

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

Etude hydraulique du système de pivot d'irrigation

Type ANABIB

Devant le jury composé de :

Dr ATIA Abdelmalek Président
Dr KHACHANA Mohamed Examineur
Mr. GUERRAH Ayoub Encadreur

Présenté par :

- SOUALAH MOHAMMED Yazid
- KOUKA Abed El Basset

2017-2018

Remerciement

En premier, je remercie le Tout Puissant
ALLAH, notre créateur qui m'a donné
la force d'accomplir ce travail. Je tiens à remercier
vivement, le chargé du suivi de ce travail,

Monsieur Gharbi Tahar, et Mr **Guerrah Ayoub** pour ses
encouragements, ses conseils précieux et sa disponibilité.

Je présente mes chaleureux remerciements aux enseignants
du département Mécanique Energétique pour leurs aides et
orientations durant ma formation en particulier. Et à tous
ceux qui ont participé de près ou de loin à
la réalisation de ce travail





Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail,
comme un geste de gratitude :

A celle qui m'a enfanté dans la douleur et la joie,
mon symbole d'amour :Ma très chère mère

A celui qui je chère et j'apprécie fort son soutien
continu tout le long de mes études:

Mon très cher père

A mes frères et soeurs ainsi que toute ma famille.

A mes amis A la fin je dédie ce mémoire à mon
binôme Abd el basset

Soualah Mohammed yazid



Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail,
comme un geste de gratitude :

A celle qui m'a enfanté dans la douleur et la joie,
mon symbole d'amour :Ma très chère mère

A celui qui je chère et j'apprécie fort son soutien
continu tout le long de mes études:

Mon très cher père

A mes frères et soeurs ainsi que toute ma famille.

A mes amis A la fin je dédie ce mémoire à mon
binôme Yazid

Kouka Abd el basset

Sommaire

Table des matières

Index des Figures	I
Index des Tableaux	II
Nomenclature	III
Introduction Général	1
Chapitre I : Description De Machine	4
I.1. Définition	4
I.2.Presentation de la rampe pivotante	5
I.2.1.Classification des machines a arrosé.....	5
I.2.2.Avantages de l'irrigation de pivot du centre	5
I.2.3.La rampe pivotante type ANABIB.....	5
I.2.3.1. Principe général de conception.....	6
I.2.3.2 Eléments constitutifs d'une rampe pivotante ANABIB	7
I.2.4.Principe de fonctionnement de la rampe pivotante :.....	11
I.2.5.Types de buses et configurations.....	12
I.3.Espacement des sprinklers.....	13
I.4.systemes de pompage pivot	15
I.4.1.Généralités de la pompe en irrigation Pivotal.:	15
I.4.2.Sélection de la pompe.....	15
I.5.adaptation de la rampe pivotante ANABIB au milieu de desserte :	16
I.5.1.adaptation de la rampe pivotante au terrain:	16
I.5.2.adaptation des rampes pivotantes aux divers types de cultures :.....	18
I.6.Caractéristiques techniques système pivot ANABIB 160EL	18
Tableau I.1 : Caractéristiques techniques système pivot ANABIB 160EL.....	19
I.7. Conclusion	19
Chapitre II : Calcul Hydraulique	21
II.1.Calcul des caractéristiques hydrauliques "pression-débit" le long d'une rampe pivotante :	21
II.1.1. Calcul de perte de charge dans la rampe :	21
II.1.2.Distribution des débits le long de la rampe :	22
II.1.3. Calcul de la pression :	25

II.2. Répartition théorique des buses le long d'une rampe a partir de leurs caractéristiques hydrauliques" débit- pression :	30
Chapitre III : Etude Expérimental	32
III.1. Présentation le système étudié :	32
III.2. Présentation général de la zone d'étude :	33
III.3. Paramètres météorologiques.....	34
III.4. Matériel et instruments de mesure :	36
III.5. résultats de mesures	37
Chapitre IV : Interprétation et Discussion des Résultats	41
IV.1. Démarche	41
IV.2. Mesures de pression	41
IV.3. Mesures de débit	42
IV.4. Relation "pression-débit"	43
IV.5. Analyse des mesures de pluviométrie	43
IV.6. Conclusion	46
Conclusion générale	47
Bibliographiques	49

