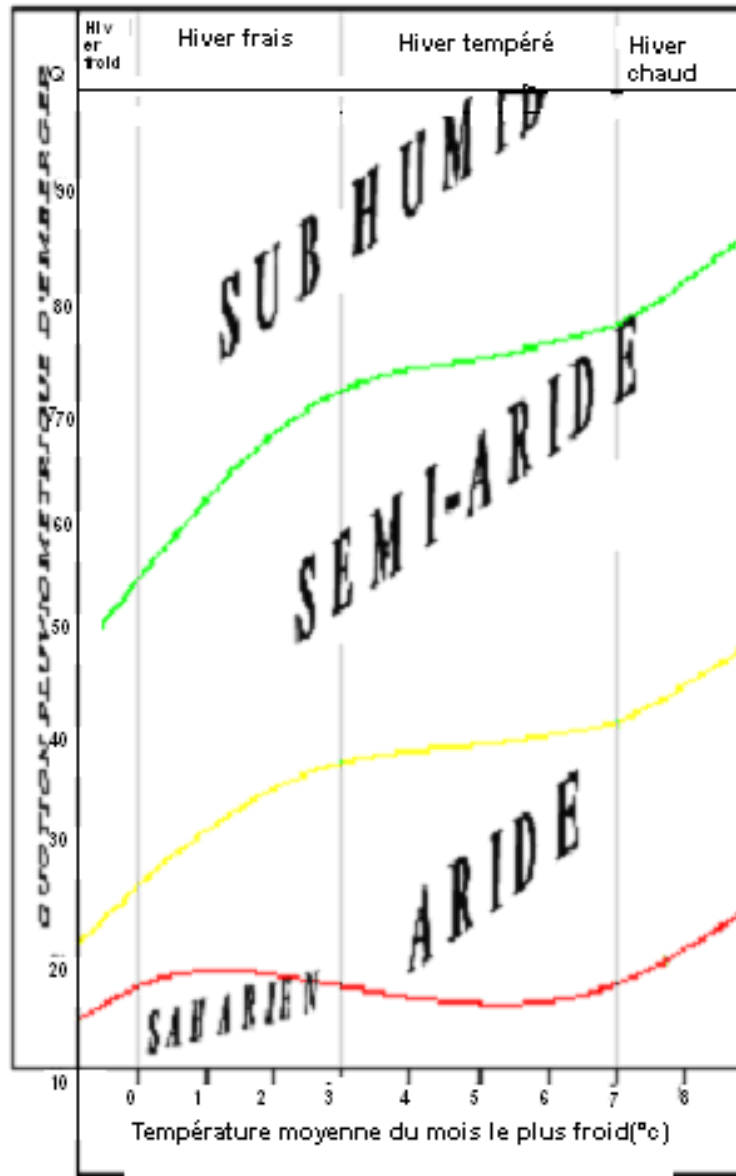
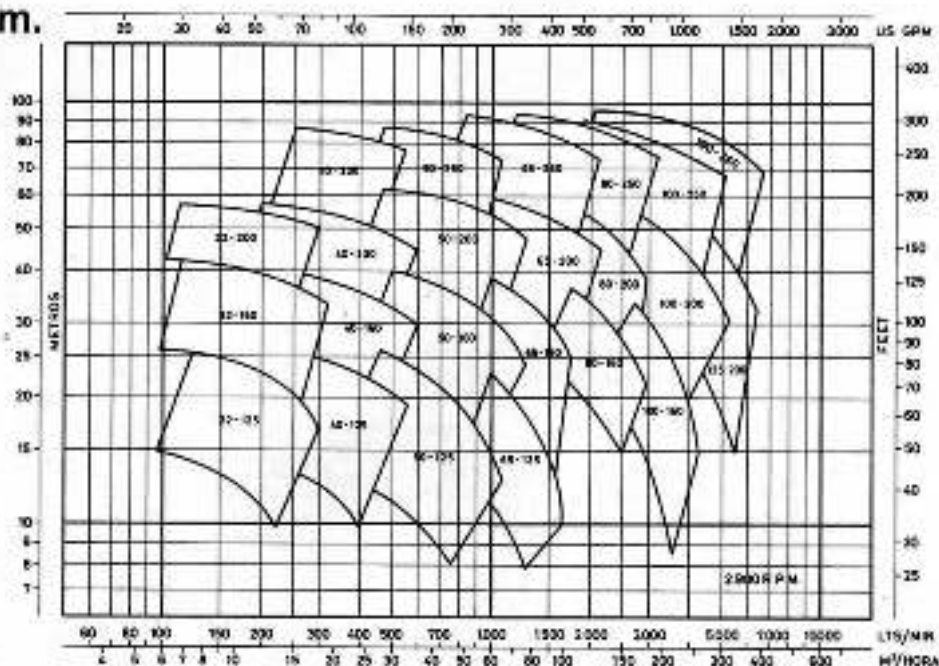


Diagramme bioclimatique d'Emberger

- CAMPOS DE TRABAJO
- \* CHAMPS DE TRAVAIL
- PERFORMANCE CHARTS

2.900 r.p.m.



50 Hz

1.450 r.p.m.

