

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche**  
**Scientifique**



**Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued**

**FACULTE DE TECHNOLOGIE**

**DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE**

**Mémoire de fin d'étude**

Présenté pour l'obtention du diplôme de

**MASTER ACADEMIQUE**

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie mécanique

Spécialité : Energétique

**Thème**

**Étude hydraulique de pivot d'irrigation traditionnelle  
dans la région d'El Oued**

Devant le jury composé de :

*MEGDOUD Soufiane*    Président  
*BOUGHEZALA*        Examineur  
Mohammed Ahmed

Mr.GUERRAH Ayoub    Encadreur

Présenté par :

- MESAI BELGACEM Abdelhamid  
- GUERRAH Ahmed

**2017-2018**

# إهداء

بسم الله الرحمان الرحيم

اهدي هذا العمل لكل شخص من حولي والذي دعمني بقوة طوال هذه  
الرحلة الطويلة، إلى والديا الغاليين الذين دائما ينيرانني على طريق الحياة  
بتسليم لي طوال سنوات دراستي، حفظهم الله لي.

إلى جميع أفراد عائلتي

إلى كل أصدقائي.

# تَشْكُرَات

الحمد لله حتى يبلغ الحمد منتهاه

نتقدم بجزيل الشكر للمشرف الاستاذ **أيوب قرح**، ولن نكون ممتنا بما يكفي له، فلقد منحنا فرصة العمل معه، جعلنا للطف وتوافر الأمور أكثر سهولة، وكانت خبرته ونصائحه ضرورية بلا شك لتوجيه هذا العمل خلال فترة البحث، ونحن نقدر بإمتنان أساتذة قسم الميكانيك.

شكر خاص لزملائي في تخصص طاقوية و طاقات متجددة و لجميع حاملي شهادة الماستر دفعة 2017 / 2018.

## Table des matières

LISTE DES FIGURES .....	ii
LISTE DES TABLEAUX.....	iii
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I :GENERALITE SUR LE SYSTEME .....	4
I.1. Principe générale de conception.....	4
I.2. Classification des machines à arroser .....	4
I.3. Composants de pivot d'irrigation traditionnelle .....	5
I.3.1. L'unité centrale .....	5
I.3.2. La conduite d'eau .....	5
I.3.3. Les tours mobiles.....	6
I.3.4. Les travées.....	6
I.3.5. Les organes d'arrosage .....	7
I.4. Principe de fonctionnement de la rampe pivotante.....	8
I.5. Caractéristiques de l'arrosage souplesse du système d'irrigation .....	8
I.5.1. Effets mécaniques de la pluviométrie sur le sol .....	8
I.5.2. Souplesse du système d'irrigation.....	8
I.5.3. Conditions financières .....	9
I.6. Système de pompage .....	9
I.7. Caractéristiques du système de gicleurs de pivot d'irrigation traditionnelle .....	10
I.8. Avantages de la pulvérisation axiale.....	11
I.9. Inconvénients de l'irrigation par pivot .....	11
CHAPITRE II : THEORIE HYDRAULIQUE.....	13
II.1. Calcul des caractéristiques hydrauliques débits-pression .....	13
II.1.1. Calcul de perte de charge dans la rampe .....	13
II.1.2. Distribution des débits le long de la rampe .....	13
II.1.2.1. Calcul de débit théorique dans la rampe à une distance r du pivot .....	14
II.1.2.2. Calcul de débit théorique d'une buse à une distance r du pivot .....	16
II.1.3. calcul de la pression .....	17
II.1.3.1. méthode analytique considérant le comme une fonction continue le long de la rampe	17
II.1.3.2. Méthode considérant la fonction débit comme une fonction en escalier .....	23
II.2. Répartition théorique des buses le long d'un pivot.....	24
CHAPITRE III : CARACTERISATION EXPERIMENTALE.....	27

III.1. Présentation le système étudié.....	27
III.2. Présentation de la zone d'étude.....	27
III.3. Paramètres météorologiques .....	28
III.4. Matériel et instruments de mesure .....	29
III.5. Résultats de mesures.....	32
III.5.1. Mesure de débit .....	32
III.5.2. Mesure de pression.....	33
III.5.3. Mesure pluviométriques .....	34
CHAPITRE IV : INTERPRETATION ET DISCUSSION .....	38
IV.1. Introduction .....	38
IV. 2. Présentation des résultats de mesures des caractéristiques observées aux buses.....	39
IV.2.1. Analyse des débits mesures .....	39
IV.2.2. Analyse des pressions mesures.....	40
IV.2.3. Analyse des pluviomètres mesures .....	40
IV.3. Discuter des résultats obtenus.....	41
IV.4. Conclusion .....	42
CONCLUSION GENERALE .....	45
BIBLIOGRAPHIQUES.....	46

## LISTE DES FIGURES

Figure I. 1 Elément centrale sur pivot d'irrigation traditionnelle .....	5
Figure I. 2 La canalisation en acier galvanisé .....	6
Figure I. 3 Tours mobiles sur pivot d'irrigation traditionnelle. ....	6
Figure I. 4 le travée de pivot d'irrigation traditionnelle.....	7
Figure I. 5 les organes d'arrosage sur pivot d'irrigation traditionnelle .....	7
Figure I. 6 Présentation du système de pompage .....	9
Figure II. 1 Diagramme schématique d'un arrosage par rampe pivotante .....	14
Figure II. 2 Présentation des débits et des pressions .....	23
Figure III. 1 Schéma du système de pivot d'irrigation traditionnelle dans la région d'El Oued .....	27
Figure III. 2 Présentation de la zone d'étude .....	28
Figure III. 3 Gobelets en plastique utilisée dans le pluviomètre. ....	29
Figure III. 4 manomètres .....	30
Figure III. 5 Thermomètre.....	30
Figure III. 6 Seau.....	31
Figure III. 7 un vase tape un tuyau .....	31
Figure III. 8 Position des buses .....	32
Figure III. 9 Position du pluviomètre .....	35
Figure IV. 1 Analyse des débits aux buses.....	39
Figure IV. 2 Analyse des pressions aux buses .....	40
Figure IV. 3 Schéma de pulvérisation au niveau des trois lignes.....	41

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau I. 1 :Caractéristiques de la pompe.....	10
Tableau III. 1 la météo pour la durée du test. ....	29
Tableau III. 2 Débit à chaque buse.....	33
Tableau III. 3 Pression à chaque buse .....	34
Tableau III. 4 Pulvériser à chaque ligne.....	36

# **INTRODUCTION GENERALE**

## INTRODUCTION GENERALE

L'irrigation est l'application artificielle de l'eau au sol pour remplir le minimum de la quantité d'eau requise par les cultures en vue d'améliorer la production végétale, d'augmenter les profits agricoles et de réduire la variabilité du rendement. Il existe différents types de méthodes d'irrigation telles que l'irrigation de surface, l'irrigation souterraine, l'irrigation au goutte-à-goutte et l'irrigation par aspersion, qui ont toutes leurs propres avantages et inconvénients . Le choix du type de système d'irrigation dépend des propriétés du sol, de la topographie, de la culture à cultiver, de la qualité et de la source de l'approvisionnement en eau, du coût initial, du travail aux besoins, des coûts d'exploitation, des propriétés foncières et du coût et de la disponibilité de la source d'énergie.

Il est convenu que l'agriculture présente un grand intérêt dans la région d'El Oued, de sorte qu'au cours des dernières années, l'état a réalisé une expansion de plus en plus rapide des surfaces irriguées.

Au cours des dernières campagnes agricoles, l'État a réalisé un «miracle» en se classant premier dans la production nationale de pommes de terre saisonnières et non saisonnières et produit plus de 8 millions de quintaux de pommes de terre non saisonnières sur une superficie de plus de 30 000 hectares , qui représente 50% de la production nationale de cette nourriture la plus consommée dans la société algérienne .

Au plan technologique, la grande innovation est l'apparition de l'irrigation par aspersion celle-ci permet d'irriguer une superficie de 7850 mètres carrés en un seul passage, ce qui permet de réduire les coûts et la maintenance par rapport aux autres systèmes d'arrosage.

Par conséquent, nous devons promouvoir ce secteur à travers le développement et l'amélioration de ce système, qui est discuté dans cette étude, où nous essayons de connaître la distribution de la pulvérisation au niveau du sol et le degré de conformité aux normes internationales, et étudier à la fois le débit et la pression au niveau du système .C'est la raison pour la quelle nous nous sommes intéressés dans cette étude à ce problème qui n'avait jamais été abordé auparavant sur plan hydraulique.

Nous allons diviser le travail en quatre chapitres :

Le *premier chapitre* est une description générale du système de pivot d'irrigation traditionnelle dans la région d'El-Oued et une identification de ses composants et leurs dimensions.

Le *deuxième chapitre* sera consacré au calcul hydraulique du système et présenté l'expression des pressions, des débits et l'analyse pluviométrique.

Dans le *troisième chapitre*, nous étudierons expérimentalement les paramètres hydrauliques du système.

Le *quatrième chapitre* est l'interprétation et la discussion des résultats expérimentaux.

# **CHAPITRE I :GENERALITE SUR LE SYSTEME**

## CHAPITRE I :GENERALITE SUR LE SYSTEME

### I.1. Principe générale de conception

Un système pivot est constitué par une conduite d'eau soutenue par des supports métalliques équipés de roues appelés tours mobiles. La partie de la machine comprise entre le tour mobile et l'unité centrale s'appelle travée. Une tour est dotée d'un moteur électrique dont la mise en marche provoque la rotation des roues. Celles-ci tournent perpendiculairement à la rampe et l'ensemble décrit un cercle. La conduite d'eau porte sur toute sa longueur, des organes d'arrosage appelées buses. A ses extrémités on trouve d'abord un pivot (ou tour centrale) à partir duquel la conduite est alimentée et autour duquel elle peut tourner. Le pivot traditionnel est constitué d'une seule conduite d'arrosage de diamètre généralement de 60 mm, composée de tuyaux en acier léger galvanisé, suspendus au-dessus du sol par de longues structures métalliques et des câbles et posés sur de tour mobile sur roues. Une extrémité de la conduite est raccordée à un mécanisme à pivot implanté au centre de la zone à irriguer, l'ensemble de la conduite tourne autour du pivot.