Index des Figures

<i>Figure I.1: Rampe pivotante</i>	4
<i>Figure I.2: Schéma plan d'un système pivot (6 tours mobiles).....</i>	6
<i>Figure I.3 : Système pivot type ANABIB à deux tours mobiles.....</i>	6
<i>Figure I.4.Le pivot d'une rampe pivotante ANABIB.....</i>	7
<i>Figure I.5-a,b: Disposition des organes d'arrosage sur la conduite d'eau.....</i>	9
<i>Figure I.6 : Travée de rampes d'arrosage. Photo IRRAGRIS (gauche).....</i>	10
<i>Figure I.7: Élément de liaison entre travée, Photo IRRAGRIS.....</i>	11
<i>Figure. I.8: Porte-à-faux de rampe d'irrigation.....</i>	11
<i>Figure I.9. : Principe d'avancement des tours.....</i>	12
<i>Figure I.10: espacement uniforme, décharge variable.....</i>	14
<i>Figure I.11 espacement semi-uniforme, décharge variable.....</i>	14
<i>Figure I.12 espacement variable, décharge uniforme.....</i>	15
<i>Figure I.13 :pompe émerge.....</i>	16
<i>Figure I.14: Surfaces arrosées en fonction du rayon de la rampe pivotante.....</i>	18
<i>Figure II.1: Diagramme schématique d'un arrosage par rampe pivotante.....</i>	22
<i>Figure .III.1: Système pivot type ANABIB à six tours mobiles.....</i>	33
<i>Figure. III.2: Positionnement de la rampe sur le sol.....</i>	33
<i>Figure. III.3: Les dimensions réelles de l'appareil étudié.....</i>	34
<i>Figure III.4: Situation géographique de la région de El- Hadjira.....</i>	35
<i>Figure III.5 :Lines des plivometres.....</i>	36
<i>Figure III.6 : Manomètre de mesure.....</i>	37
<i>Figure IV.1 : Relevés des pressions.....</i>	42
<i>Figure IV.2: Relevés des debit.....</i>	43
<i>Figure IV.3 : Manomètre de mesure</i>	44
<i>Figure IV.4 : relèves vent Pendant experimenter.....</i>	45
<i>Figure IV.5 : Relevés pluviométriques d'aspersion</i>	46

Index des Tableaux

<i>Tableau I.1: Caractéristiques techniques système pivot ANABIB160EL.....</i>	20
<i>Tableau III.1: Température durant une Temps essais.....</i>	35
<i>Tableau III.2 : La vitesse et direction du vent.....</i>	36
<i>Tableau III.3: Écartements des La pression et débit ,selon les travées et les différents essais.....</i>	39
<i>Tableau III.4: Écartements des pluviomètres ,selon les travées et les différents essais.....</i>	40

Nomenclature

Symboles	Noms	Unites
ΔH_u	<i>Perte de charge unitaire</i>	<i>mm/m</i>
Q	<i>Débit dans la rampe</i>	<i>m³ /s</i>
D	<i>Diamètre intérieur de la rampe</i>	<i>m</i>
K, m, n	<i>de pendent de la canalisation et du régime d'écoulement</i>	
r	<i>Distance entre le pivot et la buse.</i>	<i>m</i>
$\Delta r/2$	<i>Distance de part et d'autre de la buse</i>	<i>m</i>
P	<i>Dose (hauteur d'eau apportée par l'appareil pendant l'arrosage</i>	<i>m</i>
T	<i>Temps mis par le système pivot pendant une révolution.</i>	<i>h</i>
R	<i>Rayon du cercle arrosé</i>	<i>m</i>
Q_r	<i>Débit du tronçon de la rampe à une distancer</i>	<i>m³ /h</i>
Q_o	<i>Représente le débit d'alimentation de la rampe.</i>	<i>m³ /h</i>
Q_b	<i>est le débit réel de la buse.</i>	<i>m³ /h</i>
H_b	<i>est la préssion à la buse.</i>	<i>bar</i>
A_t, B_t	<i>sont deux paramètres techniques caractérisant la buse.</i>	<i>mm/m</i>
ΔH	<i>Perte de charge totale le long de la canalisation.</i>	
H_o	<i>Pression au pivot.</i>	<i>bars</i>
H_R	<i>Pression à l'extrémité du rayon d'arrosage.</i>	<i>bars</i>
Z_o	<i>Hauteur du pivot.</i>	<i>m</i>
Z_R	<i>Hauteur de l'extrémité de la rampe.</i>	<i>m</i>
V_o	<i>vitesse de l'eau en tête de la rampe pivotante</i>	<i>m/s</i>
V_R	<i>Vitesse de l'eau à l'extrémité du rayon du cercle arrosé.</i>	<i>m/s</i>
F	<i>est appelé le coefficient de perte de charge d'un système pivot.</i>	
H	<i>pression au pivot</i>	<i>bars</i>
x_i	<i>la hauteur lue sur le tube.</i>	
r_i	<i>la distance de celui-ci au pivot.</i>	
n	<i>est le nombre des pluviomètres</i>	