### I.2. Classification des machines à arroser

On parle terme général de « machine d'arrosage », on désigne généralement tout appareil plus au moins automatisé arrosant en se déplaçant [2-5].

On distingue quatre grands types de machine d'irrigation :

- Les appareils arrosant en cercles, selon un diamètre appelés arroseurs géants.
- Les appareils arrosant des bandes juxtaposées en se déplaçant, appelés les canons automoteurs.
- Les appareils arrosant en rectangle, à déplacement frontal continu pendant l'arrosage, appelés rampes frontales.
- Les appareils arrosant en cercle selon un rayon appelés généralement : rampes pivotantes ou système pivot, cette dernière nomination provenant de la traduction Anglaise « pivot-système »[1].

### I.3. Composants de pivot d'irrigation traditionnelle

#### I.3.1. L'unité centrale

L'unité centrale est à la fois l'élément autour duquel tourne le reste du pivot, et celui par où arrive l'eau destinée à l'irrigation. Elle est constituée d'un assemblage boulonné de cornières, qui forme une pyramide à base carrée d'environ 1.5 mètres de hauteur et 2 mètres de côté. L'ensemble est fixé au sol ou par une dalle en béton dont le poids pour s'opposer au couple de renversement créé par la rampe.



*Figure I. 1 Elément centrale sur pivot d'irrigation traditionnelle*

#### I.3.2. La conduite d'eau

La canalisation est généralement en acier galvanisé. Elle est constituée d'éléments de 12 m, Son diamètre de 56 mm est choisi de façon à permettre l'alimentation des buses à la pression nécessaire [1].

La conduite d'eau est constituée quatre éléments de tuyaux assemblés par des joints serrés par vis et écrous. Elle doit présenter une rigidité et une résistance à la corrosion sous ses diverses formes (chimique ou mécanique notamment) [1].



*Figure I. 2 La canalisation en acier galvanisé*

### **I.3.3. Les tours mobiles**

Les tours mobiles assurent le support et le maintien de la conduite. Il est situé sur une distance de 33m suivant les types de système pivot. Qui forme une pyramide à base rectangulaire, et sont équipées de moteurs réducteurs à propulsion électrique. Ces derniers développent une puissance de 0,74 Kw, Il est placé à l'arrière de la structure, Le mouvement est déplacé vers le réducteur via la bande transporteuse, qui à son tour (le réducteur) est connecté à la roue arrière.



*Figure I. 3 Tours mobiles sur pivot d'irrigation traditionnelle.*

### **I.3.4. Les travées**

Elles sont constituées par une canalisation servant de poutre, rigidifiées par une structure.

D'une longueur de 30 à 65 m, elles laissent un dégagement sous structure de 1.3 à 1.75 m, pour une hauteur totale de 4.2 m. Les pivots utilisés en arboriculture, peuvent laisser un dégagement sous structure de 5.5 m au moins.



*Figure I. 4 le travée de pivot d'irrigation traditionnelle*

### **I.3.5. Les organes d'arrosage**

L'arrosage se fait alors au moyen d'asperseurs à basses et moyennes pressions (sprinklers, buses ...) fixés sur des piquages, eux-mêmes disposés à intervalles Irréguliers (en moyenne 3mètres) sur la canalisation. Le débit de ces différents organes d'arrosage varie avec leur position sur la travée. Il est calculé pour tenir compte des pertes de charge et de l'augmentation de la surface arrosée avec le rayon de giration de l'appareil[1].

Dans le cas du système pivot d'irrigation traditionnelle, les organes d'arrosage ne sont autres que des buses atomiseurs basse pression (type), constituées de deux parties.

- Un corps en plastique muni d'un déflecteur qui éclate le jet et le répartit dans l'espace.
- Une buse en plastique constituée par un orifice calibré qui permet d'assurer une loi débit-pression[1].



*Figure I. 5 les organes d'arrosage sur pivot d'irrigation traditionnelle*

## **I.4. Principe de fonctionnement de la rampe pivotante**

Une fois le système pivot branché sur la canalisation de refoulement du forage ou autres, on doit choisir la vitesse d'avancement du moteur électrique de la dernière tour mobile .Cette vitesse d'avancement est choisie suivant la quantité d'eau à apporter par arrosage et la durée prévue pour cette application. A vitesse angulaire constante, la vitesse linéaire des tours augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne du pivot .Afin donc de synchroniser le déplacement des différentes tours, seul le moteur le plus éloigné reçoit le réglage et la cadence des démarrages et des arrêts à partir de l'armoire de commande[1].

C'est donc celui-ci qui commande le mouvement, les autres assurent le réalignement des tours qui restent en arrière.

Au droit de chaque tour, deux travées voisines sont reliées par un tuyau articulé et supporté librement pour que ces dernières puissent former un certain angle ayant pour sommet la tour considérée. Un contacteur spécial ferme le circuit d'alimentation électrique, lorsque, les deux travées liées à cette tour forment un angle déterminé.

## **I.5. Caractéristiques de l'arrosage souple du système d'irrigation**

### **I.5.1. Effets mécaniques de la pluviométrie sur le sol**

Il est évident, que pour une application de l'eau moyennant des buses de différentes dimensions, on dira qu'une fois choisis l'espacement des buses et la pression, une pluviométrie est alors sélectionnée pour appliquer l'eau suivant un débit égal ou inférieur au débit d'infiltration du soi .Le résultat sera une diminution de la récolte, un lessivage des engrais en certains endroits et un risque d'érosion du sol. Un sol à structure fragile est sensible au compactage par les gouttes d'eau. Celles-ci sont d'autant plus nuisibles que leur taille est plus grande, c'est-à-dire avec asperseurs. Mais c'est avec ces derniers, assez espacés et de taille variable, que l'intensité d'arrosage est la plus faible. Par ailleurs une faible taille de gouttes (avec buses) est liée à une forte intensité d'apport d'eau qui engendrerait alors un ruissellement sur sols imperméables, compact sou en pente[1].

### **I.5.2. Souplesse du système d'irrigation**

L'irrigation par rampes pivotantes a en outre une qualité, Celle de pouvoir être adoptée parfaitement à la satisfaction des besoins en eau des plantes, tels qu'ils se présentent dans le temps.

Il reste le plus souvent une grande latitude pour modifier à volonté le rythme des applications d'eau. Si donc il faut irriguer en économisant au maximum l'eau et de ce fait l'énergie, tenir compte des pluies, obtenir les meilleurs rendements, on est obligé de faire tourner la rampe pivotante au moment et à la vitesse qui conviennent pour combler exactement les déficits tels qu'ils apparaissent durant la campagne d'irrigation. L'agriculteur à tout avantage, dès lors, à dresser méthodiquement le bilan de l'eau dans le sol en notant les apports (pluies et arrosages) et les consommations (évapotranspiration) et en vérifiant l'humidité du sol avec des moyens appropriés[1].

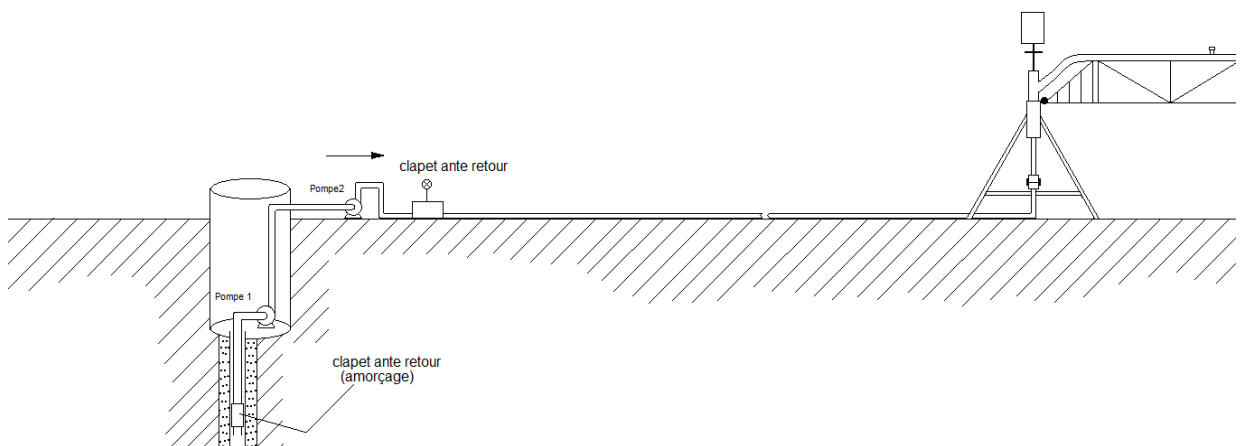
### I.5.3. Conditions financières

Les lois régissant la fonction coût de l'irrigation sont sensiblement différentes suivant les époques et suivant les conditions économiques en vigueur dans les divers pays. Pour donner une idée de la répartition des postes de dépenses et de recettes intervenant dans le budget de l'irrigation par rampe pivotante, sans toutefois pouvoir indiquer la valeur de l'unité de prix.