Introduction Général

Introduction Général

L'évolution économique et sociale de la majorité des pays en voie de développement est fortement liée à la maîtrise de l'agriculture dont l'irrigation. Ces pays du monde sont dominés par l'agriculture et se trouvent dans beaucoup de cas face à une rareté ou à une distribution irrégulière des pluies dans le temps et l'espace. Outre cet état de choses, ces pays sont caractérisés par un taux de croissance démographique élevé rendant ainsi nécessaire l'augmentation de la productivité agricole en vue de la satisfaction de leurs besoins fondamentaux.

Il est de conviction générale que l'irrigation se trouve au premier rang des moyens à mettre en œuvre pour un développement harmonieux d'une très grande partie de l'agriculture sur notre globe et les dernières années ont vu une extension de plus en plus rapide des surfaces irriguées soit par des méthodes classiques dites gravitaires ou de surface ; soit par des méthodes modernes à pression. En général, l'efficacité de l'irrigation est liée au pourcentage d'eau livré au champ qui est utilisé avantageusement. Ces définitions sont plus pertinentes lorsqu'on considère l'allocation de l'eau ou l'utilisation saisonnière de l'eau.

Les méthodes d'irrigation par aspersion les plus modernes introduisent une nouvelle conception de l'arrosage car il devient à l'heure actuelle, en ayant recours à des équipements très perfectionnés, d'alimenter en eau les plantes au fur et à mesure de leurs besoins, éventuellement au jour le jour, sinon en continu.

Le sujet est d'autant plus intéressant puisqu'il va être la toute première étude technique d'irrigation par pivots dans la zone Ouargla (ville d'Hadjira) qui servira de référence pour les études futures, une fois l'étude technique et la réalisation de ce projet se terminent, plusieurs questions peuvent apparaître sur l'utilisation de ces machines dans la zone Ouargla qui pourront être des sujets d'étude.

Entre autres, les systèmes pivots «ANABIB» utilisés sur de grandes cultures dans le sud algérien, par exemple pour la plantation de 3.234 hectares de céréales de divers types dans la zone de Ouargla pour la nouvelle saison agricole 2018/2017 en semant les deux types du blé dur et doux dans une surface de plus de 3000 hectares et en consacrant le reste des autres zones pour la culture de l'orge et de l'avoine : à Hassi Messaoud (1.050 hectares), à Sidi Khouiled (1.000 ha), à Ngoussa (500 hectares), à Ouargla (434 hectares) et à Hadjira

Introduction Général

et Taibet (200 et 50 hectares). On constate un intérêt croissant pour la culture des céréales dans la wilaya d'Ouargla au cours des dernières années qui se traduit par la taille de l'espace alloué à ce type d'activité agricole et stratégique augmentant d'année en année. La taille totale de la superficie plantée en céréales dans la région ne dépassait pas 307 hectares au cours de la saison de 2013-2014 agricole pour augmenter la saison suivante à 380 hectares avant d'arriver pendant la saison des produits agricoles 2015-2016 à 826 hectares de sauter l'espace dans la saison écoulée agricole à 1.894 hectares, et plus de 3.200 hectares Dans le contexte de la nouvelle saison agricole. La Direction des intérêts agricoles de l'Etat a enregistré jusqu'à la saison agricole dernière l'existence de 47 paysans actifs dans le domaine de la culture des céréales par pulvérisation axiale qui disposent à cet égard de 85 pivots. La province Ouargla a réalisé la saison agricole passée 68.609 quintaux de céréales, soit une augmentation de 40.166 quintaux pour la saison la précédente (28.443 quintaux de céréales). La production a atteint la saison dernière 64.486 quintaux de blé dur et 375 quintaux de blé tendre, en plus de 3,748 quintaux d'orge.