- Les frais d'acquisition
- Les coûts de fonctionnement : Ces derniers comprennent l'entretien, l'énergie, l'intérêt sur les emprunts, le travail correspondant au graissage, vérification et réparations.
- les frais généraux: ils comprennent l'amortissement technique du matériel, l'intérêt se rapportant à l'investissement et l'assurance.

### I.6. Système de pompage

L'irrigation par aspersion impose que l'eau soit mise sous pression au moyen d'une pompe avant d'être distribuée par un réseau de canalisation.



*Figure I. 6 Présentation du système de pompage*

La station de pompage pour l'irrigation se compose de différents matériels :

- le pompe : Le système d'arrosage contient deux pompes et est connecté à la séquence, chaque pompe aux caractéristiques suivantes

<b>Pompe1</b>	<b>Pompe2</b>	
4	2.2	<b>la puissance KW</b>
5.5	3	<b>la puissance HP</b>
380/660	380	<b>Tension V</b>
8.8	4.8	<b>Intensité A</b>
50/60	/	<b>la fréquence Hz</b>
1500	2860	<b>Rotation tr/min</b>

*Tableau I. 1 : Caractéristiques de la pompe*

- un ou plusieurs moteurs d'entraînement des pompes

- des accessoires hydrauliques : cela inclut les canaux d'eau et coudes, siphons, vannes, 2 clapet ante retour.

- des accessoires électriques(appareils de mise en route, rhéostats, etc.)

La station de pompage, quelle que soit son importance, bien aéré pour permettre un accès facile et surtout le refroidissement du moteur ou des moteurs d'entraînement . Elle se situera, en règle générale, le plus près possible du point de prélèvement ou de la ressource.

## **I.7. Caractéristiques du système de gicleurs de pivot d'irrigation traditionnelle**

Ce type est caractérisé par d'autres systèmes de simplicité d'arrosage dans la conception et la facilité d'installation et de fonctionnement, Mais il contient de nombreux problèmes et cette revue de la méthode de fabrication n'est pas étudiée, ce qui le rend moins efficace et moins agricole :

- La pompe à l'intérieur du puits " 4 kW " pompe l'eau vers le haut
- Pompe avec une force " 2.2 kw " et est connecté à la séquence avec la première pompe
- Pompe pression" 1.6 bar " au niveau du sol
- Moteur de tension " 0.75 kw " qui déplace le système d'arrosage
- Réducteur

### **I.8. Avantages de la pulvérisation axiale**

- Approprié à l'usage dans le sol de désert de sable perméable élevé, qui perd l'eau d'irrigation rapidement
- Causer l'abondance dans le pays où il n'a pas besoin de créer des canaux
- Son utilisation n'entraîne pas d'érosion du sol, comme dans l'irrigation par submersion
- N'a pas besoin de beaucoup de travail
- Les engrais et les pesticides peuvent être ajoutés à travers l'eau d'irrigation par aspersion

### **I.9. Inconvénients de l'irrigation par pivot :**

- Coûts élevés de l'établissement du système
- Nécessite un emploi avec une expérience particulière dans l'exploitation et la maintenance
- Son utilisation entraîne une concentration de sel dans la surface de la terre
- La faible homogénéité de la distribution d'eau par rapport au système d'irrigation par l'inondation du système d'irrigation axiale

**CHAPITRE II :**  
**THEORIE HYDRAULIQUE**

## CHAPITRE II : THEORIE HYDRAULIQUE

### II.1. Calcul des caractéristiques hydrauliques débits-pression

Dans le but de situer les éventuelles causes de la mauvaise répartition de l'eau en surface, nous avons procédé à l'étude des caractéristiques hydrauliques de la rampe pour son fonctionnement habituel.

Par ailleurs, une étude théorique est établie afin de déterminer la répartition nécessaire des débits aux différentes buses et de la comparer avec la distribution observée.

#### II.1.1. Calcul de perte de charge dans la rampe

Parmi les nombreuses formules de pertes de charge dans les conduites nous avons retenu la formule dite de CALMON et LECHAPT[6].

$$\Delta H_U = \frac{K \cdot Q^m}{D^n} \quad (\text{II.1})$$

avec :  $\Delta H_U$  = Perte de charge unitaire en mm/m.

Q = Débit dans la rampe en m<sup>3</sup>/s

D = Diamètre intérieur de la rampe en m.

K, m et n sont trois paramètres qui dépendent de la canalisation et du régime d'écoulement. Cette relation sera utilisée dans ce qui suit pour calculer la variation de pression le long de la rampe. Nous exposons les valeurs des paramètres K, m, n pour le type de notre canalisation.

Hypothèses de calcul :

- Régime d'écoulement turbulent.
- Conduite neuve.

Canalisation en acier galvanisé:  $K= 1,86$   $m=1,9$  et  $n=4,9$ .

#### II.1.2. Distribution des débits le long de la rampe

La figure (II. 1) schématise le principe de base pour le calcul de la variation du débit le long de la rampe ainsi que le débit théorique des buses.

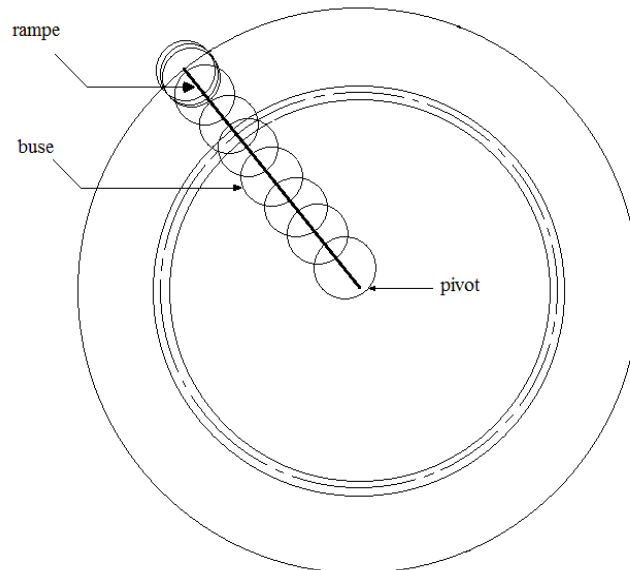


Figure II. 2 Diagramme schématique d'un arrosage par rampe pivotante

### II.1.2.1. Calcul de débit théorique dans la rampe à une distance $r$ du pivot

Considérons un tronçon de la rampe au milieu duquel est placée une buse. En se référant à la figure (II. 3) la surface arrosée par la buse est:

$$\Delta S = 2\pi r \cdot \Delta r$$

avec:

$r$  = Distance entre le pivot et la buse.

$\frac{\Delta r}{2}$  = Distance de part et d'autre de la buse.

Le débit correspondant à cette surface est :

$$\Delta q = \frac{P}{T} 2\pi r \cdot \Delta r$$

Où:

$P$  = Dose (hauteur d'eau apportée par l'appareil pendant l'arrosage)

$T$  = Temps mis par le système pivot pendant une révolution.

Le débit dans le tronçon à une distance  $r$  du pivot est donc :

$$Qr = \sum_{r=0}^r \Delta q$$

Si on considère qu'il y a une infinité de buse, le débit est alors une fonction continue de la variable et on peut écrire :

$$Qr = 2\pi \frac{P}{T} \int_r^R r dr \quad (\text{II.2})$$

Soit:

$$Qr = \pi R^2 \frac{P}{T} \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right) \quad (\text{II.3})$$

Si r et R sont exprimés en mètre, P en mm, T en heure, l'équation devient:

$$Qr = \pi R^2 \frac{P}{T} 10^{-3} \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right) \quad (\text{II.4})$$

avec:

$Qr$  = Débit du tronçon de la rampe à une distance  $r$  ( $m^3/h$ )

$R$  = Rayon du cercle arrosé ( $m$ ).

Au niveau du pivot, l'équation (II.4) nous donne:

$$Q_0 (m^3/h) = 10^{-3} \pi R^2 \frac{P}{T} \quad (\text{II.5})$$

Où

$Q_0$  = Représente le débit d'alimentation de la rampe.

L'équation (II.4) peut alors s'écrire :

$$Qr(m^3/h) = Q_0 \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right) \quad (\text{II.6})$$

### II.1.2.2. Calcul de débit théorique d'une buse à une distance r du pivot

**Principe :**

Le calcul est basé sur la nécessité d'apporter une lame d'eau uniforme à la totalité de la surface couverte par la rampe. Par ailleurs, nous avons considéré l'ensemble des travées comme étant un seul élément rigide pivotant autour du centre (pivot).

**Définitions :**

$Q_0$  = Débit en tête du pivot.

$S$  = Surface couverte par la rampe,  $S = \pi R^2$

$r_1$  = Portion de la rampe entre le centre et la première buse, de longueur  $\Delta R_1$ .

$r_i$  = Portion de la rampe entre les buses  $d_{i-1}$  et  $d_i$  de longueur  $\Delta R_i$  (les  $\Delta R_i$  sont de même longueur que  $\Delta R_1$ ,  $i > 1$ )

$b_i$  =  $i^{\text{ème}}$  buse à partir du pivot.

$q_i$  = Débit à travers la buse  $b_i$

$h$  = lame d'eau apportée par unité de temps,  $h = \frac{Q_0}{S}$  (II.7)

Nous avons donc pour une rampe de n buses :

$$R = \sum_{i=1}^R \Delta R_i = \Delta R_1 + (n - 1)\Delta R_1 \quad (\text{II.8})$$

$$Q_0 = \sum_{i=1}^R q_i \quad (\text{II.9})$$

Comme  $h = \frac{Q_0}{S} = \text{Constante}$

d'où  $dh = \left(\frac{\partial h}{\partial Q_0}\right) dQ_0 + \left(\frac{\partial h}{\partial S}\right) dS = 0$

$$dh = \frac{1}{S} dQ_0 - \frac{Q_0}{S^2} dS = 0$$

$$\text{d'où } \frac{dQ_0}{Q_0} = \frac{ds}{s}$$

$$\text{or : } s = \pi R^2 \rightarrow ds = 2\pi R dR$$

Par intégration :  $\ln Q_0 = 2 \ln R + C, C = \text{Constante.}$

d'où

$$Q_0 = KR^2 \quad (\text{II.10})$$

$$\text{ainsi } dQ_0 = 2KR dR$$

En conclusion, une variation  $dR$  de la longueur de la rampe engendrera une variation de la surface irriguée,  $= 2\pi R dR$ , ainsi que du débit requis  $dQ_0 = 2KR dR$

Ainsi, en faisant varier  $R_i$  de 1 à n, on établira la distribution des débits aux buses par la relation:

$$Q_{bi} = 2 \cdot K \cdot R_{bi} dR_i \quad (\text{II.11})$$

La valeur de K est déterminée expérimentalement :  $K = \frac{Q_{\text{observé}}}{R^2}$

$\Delta R$  étant la distance séparant deux buses avoisinantes.

### II.1.3. calcul de la pression

Pour déterminer la distribution des pressions de la rampe on peut envisager les cas suivants.

#### II.1.3.1. méthode analytique considérant le comme une fonction continue le long de la rampe

##### 1 ) Perte de charge totale dans la rampe

Dans la direction de l'écoulement, " pivot - extrémité ", le principe de l'énergie peut se résumer dans l'équation générale.

$$[\text{Energie au pivot}] - [\text{Perte de charge}] = [\text{Energie à l'extrémité de la rampe}] \quad (\text{II.12})$$

Selon le théorème de BERNOULLI pour l'écoulement de fluides incompressibles l'équation (II.12) devient :

$$\left( H_0 + \frac{V_0^2}{2g} + Z_0 \right) - \Delta H = \left( H_R + \frac{V_R^2}{2g} + Z_R \right) \quad (\text{II.13})$$

avec :  $\Delta H$  = Perte de charge totale le long de la canalisation.

$H_0$  = Prèssion au pivot.

$H_R$  = Prèssion à l'extrémité du rayon d'arrosage.

$Z_0$  = Hauteur du pivot.

$Z_R$  = Hauteur de l'extrémité de la rampe.

$V_0$  = Vitèsse de l'eau en tête de la rampe pivotante.

$V_R$  = Vitèsse de l'eau à l'extrémité du rayon du cercle arrosé.

Étant donné que la vitesse de l'eau à l'extrémité est nulle et que la rampe théoriquement ne présente pas de dénivelée sur toute sa longueur.

$$V_R = 0 \quad \text{et} \quad Z_0 - Z_R = 0$$

L'équation (II.14) devient :

$$H = H_0 - H_R + \frac{V_0^2}{2g} \quad (\text{II.14})$$

D'après le paragraphe (II.1.1), la perte de charge unitaire est:

$$\Delta H_U = \frac{K \cdot Q^m}{D^n}$$

$$\text{d'où } \Delta H = \int_0^R \frac{K \cdot Q^m}{D^n} dr = \frac{K \cdot Q_0^m}{D^n} \int_0^R \left( \frac{Q}{Q_0} \right)^m$$

D'après l'équation (II.6)

$$\frac{Q}{Q_0} = 1 - \frac{r^2}{R^2}$$

$$\text{Donc } \Delta H = R \left( K \frac{Q_0^m}{D^n} \right) \int_0^R \left( 1 - \frac{r^2}{R^2} \right)^m \frac{dr}{R}$$

$$\text{Posons } hm = RK \frac{Q_0^m}{D^n}$$

hm : représente la perte de charge dans le tuyau sans buses pour le débit requis au pivot.

D'après l'équation précédente, pour une canalisation de 0,159 m de diamètre et un débit moyen de 55 m<sup>3</sup>/h,  $\frac{V_0^2}{2g} = 0.33$ , La valeur est négligeable dans la pratique devant la perte de charge totale dans la canalisation. On obtient :

$$H_0 - H_R = hm \int_0^R \left( 1 - \frac{r^2}{R^2} \right)^m \frac{dr}{R} \quad (\text{II.15})$$

$$\text{Posons } U = \frac{r}{R}$$

L'équation (II.15) devient:

$$H_0 - H_R = hm \int_0^1 (1 - U^2)^m dU \quad (\text{II.16})$$

$$\text{Posons } X = U^2$$

L'équation (II.16) devient:

$$H_0 - H_R = \frac{1}{2} hm \int_0^1 (1 - X)^m X^{-1/2} dX \quad (\text{II.17})$$

La résolution de ce genre d'équation se fait au moyen des fonctions spéciales BETA et GAMMA.

La fonction GAMMA notée  $\Gamma(n)$  est définie par:

$$P) = \int_0^{\infty} X^{P-1} e^{-X} dX \quad (\text{II.18})$$

Elle a la propriété suivante :

$$\Gamma(P + 1) = P \Gamma (P).$$

en particulier pour P entier, on obtient

$$\Gamma(1) = 1\Gamma(P + 1) = P! .$$

La fonction BETA notée  $\beta(q, p)$  est définie par:

$$\beta(q, p) = \int_0^1 X^{q-1}(1 - X)^{p-X}dX \quad (II.19)$$

La fonction BETA est reliée à la fonction GAMMA par la relation suivante.

$$\beta(q, p) = \frac{\Gamma(q) \cdot \Gamma(P)}{\Gamma(P + q)} \quad (II.20)$$

La relation (II.17) s'écrit alors :

$$H_0 - H_R = \frac{1}{2} hm\beta(0.5, m + 1) \quad (II.21)$$

Prenons un exemple classique :

Soit une canalisation qui a pour paramètre  $m = 1,9$  , alors :

$$\frac{H_0 - H_R}{Hm} = \frac{1}{2}\beta(0.5, 2.9)$$

compte tenu de l'équation (II.20) :

$$\beta(0.5, 2.9) = \frac{\Gamma(0.5) \cdot \Gamma(2.9)}{\Gamma(0.5 + 2.9)} = \frac{\Gamma(0.5) \cdot \Gamma(2.9)}{\Gamma(3.4)}$$

On obtient dans les tables spéciales les valeurs de la fonction  $\Gamma$ .

$$\Gamma(0.5) = 1.772\Gamma(2.9) = 1.827 \Gamma(3.4) = 2.98 .$$

On a déduit donc que  $\beta(0.5, 2.9) = 1.086$

On rappelle que :

$H_0 - H_R$  = Représente la perte de charge totale réelle le long de la rampe.

$H_m$  = Représente la perte de charge totale pour une rampe sans buses pour un débit constant tout le long de la rampe.

L'équation (II.21) donnant le rapport de ces deux dernières pertes de charge devient :

$$F = \frac{H_0 - H_R}{H_m} = 0.543 \quad (\text{II.22})$$

Fest appelé le coefficient de perte de charge d'un système pivot.

Ce résultat très intéressant signifie que la perte de charge totale dans une rampe pivotante est 54% de celle qui existerait dans la même rampe si le débit était constant entre le pivot et l'extrémité.

## 2) Distribution de pression le long de la rampe

D'après l'équation (II.13) :

$$\Delta H = H_r - H_R + \frac{V_r^2 - V_R^2}{2g} + Z_r - Z_R$$

avec:

$Z_r, H_r, V_r$ , la hauteur, la pression et la vitesse d'un point de la rampe à une distance  $r$  du pivot.

Comme précédemment  $Z_r - Z_R = 0, \frac{V_r^2}{2g}$  et  $\frac{V_R^2}{2g}$  sont pratiquement négligeables.

On déduit de l'équation (II.15)

$$\begin{aligned} H_r - H_R &= h_m \int_r^R \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)^m \frac{dr}{R} \\ \frac{H_r - H_R}{h_m} &= \int_{r/R}^1 \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)^m d\left(\frac{r}{R}\right) \\ &= \int_0^1 \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)^m d\left(\frac{r}{R}\right) = \int_0^{r/R} \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)^m d\left(\frac{r}{R}\right) \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{2} \beta(0.5, m + 1) - \frac{1}{2} \beta_X(0.5, m + 1) \quad (\text{II.23})$$

avec:

$\beta_X$  = Fonction dite incomplete.

Compte tenu des équations (II.12) et (II.15) .

$$H_f = \frac{H_r - H_R}{H_0 - H_R} = 1 - \frac{\beta_X(0.5, m + 1)}{\beta(0.5, m + 1)} \quad (\text{II.24})$$

$H_f$ : Peut être appelé le facteur de distribuion de préssion le long d'une rampe pivotante équipé de buses.

Il n'est pas possible de calculer x autrement que par une méthode numérique, c'est pourquoi afin de simplifier les calculs nous avons choisi de prendre  $m = 2$  au lieu de  $m = 1,9$ .

Compte tenu de cette dernière approximation et avec  $X = \frac{r}{R}$ , il vient :

$$H_r - H_R = \left[ \frac{8}{15} - X - \frac{2}{3} X^3 - \frac{1}{5} X^5 \right] h_m H_0 - H_R = \frac{8}{15} h_m$$

d'ou

$$H_f = 1 - \frac{8}{15} \left[ X - \frac{2}{3} X^3 - \frac{1}{5} X^5 \right] \quad (\text{II.25})$$

Le terme à la puissance 5 devient négligeable dès que  $x \leq 0,8$

Comme pour le coefficient F ,  $H_f$  est aussi très intéressant dans le cas où on veut connaître la préssion approximative  $H_r$  d'une buse à une distance r du pivot.