Cependant, ces types d'appareils ont connu certains problèmes, qu'il serait nécessaire de solutionner au mieux de leur utilisation, tels que, la mauvaise utilisation de ces machines, le manque de potentialités hydrauliques exigées par le constructeur, la mauvaise adaptation dans certaines régions connues pour leurs climats très particuliers (très forte insolation, tempêtes sableuses) le manque d'études et de données de quelques aspects (pédologie, aptitude culturale) qui sont primordiales pour ces projets, et enfin l'inexistence de services de vulgarisation agricoles appropriés.

Cette recherche sera consacrée à la présentation de la rampe pivotante « ANABIB» avec description de tous ses détails technologiques d'une part, et d'autre part à son mode d'adaptation avec le milieu à desservir et en particulier avec celui de notre zone d'étude.

Nous allons diviser le travail en quatre chapitres :

Le *premier chapitre* est une description générale du système de pivot d'irrigation type ANABIB. Puis l'identification de ses composants de base et de leurs dimensions, le principe du travail de tous les éléments avec la mention de certains obstacles rencontrés dans ce domaine sont présentés.

Le *deuxième chapitre* sera consacré à l'analyse mathématique du calcul hydraulique du système (l'expression des pressions, des débits et l'analyse pluviométrique).

Introduction Général

Dans le *troisième chapitre*, nous étudierons expérimentalement les paramètres hydrauliques du système de pivot d'irrigation installé dans la zone d'Hadjira.

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

Chapitre I :

Description De Machine

Chapitre I : Description De Machine

I.1. Définition

Le pivot également appelé rampe pivotante est un appareil d'irrigation mobile, arrosant en rotation une surface circulaire ou semi-circulaire. Il est en général à poste fixe, mais il peut être conçu pour être déplacé d'un poste à l'autre.

L'irrigation par rampe d'arrosage (pivot ou rampe frontale) inventée aux USA vers la fin des années 40, a débuté en France au cours des années 60.

Convenant bien à l'irrigation des grandes surfaces, le pivot s'est d'abord développé dans les zones plates des Landes, sur des parcelles de grande taille (jusqu'à 200 ha). Il se développe de plus en plus dans des zones où son utilisation semblait moins évidente, sur des parcelles plus petites et dont la pente peut atteindre localement 15 % grâce à des solutions déplaçables et avec possibilité d'épandages de fertilisants et pesticides. La longueur "idéale" d'un pivot (investissement, charges d'entretien, risques) se situe aux alentours de 450 m, soit une parcelle de 65 ha environ.

L'intérêt essentiel de ce type de matériel est sa simplicité de mise en œuvre, ses possibilités de fonctionnement automatique et ses performances en termes d'uniformité d'apport d'eau [01].



Figure I.1: Rampe pivotante

1.2.Presentation de la rampe pivotante

1.2.1.Classification des machines a arrosé

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

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. [02]

1.2.2.Avantages de l'irrigation de pivot du centre

des principaux avantages des machines d'irrigation à pivot central sont (Keller & Bliesner, 1990):

- La distribution d'eau est simplifiée grâce à l'utilisation d'un point de pivot stationnaire.
- Le guidage et l'alignement sont contrôlés par rapport à un point de pivotement fixe.
- Des uniformités d'application d'eau relativement élevées sont facilement obtenues grâce à des gicleurs en mouvement continu.
- Après avoir terminé une irrigation, le système est au point de départ de prochaine irrigation.
- La bonne gestion de l'irrigation est simplifiée car l'application d'eau précise et opportune est facilitée. [03]

1.2.3.La rampe pivotante type ANABIB

Parmi les matériels d'irrigation par aspersion que l'entreprise algérienne ANABIB assure est le système pivot qui constitue le moyen d'irrigation des grandes surfaces, et permet une Ce type véritable de matériel agriculture arrose sans en frontière cercle selon un rayon (figure I.2).[02]

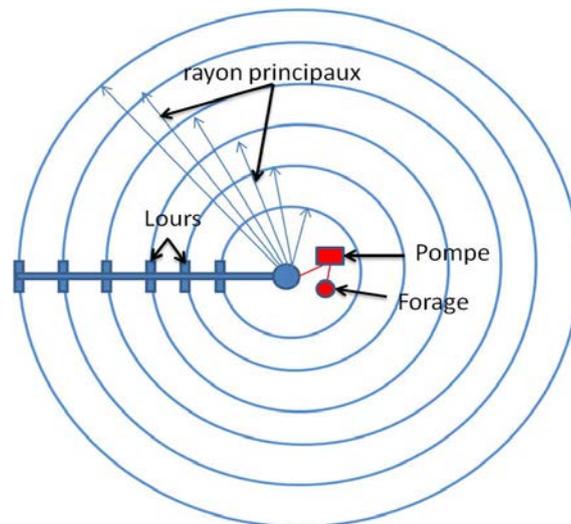


Figure I.2: Schéma plan d'un système pivot (6 tours mobiles)