En effet d'après les calculs précédents

$$H_f = \frac{H_r - H_R}{H_0 - H_R} \quad (\text{II.26})$$

$$F = \frac{H_0 - H_R}{Hm} \quad (II.22)$$

en éliminant  $H_R$  entre ces deux relations on obtient :

$$H_r = H_0 - F.Hm(1 - H_f)$$

Cette dernière relation est la pression à un point de la rampe à une distance r du pivot.

### II.1.3.2. Méthode considérant la fonction débit comme une fonction en escalier

Cette méthode consiste à déterminer la perte de charge en fonction du débit qui transite dans chaque tronçon.

Soit:

$H_0$  = La pression au pivot .

$Q_0$  =Débit au pivot.

$E_b$  =Ecartement entre les buses.

$E_p$  = Ecartement entre le pivot et la première buse.

$Q(Z)$  =Débit dans le tronçon à l'amont de la buse d'ordre z.

$Qb(Z)$  =Débit délivré par la buse d'ordre z.

Le schéma ci dessous illustre le principe de calcul

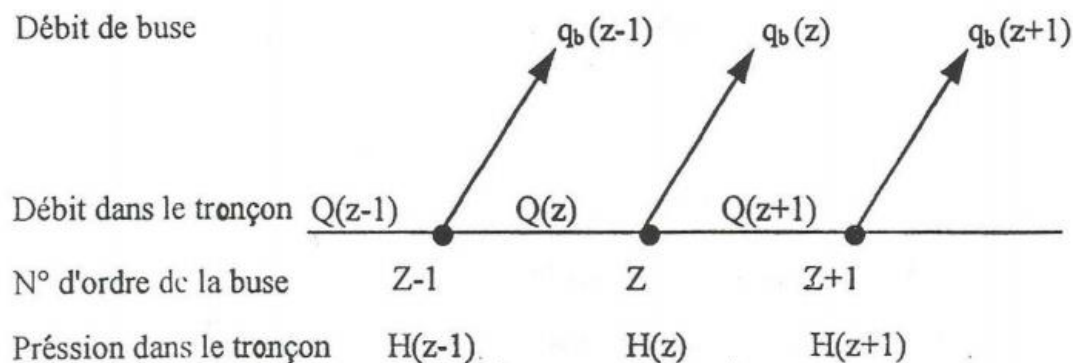


Figure II. 4 Présentation des débits et des pressions

Les pressions dans la canalisation sont reliées par la relation suivante :

$$H(z) = H(z - 1) - \Delta H(z)$$

$\Delta H(z)$  est la perte de charge dans le tronçon à l'amont de la buse  $z$ , elle est calculée par la formule monôme.

$$\Delta H(z) = K \cdot E_b \cdot \frac{Q(z - 1)^m}{D^n} \quad (\text{II.26})$$

Le calcul peut se conduire indifféremment.

- Soit du pivot vers l'extrémité, les conditions aux limites étant le débit et la pression au pivot.
- Soit de l'extrémité vers le pivot, les conditions aux limites étant alors le débit et la pression de la buse d'extrémité.

## II.2. Répartition théorique des buses le long d'un pivot

La connaissance de la distribution des débits et des pressions le long de la canalisation nous permettent de déterminer une répartition des buses par la méthode suivante :

Connaissant :

- La distribution des débits théorique se long de la rampe.
- La distribution des pressions le long de la rampe.
- Les paramètres  $A_t$  et  $B_t$  des buses à partir de leurs caractéristiques hydrauliques " pression-débit " permettant de calculer les débits des buses.

On peut écrire que le débit de la buse d'ordre  $z$  est :

$$q_b(z) = Q(z - 1) - Q(z)$$

$Q(z)$  = Étant le débit dans le tronçon de la buse d'ordre  $z$ , et ne dépend que du débit au pivot et de la position de ta buse  $z$ .

Les pertes de charge  $\Delta H(z)$  dans le tronçon "  $z-1$ ", "  $z$  " sont calculées, et la pression en tête de la buse  $z$ ,  $H_b(z)$  est soit déduite de celle en tête de la buse  $z-1$  par :

$$H_b(z) = H_b(z - 1) - \Delta H(z)$$

Soit calculée directement par la formule de la méthode analytique.

Ce procédé de détermination des buses sur une rampe pivotante a été programmé selon un langage de programmation.

# **CHAPITRE III :**

# **CARACTERISATION EXPERIMENTALE**

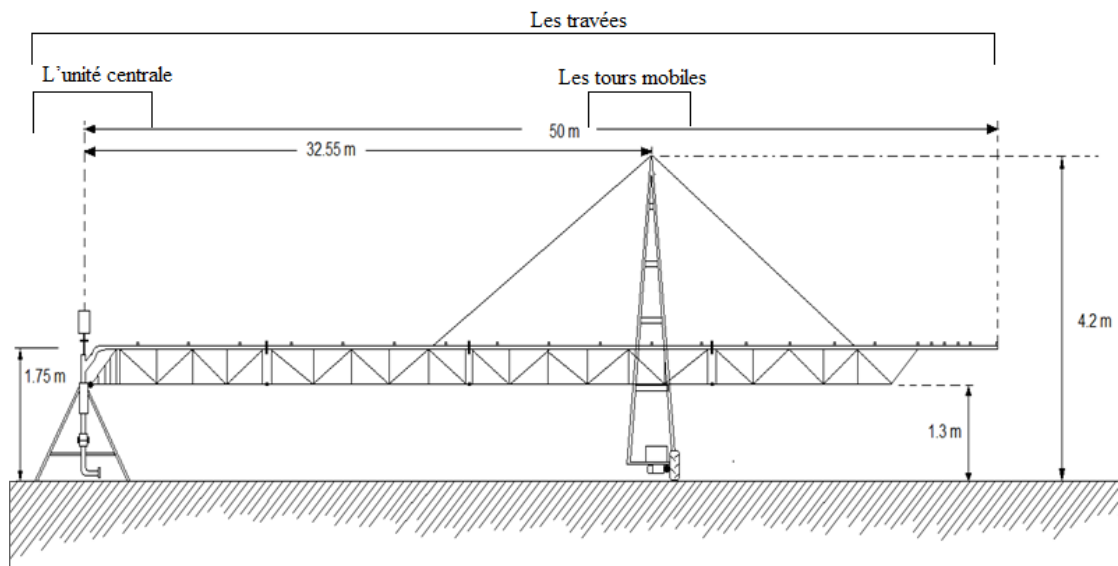
## CHAPITRE III : CARACTERISATION EXPERIMENTALE

### III.1. Présentation le système étudié

Par le terme général de «machine d'arrosage», on désigne généralement tout appareil plus au moins automatisé arrosant en se déplaçant.

Le système étudié contient des caractéristiques générales :

- L'unité centrale, qui sert de point fixe et autour de laquelle tourne le reste du pivot.
- Les travées, constituées de la canalisation dans laquelle circulent l'eau d'arrosage et d'un treillis tridimensionnel destiné à rigidifier l'ensemble.
- Les tours, qui supportent les travées.
- Système de pompage



*Figure III. 1 Schéma du système de pivot d'irrigation traditionnelle dans la région d'El Oued*

### III.2. Présentation de la zone d'étude

Notre expérimentation a été réalisée au niveau d'une exploitation agricole nommée

" Ferme Mesai ", spécialisée en grandes cultures et élevage d'ovins, située dans la région d'El OGLA, daïra de Robbah, Wilaya d'El Oued, figure (III. 2).

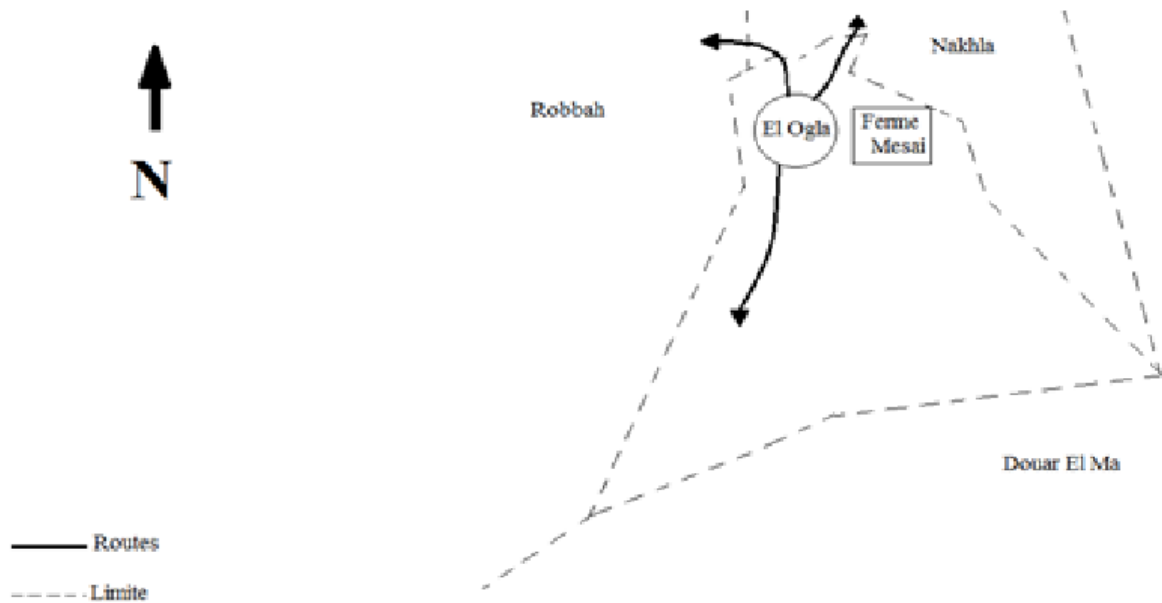
Elle est limitée :

Au nord par la commune de Nakhla

Au sud par la Commune de Douar El Ma

A l'Est par la commune de Nakhla

A l'Ouest par la Commune de Robbah



*Figure III. 2 Présentation de la zone d'étude*

### III.3. Paramètres météorologiques

Le système d'arrosage axial ne fonctionne pas bien parfois, car nous mentionnons certains facteurs qui affectent l'appareil, tels que la surface de la terre, la position de la buse, le vent est le pire ennemi de l'arrosage par aspersion, il augmente l'hétérogénéité de la pluviométrie dès lors que sa vitesse dépasse 2,7 m/s ou 10 km/h, l'irrigation devient carrément impossible quand la vitesse franchi les 8,3 m/s ou 30 km/h. Il a été démontré que l'augmentation de la vitesse du vent de 1m/s, fait décroître le Cu d'environ 4%. On y remédie en rapprochant les asperseurs les uns aux autres, en les disposant en rectangle ou en triangle. Par temps chaud et venté, afin d'éviter des pertes significatives par évaporation, il est recommandé d'opter pour arrosages de nuit. Le tableau montre la météo pour la durée du test [7] :

HEURE	DESCRIPTION	TEMP.	RESSENTIE	PRÉCIP.	HUMIDITÉ	VENT
10:00 MERC.	Ensoleillé	24°	24°	0%	43%	NO 7 km/h
11:00 MERC.	Ensoleillé	26°	26°	0%	36%	NO 8 km/h
12:00 MERC.	Ensoleillé	28°	28°	0%	32%	NO 9 km/h
13:00 MERC.	Ensoleillé	29°	29°	0%	28%	NO 9 km/h

*Tableau III. 1 la météo pour la durée du test.*

### III.4. Matériel et instruments de mesure

Le système pivot d'irrigation traditionnelle dans la région d'El Oued considéré

- Des récipients tasse en plastique identiques de capacité 142 ml chacun, utilisés comme pluviomètres. (25 unités).



*Figure III. 3 Gobelets en plastique utilisée dans le pluviomètre.*

- Un (01) manomètres portatif.



*Figure III. 4 manomètres*

- Un (01) thermomètre portatif



*Figure III. 5 Thermomètre*

- Un seau est inclus pour la collecte de l'eau



*Figure III. 6 Seau*

- Un vase tape un tuyau latéral pour toute l'eau de la buse

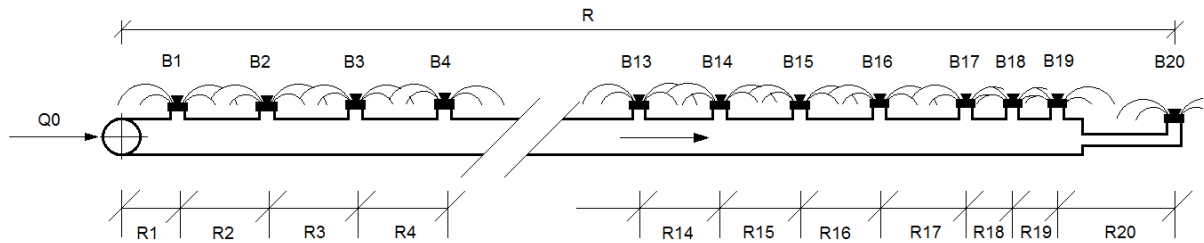


*Figure III. 7 un vase tape un tuyau*

- Divers accessoires (Fil métallique, chronomètre, Règle, piquets ...etc.).

### III.5. Résultats de mesures

La position de la buse est prise au hasard, et il est impératif que chaque buse soit délimitée afin de préparer le travail :



*Figure III. 8 Position des buses*

#### III.5.1. Mesure de débit

Puisqu'il n'y a pas d'instrument pour mesurer le débit, nous devons concevoir un moyen efficace de mener cette expérience, et cette méthode dépend de trois éléments de base et est la suivante :

- Un conteneur avec un tube latéral : Ceci est utilisé pour recueillir le jet de la buse et le rediriger dans une direction à travers le tube
- Seau inclus : Ce seau est placé sous le récipient (collecteur de pulvérisation) afin de calculer la quantité d'eau produite par la buse pendant une période de temps spécifiée
- Chronomètre : Cet appareil est utilisé pour calculer le temps nécessaire pour collecter l'eau de la buse

Après avoir fait ce processus, veuillez à synchroniser la collecte de l'eau de la buse et le temps passé à collecter l'eau. Nous avons compilé les paramètres dans le tableau :

Buses	La distance entre des buses X (m)	Débit dans chaque buse (l/s)
B1	3.4	0.52
B2	3.2	0.37
B3	3	0.35
B4	2.9	0.33
B5	3	0.32
B6	3	0.3
B7	3.1	0.295
B8	2.65	0.3
B9	2.85	0.295
B10	2.65	0.29
B11	2.8	0.285
B12	2.75	0.285
B13	2.3	0.28
B14	2.6	0.27
B15	2.6	0.265
B16	2.3	0.26
B17	2.3	0.26
B18	0.45	0.255
B19	0.5	0.255
B20	1.1	0.25

*Tableau III. 2 Débit à chaque buse*

### III.5.2. Mesure de pression

Afin de mesurer la pression, nous avons utilisé le manomètre, qui est fabriqué par la société FIMA. Cet appareil a été sélectionné en raison de sa qualité et de l'expérience de l'entreprise italienne dans la fabrication de ces appareils, afin d'éviter la légère mesure et la mesure des résultats.

La méthode d'installation de l'appareil et de prendre les résultats n'est pas compliquée, car nous installons l'appareil sur la buse et lire l'indicateur.

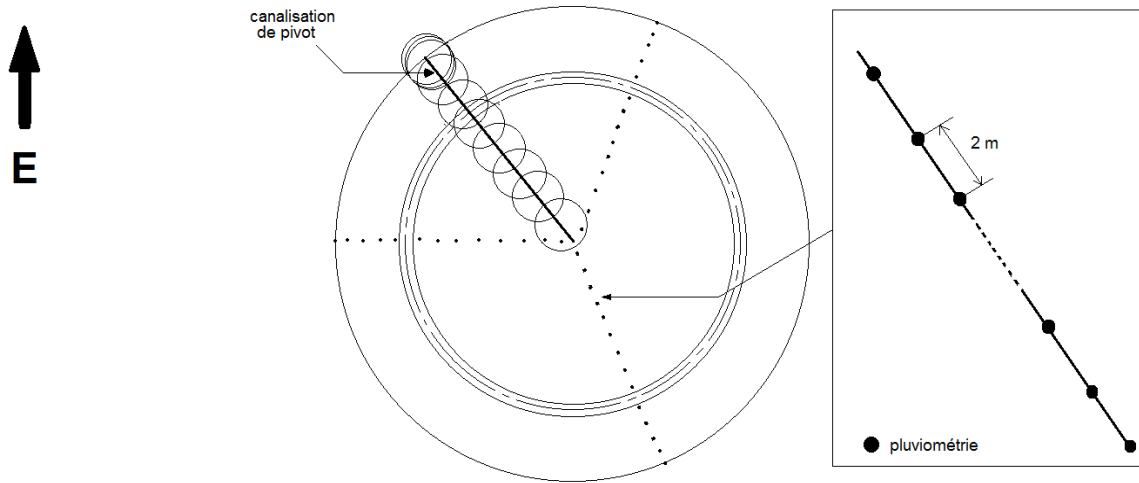
Après avoir terminé ce processus, nous obtenons ces résultats dans le tableau :

Buses	La distance entre des buses X (m)	La pression pour chaque buse (bar)
B1	3.4	1.1
B2	3.2	1.05
B3	3	1.02
B4	2.9	1
B5	3	0.95
B6	3	0.95
B7	3.1	0.91
B8	2.65	0.82
B9	2.85	0.81
B10	2.65	0.8
B11	2.8	0.8
B12	2.75	0.8
B13	2.3	0.8
B14	2.6	0.81
B15	2.6	0.81
B16	2.3	0.813
B17	2.3	0.819
B18	0.45	0.82
B19	0.5	0.82
B20	1.1	0.82

*Tableau III. 3 Pression à chaque buse*

### III.5.3. Mesure pluviométriques

Puisque la surface est inégale, si nous devons choisir les endroits les plus proches de la hauteur :



**Figure III. 9 Position du pluviomètre**

Ces pluviomètres ne sont autres que Coupe en plastique de capacité de 142ml .chacun. Le bidon à un diamètre intérieur de 5.15cm, une hauteur de 5.34cm, par conséquent une surface réceptrice de 20.82  $cm^2$ .

Ils sont enterrés jusqu'à 1/3 de leur hauteur pour éviter d'une part les fortes évaporations qui seraient dues à la chaleur qui tape sur leurs parois, et d'autre part éviter qu'ils ne tombent sous les chocs des gouttes d'eau, ou par vents forts . Le choix de l'écartement entre les pluviomètres s'est fait en considérant :

- Le nombre total de pluviomètres disponibles-
- La volonté d'avoir des mesures plus fines sous certaines travées.
- La nécessité d'une position aléatoire des pluviomètres par rapport aux buses.