I.2.3.1. Principe général 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 deux tours mobiles s'appelle travée. Chaque 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, puis une conduite en aval appelée généralement le porte-à-faux. –les rampes pivotantes type ANABIB comportent plusieurs travées (de 1 à 10) suivant le cas, distantes de 46,8 à 52,6 mètres. L'ensemble du système pivot est rendu rigide grâce à l'existence d'un haubanage et des poutres en charpente métallique. Figure I.3.[02]

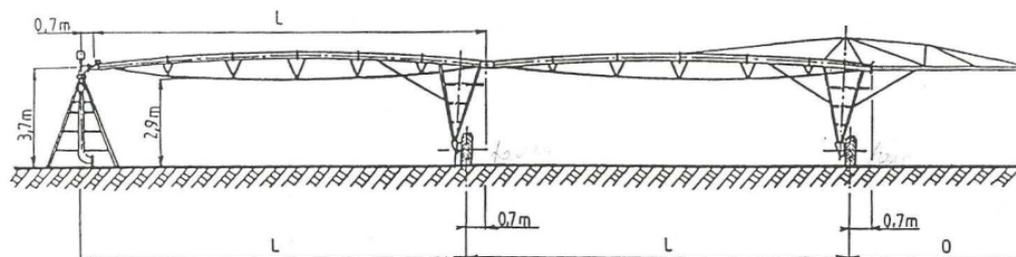


Figure I.3 : Système pivot type ANABIB à deux tours mobiles

I.2.3.2 Eléments constitutifs d'une rampe pivotante ANABIB

a) Unité centrale :

Le pivot est constitué par une conduite verticale de diamètre 200 mm, un coude, et une jonction étanche permettant le raccordement et la rotation avec la conduite d'eau qui arrive du réseau hydraulique sous pression. La conduite verticale est maintenue rigidement par armatures métalliques formant une pyramide et l'ensemble est ancré dans un socle en béton armé. Figure I.4.[02]



. Figure I.4. Le pivot d'une rampe pivotante ANABIB

b) La conduite d'eau :

La conduite d'eau est constituée de plusieurs éléments de tuyaux assemblés par des joints serrés par vis et écrous. Elle supporte des buses et elle est articulée au droit des tours mobiles. Elle doit présenter une rigidité et une résistance à la corrosion sous ses diverses formes (chimique ou mécanique notamment). Son diamètre de 159 mm est choisi de façon à permettre l'alimentation des buses à la pression nécessaire. La conduite est conçue en acier galvanisé.[02]

c) Les tours mobiles :

Les tours mobiles assurent le support et le maintien de la conduite. Elles sont écartées de 46,8 à 52,6 m. suivant les types de système pivot. Elles ont une forme triangulaire, et sont équipées de moteurs réducteurs à propulsion électrique. Ces derniers développent une puissance de 0,74 Kw chacun, et sont placés au milieu de la structure, et transmettent le mouvement de rotation à chaque roue par l'intermédiaire d'une barre de transmission.

Les roues sont équipées de pneus spéciaux, dont les qualités requises sont l'adhérence, le minimum de compaction du sol, la résistance à l'action du soleil et des intempéries. Le démarrage des moteurs réducteurs se fait à chaque fois que deux éléments de tuyaux adjacents font un angle déterminé.[02]

d) Les organes d'arrosage :

Dans le cas du système pivot ANABIB, les organes d'arrosage ne sont autres que des buses atomiseurs basse pression (type NELSON), constituées de deux parties (figure I.5.a).

- 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.

Pour l'amélioration de l'efficacité d'application en cas de vent, les buses sont rapprochées du sol par l'intermédiaire de cannes de descente (figure I.5b).

Les différentes tailles de buses sont repérées par couleur et leur montage s'effectue par insertion à la main dans le corps de buse.