Après l'expérience, nous avons obtenu les résultats indiqués dans le tableau :

<b>Le volume d'eau tombant dans la première ligne(ml)</b>	<b>Le volume d'eau tombant sur la deuxième ligne (ml)</b>	<b>Le volume d'eau tombant dans la troisième ligne (ml)</b>	<b>Distance pour le centre de pivot (m)</b>
12	12.5	13.8	50
15.7	20	20	48
13	16.5	17.3	46
7.7	11	10.3	44
9	11	12	42
9	12	13.2	40
11.5	14.3	14.4	38
14.5	18	18	36
12	15	14.5	34
10.2	15.4	14	32
14.5	18	17.3	30
14.5	15	17	28
13.5	18.4	14.9	26
9.5	17.7	10.3	24
16.1	16.5	17.5	22
10.5	14.2	14.4	20

18.7	18.8	21.5	18
27	24	27	16
34	31	32.1	14
35	36	35.5	12
47	37	47	10
56.5	54.5	57.7	8
70	65	73	6
72	73	73	4
73	73	73	2
10:22	11:27	12:11	<b>Temps d'accès à pivot sur chaque ligne</b>

*Tableau III. 4 Pulvériser à chaque ligne*

**CHAPITRE IV :**  
**INTERPRETATION ET DISCUSSION**

## CHAPITRE IV : INTERPRETATION ET DISCUSSION

### IV.1. Introduction

Une bonne gestion de l'irrigation permet de valoriser l'installation d'arrosage ainsi que l'eau consommée, afin d'aboutir à une irrigation économiquement rentable. Le système d'irrigation doit être donc conçu pour appliquer l'eau uniformément sur l'aire occupée par la culture, et à un taux inférieur à celui de la capacité d'infiltration du sol, par conséquent éviter les pertes par ruissellement[1].

Pivots traditionnels sont des machines d'irrigation de grande dimension qui permettent d'irriguer des surfaces allant jusqu'à un hectare pratiquement sans main d'œuvre.

C'est dans le but de mieux connaître le fonctionnement hydraulique de ce type d'appareil ainsi que les différents facteurs influençant l'efficacité d'application de l'eau, que cette étude expérimentale a été entreprise.

Les facteurs affectant l'uniformité de la répartition spatiale de l'eau se distinguent par :

- Les perturbations dues aux fluctuations du vent en direction et vitesse.
- La pression de fonctionnement : celle-ci affecte le spectre granulométrie de l'organe d'aspersion choisi.
- La disposition relative des organes d'arrosage : selon les pressions de fonctionnement et la qualité des organes d'arrosage, la disposition de ces derniers est déterminée par un calcul de recouvrement menant à une uniformité de répartition acceptable.

Notre expérimentation consiste en des mesures et observations de la répartition spatiale de la pluviométrie du système pivot considéré sur le site choisi. Nous essayerons de développer dans ce qui suit les quatre (04) phases expérimentales qui ont été réalisées, à savoir :

- Une étude de la répartition pluviométrique sous différentes buses installées à poste fixe en fonction des divers paramètres (débit, pressions, vent).
- Un contrôle de la pluviométrie à poste fixe avec une disposition plus dense des pluviomètres sous certaines travées en fonction des paramètres cités ci-dessus.
- Des mesures débit-pression au système pivot, ainsi que les débits aux différentes buses.
- Un contrôle de la variabilité de la pluviométrie le long de la rampe pour différentes vitesses d'avancement.

## IV. 2. Présentation des résultats de mesures des caractéristiques observées aux buses

### IV.2.1. Analyse des débits mesures

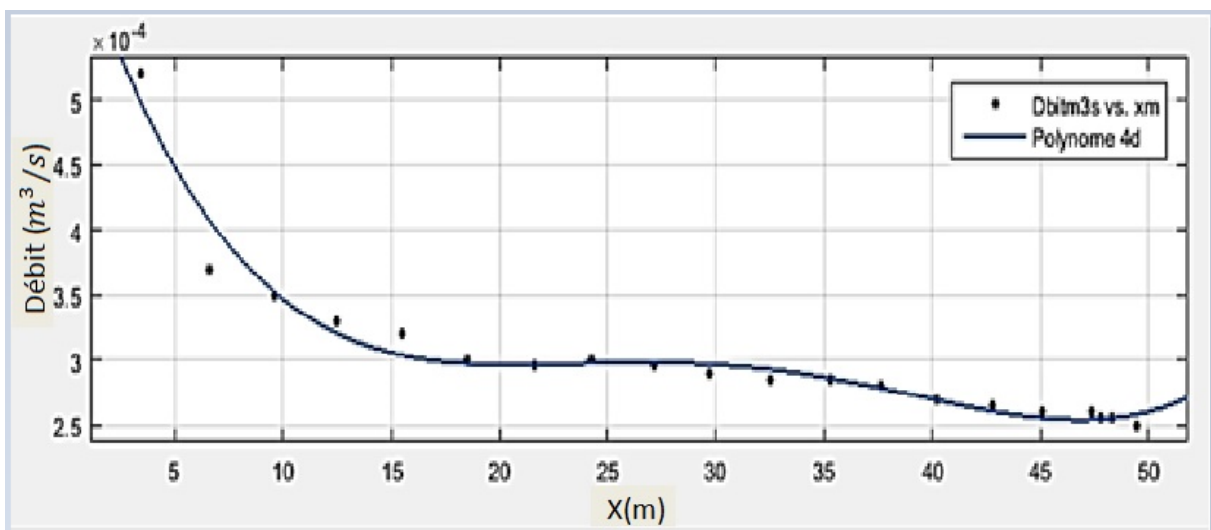
Les résultats obtenus - sont représentés dans la figure (IV. 1), En outre, des tableaux de valeurs sont donnés dans le dernier chapitre.

Notez à travers le graphique que le débit réel est linéairement différent de la distance du système axial.

Au cours de la distance (de 3 à 15 m), nous remarquons une chute rapide du débit, et dans la distance entrans (15-30) nous remarquons qu'il est constant puis diminuer ensuite.

La figure (IV.1) est une représentation graphique du flux et la fonction a été extraite. C'est de la forme suivante

$$F(x) = 2.642 \times 10^{-5} x^4 - 1.147 \times 10^{-5} x^3 - 4.149 \times 10^{-5} x^2 - 1.43 \times 10^{-5} x - 2.967 \times 10^{-4}$$



*Figure IV. 1 Analyse des débits aux buses*

Nous observons à partir de ces mesures que les variations de débit se produisent en raison de plusieurs facteurs, notamment :

- Perte de charge
- Buses obstruées en raison de certaines impuretés dans l'eau
- La distribution de l'eau dans les pivots

### IV.2.2. Analyse des pressions mesures

Mise à part la pression de fonctionnement très faible par rapport à celle requise pour le fonctionnement normal de la machine, la présence de bulles d'air dans les rallonges (entre les buses et la conduite principale) est très nuisible. L'analyse du phénomène paraît nécessaire et demande une étude approfondie.

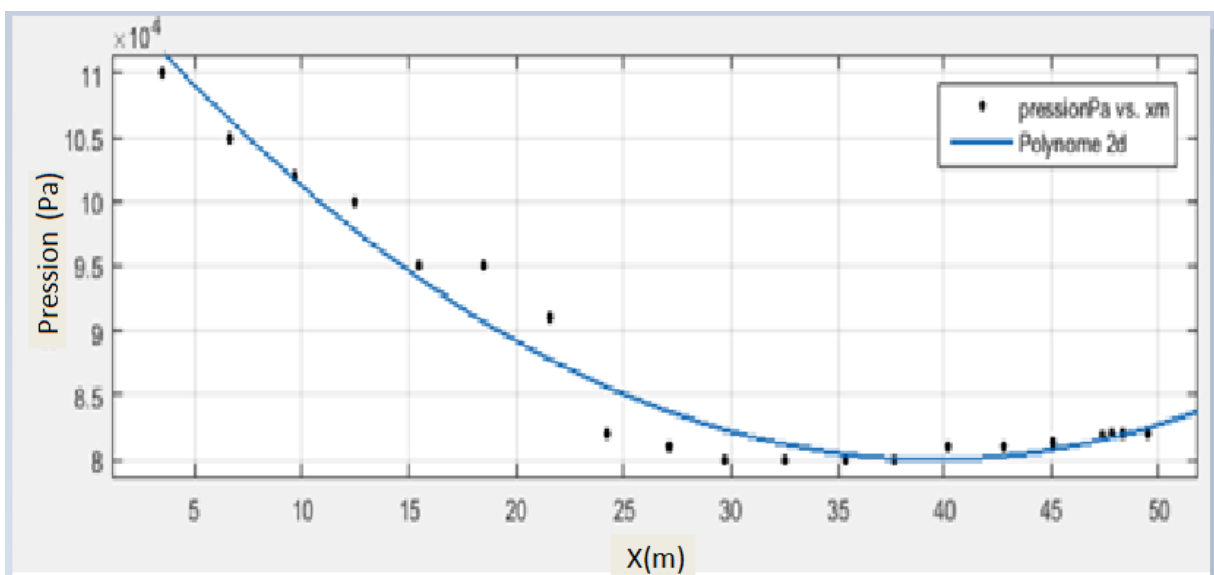
Les résultats obtenus sont représentés sur la figure (IV. 2) et des tableaux de valeurs sont donnés dans le dernier chapitre.

Théoriquement, la réduction de pression est logique et obligatoire en raison de la diminution de la résistance à la pression pendant la durée de l'extension, comme en témoignent les résultats obtenus.

Grâce à la courbe, nous avons mis une perte de charge terrible pour la première moitié de l'extension Pour prouver presque immédiatement dans la seconde moitié de l'extension.

La figure (IV. 2 ) est une représentation graphique du flux et la fonction a été extraite. C'est de la forme suivante :

$$F(x) = 5607x^2 - 7168x - 8.228 \times 10^4$$



*Figure IV. 1 Analyse des pression saux buses*

### IV.2.3. Analyse des pluviomètres mesures

Nous observons à partir du graphique que le taux de précipitation varie linéairement avec la longueur de la distance pour les trois courbes extraites de l'expérience pour la première moitié (0m à 20 m).

En ce qui concerne la deuxième moitié de la distance (20 à la fin), nous remarquons que le taux de précipitation est presque égal.

Il a examiné le problème des irrégularités pour plusieurs raisons, Certains d'entre eux sont causés par l'industrialisation impensable ,et d'autres causes causées par la nature (tels que les conditions météorologiques ...etc.)

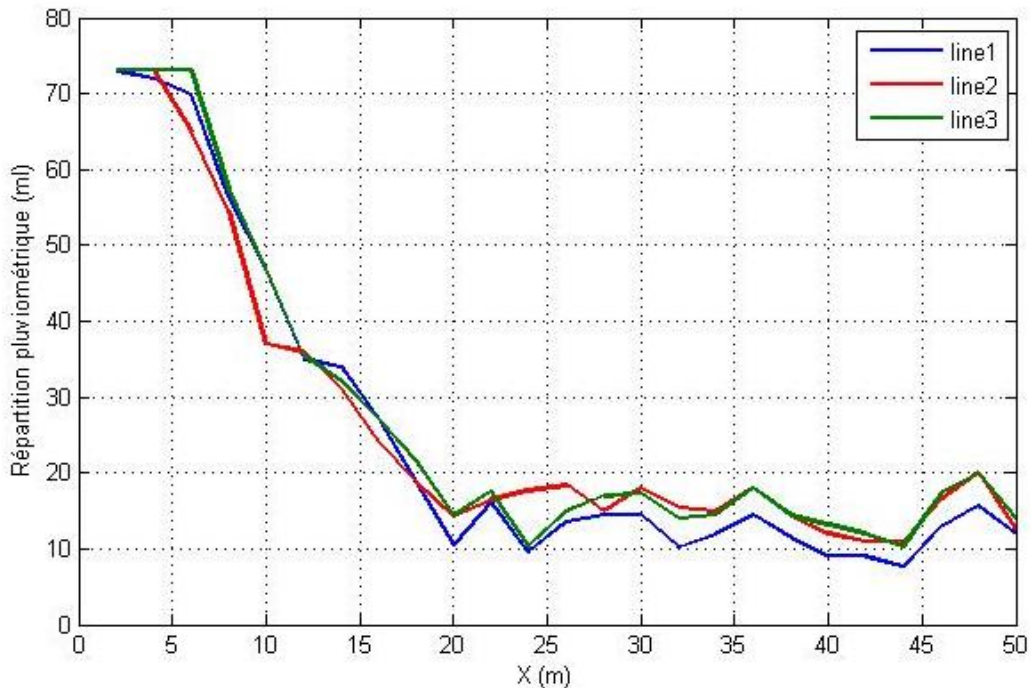


Figure IV. 2 Schéma de pulvérisation au niveau des trois lignes

### IV.3. Discuter des résultats obtenus

On utilise pour cela la formule de Hermann et Hein où le coefficient correspondant d'uniformité, Cuh fait apparaître la somme des écarts à la moyenne (en valeurs absolues) pondérée par la distance de chaque pluviomètre par rapport au pivot. Cette définition est mieux adaptée au problème posé [4,8].

$$Cuh = 100 \left( 1 - \frac{\sum_1^n \left( r_i \left| X_i - \frac{\sum_1^n r_i X_i}{\sum_1^n r_i} \right| \right)}{\sum_1^n r_i X_i} \right) \quad (IV.1)$$

Où n est le nombre des pluviomètres de la série en place, en débutant par 1 pour le pluviomètre situé le plus près du pivot et en terminant par n pour le dernier pluviomètre de la série; xi est le relevé au 1er pluviomètre et ri la distance entre celui-ci et le pivot.

L'étude réalisée sur le poteau d'irrigation en cas d'opération, le système d'irrigation ne garantit pas une irrigation parfaite dans toutes les conditions.

Grâce à l'expérience de la précipitation, nous avons extrait le coefficient d'uniformité dans les trois cas mesurés  $C_{uh1} = 59,58 \%$  ,  $C_{uh2} = 70,76 \%$  ,  $C_{uh3} = 49,31 \%$  .

C'est loin des normes internationales, qui stipulent que le facteur de normalisation est compris entre 80 % et 95%.

Nous avons obtenus ces mauvais résultats pour plusieurs raisons que nous mentionnons ci-après :

- Le vent est le pire ennemi de l'arrosage par aspersion.
- Les erreurs d'expérience : les mesures ne peuvent jamais être exactes. Elles comprennent toujours une certaine erreur ou incertitude .
- La conception de pivot d'irrigation traditionnel est l'un des problèmes conduisant à ces conséquences catastrophiques

#### **IV.4. Conclusion**

Les tests effectués dans cette étude ont permis de dégager quelques idées intéressantes sur le comportement de la distribution pluviométrique relatif à l'irrigation par aspersion par système pivot.

Nous voyons ainsi que pour des vitesses de vent faibles, la variabilité combinée entre la vitesse du vent et la pression de service ont pratiquement peu d'effet sur la dispersion de la quantité d'eau distribuée, comparativement au cas où la vitesse est supérieure surtout à 3 m/s.

Afin d'améliorer l'irrigation, les normes internationales doivent être respectées, soit en changeant les positions des buses ou en changeant le diamètre des buses



# **CONCLUSION GENERALE**

## CONCLUSION GENERALE

Le travail effectué au cours de cette étude a permis de mettre en évidence la répartition de l'eau dans les terres irriguées et l'irrégularité de la quantité de pulvérisation, et pour étudier le comportement du débit et de la pression dans le système.

Cette étude présente des résultats importants pour ce système : les courbes montrent une diminution significative du débit et de la pression par rapport au centre. En plus de la grande différence dans la pulvérisation, où il est très grand dans les dix premiers mètres à côté du centre, puis la pulvérisation est relativement constante jusqu'à la fin.

Ce système est largement utilisé dans la région en raison de sa facilité d'exploitation et de ses faibles coûts d'entretien, ce qui devrait permettre de développer les deux systèmes, ce qui devrait augmenter la production agricole et réduire le coût de la consommation énergétique.

Cette étude montre qu'il y a un problème au niveau de la pulvérisation, qui affecte négativement les cultures agricoles, donc nous proposons de résoudre ce problème en changeant la position de la buse ou en contrôlant la quantité de pulvérisation par l'augmentation ou la diminution du diamètre de la buse.

---

## BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] S. SAIDI, "Analyse hydraulique du fonctionnement du système pivot d'irrigation par aspersion de type ANABIB," Mémoire de magister, Ecole Nationale de l'Hydraulique Blida, 1996.
- [2] L. ZELLA, L'irrigation par aspersion, Office des Publications Universitaires : ed. 2017.
- [3] الري بالرش الاجهزة والتطبيق تاليف ميلفن كاي
- [4] C. Mathieu, P. Audoye, and J.-C. Chossat, Bases techniques de l'irrigation par aspersion, Lavoisier ed. 2007.
- [5] A. Phocaidès, Manuel Des Techniques D'irrigation Sous Pression, FAO ed. 2008, p. 308.
- [6] CEMAGREF, BORDEAU. Les techniques modernes d'irrigation. Synthèse d'une étude de recherche appliquée sur les méthodes d'irrigation par aspersion par système pivot. Centre de recherche et d'expérimentation du génie rural Paris 1988.
- [7] <https://www.wunderground.com/>
- [8] Y. M'Sadak, B. Douh, and M. Hamza, "Diagnostic de fonctionnement des systèmes d'aspersion par pivot utilisés dans une grande exploitation irriguée de la Tunisie centrale," LARHYSS Journal ISSN 1112-3680, no. 11, 2012.

## ملخص:

إن هذه الدراسة لا تشكل في أي حال من الأحوال نهاية في حد ذاتها، وإنما هي محاولة التقرب من مشكل انخفاض فعالية السقي بالرش والرش المحوري من نوع محور الري التقليدي في منطقة الوادي تحت ضغط عدة عوامل معينة.

إن خصائص الري المقاسة تحت نظام الرش المحوري في الحقل التام، هم تحت قيم النتائج المطلوبة في الاستعمال الأحسن للآلة، وكذلك نتائج نظام الرشاشات الموجودة والمبرمجة هي مختلفة وتدعوا إلى إعطاء بعض التحسينات.

وبصفة أخرى، هذه الدراسة تستحق المتابعة المعمقة والأخذ بعين الاعتبار المشاكل التي واجهتنا، والتي تخطيناها بسبب نقص العناد التجريبي، ولعدم إمكانية استعمال نظام الرش المحوري لوقت كافي، ومشاكل أخرى.

**كلمات مفتاحية :** سقي بالرش الحوري، تقليدي، منطقة الوادي، خصائص هيدروليكية.

---

## Résumé :

Cette étude ne constitue, en aucune façon, une fin en soi, elle n'est qu'une approche du problème de la réduction de l'efficacité d'application de l'irrigation par aspersion par système de pivot d'irrigation traditionnelle dans la région d'El Oued, sous l'influence de divers facteurs déterminants.

Les caractéristiques hydrauliques mesurées sous le système en plein champ sont en deçà des valeurs requises pour le fonctionnement correct de la machine. De même, les résultats de busage existant et celui projeté sont différents, et incitent donc à apporter certaines améliorations.

Autrement dit, cette étude mérite d'être poursuivie et approfondie en tenant compte des problèmes auxquels nous nous sommes confrontés, ainsi qu'à ceux qu'on a négligés par manque d'appareillages expérimentaux, de disponibilité de système pivot et d'autres.

**Titre du mémoire :** Étude hydraulique de pivot d'irrigation traditionnelle dans la région d'El Oued

**Master :** Energétique

**Auteur :** MESAI BELGACEM Abdelhamid GUERRAH Ahmed

**Mots clés :** pivot d'irrigation, traditionnelle, région d'El-Oued, caractéristiques hydrauliques.