L'intérêt de la réalisation d'un équipement de rampes pivotantes avec des buses et de nécessiter moins de pression au pivot que les asperseurs, par contre, l'intensité est plus élevée. A noter aussi que le point faible de ces organes réside dans l'utilisation d'eau chargées en éléments sableux ou autres; il peut se produire des obstructions accidentelles des buses.

En règle générale, l'utilisation des rampes pivotantes équipées de buses est limitée à des terrains plus ou moins perméables.[02]



a: Buse (type NELSON).

b: Montage de cannes de descente

Figure 1.5-a,b: Disposition des organes d'arrosage sur la conduite d'eau.

e) L'armoire de commande :

La rampe pivotante à propulsion électrique est commandée au pivot par l'affichage de la vitesse d'avancement de la tour d'extrémité. L'affichage de cette vitesse est exprimé sur l'armoire en pourcentage de la vitesse de rotation maximum de la tour d'extrémité, qui correspond au fonctionnement ininterrompu du moteur réducteur.

Si l'armoire de commande d'une rampe pivotante à propulsion électrique est très simple, le circuit électrique est relativement compliqué ; il doit être bien conçu et de bonne qualité. Les pannes peuvent être la cause de dommages considérables (perte totale de récoltes dans certains cas). Les équipements électriques doivent résister aux projections d'eau et aux intempéries.[02]

f) Travées

La rampe pivotante est composée d'une succession de poutres articulées appelées travées équipées de roues mues par des moteurs électriques. On trouve différents modèles de travées.

Chapitre I : Description De Machine

Leur élément principal est dans tous les cas la canalisation dans laquelle circule l'eau, qui est constituée de tubes de différentes longueurs. Toujours de façon générale, cette canalisation est sous-tendue par deux lignes de tirants auxquels elle est reliée par un treillis destiné à rigidifier l'ensemble. L'assemblage de ces différents éléments est réalisé par boulonnage.

Les différents modèles de travées se distinguent entre eux : par la forme de leur tube, qui peut être rectiligne ou en arc; par la nature des éléments qui constituent le treillis (éléments à section tubulaires ou cornières). Dans la suite de l'étude, nous considérons un modèle à tube en arc et à treillis de cornières (Figure I.6).[04]

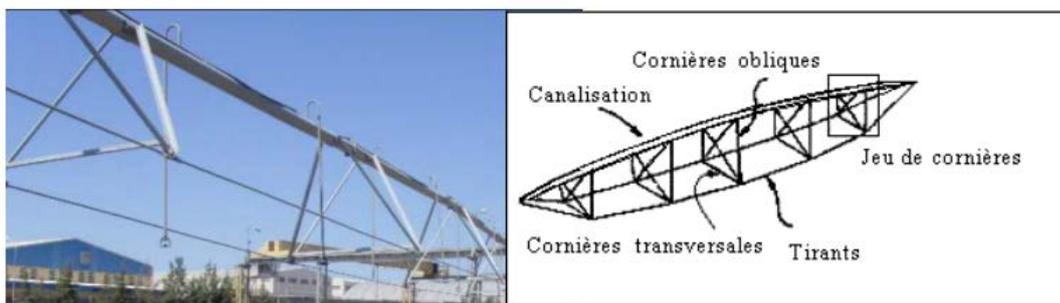


Figure I.6 : Travée de rampes d'arrosage. Photo IRRAGRIS (gauche)

Schématisation des différents éléments d'une travée (droite).

g) Articulation des canalisations entre les travées

La liaison mécanique entre les différentes travées peut être assurée de différentes façons. Nous considérons dans la suite une liaison de type cardan Figure. I.7, où seule la rotation autour de l'axe du tube de la travée est empêchée, le système de cardan limite le débattement à 15° ou 20°. [04]



Figure I.7: Élément de liaison entre travée, Photo IRRAGRIS.

h) Le Porte-à-faux

Afin d'augmenter la surface irriguée, la travée située à l'opposé de l'unité centrale est habituellement prolongée par une canalisation haubanée située en porte-à-faux, de longueur variable (de 6 à 24 mètres au sol), celle-ci est le plus souvent équipée d'un canon d'extrémité dont la portée peut atteindre une quarantaine de mètres.[05]



Figure. I.8: Porte-à-faux de rampe d'irrigation.

I.2.4.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. C'est donc celui-ci qui commande le mouvement, les autres assurent le réalignement des tours qui restent en arrière, tel que montré sur la figure(I.9). Au droit de chaque tour, deux travées voisines sont reliées par un tuyau articulé et supporté librement

Chapitre I : Description De Machine

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.[02]

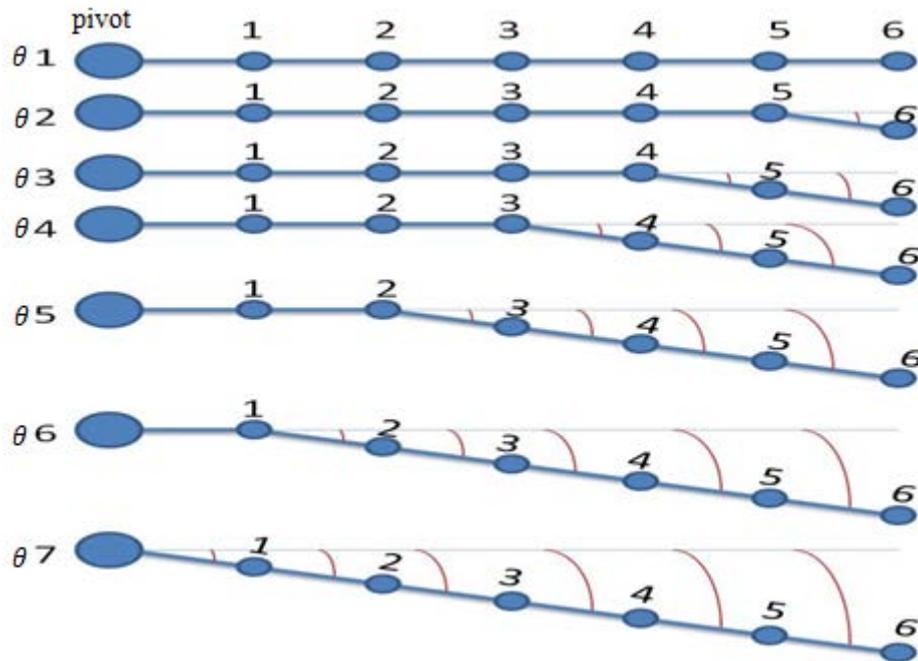


Figure I.9. : Principe d'avancement des tours.

Une tour démarre quand $\alpha > \alpha_0$ et s'arrête quand elle est alignée avec deux tours voisines.

4 tour $n^{\circ} 3$

θ temps

α angle entre deux éléments de tuyau voisins

I.2.5.Types de buses et configurations

Une considération majeure lors de la conception des latéraux à pivot central est de sélectionner correctement le paquet de gicleurs. Les deux variables majeures sont l'espacement et le type ou la taille d'arroseurs.

Le but de l'irrigation est de fournir le modèle d'eau le plus uniforme possible.

Un pivot central couvre plus d'acres dans les travées extérieures que dans les travées intérieures.

Par conséquent, la densité et ou la taille des buses doivent augmenter au fur et à mesure le pivot central latéral.

Les buses installées sur la plupart des systèmes à pivot central ont une ouverture d'orifice taille fixe (à un emplacement spécifique sur le latéral) et qui permet une certaine quantité de l'eau y circule, en fonction de la pression disponible au niveau de la buse. Sur un système de pivotement central, les buses ont tendance à commencer très petit près du point de pivotement, puisque seule une petite quantité d'eau est nécessaire pour la zone relativement petite couverture. Dans de nombreux cas, le débit d'application d'eau requis est si faible que les buses ne peuvent pas être faites assez petit pour permettre la bonne quantité de flux sans risque de bouchage. Par conséquent, l'arrosage excessif se produit parfois sous la première les buses peuvent être surdimensionnées. Une partie de ceci peut être compensée en augmentant le l'espacement des gicleurs utilisés. Cependant, les buses doivent être suffisamment rapprochées pour faciliter un bon chevauchement.

Dans les portées extérieures d'un système à pivot central, la quantité d'eau requise augmente et les buses sont agrandies pour s'adapter à cette augmentation. Il y a des cas, en particulier avec des systèmes extrêmement longs ou des systèmes avec des débits très élevés que le les plus grandes tailles de buses ne sont pas assez grandes. Dans ces cas, il peut être nécessaire d'utiliser un té sur la sortie et utiliser deux buses pour obtenir le débit au lieu d'un. Autre possible les solutions réduisent l'espacement des buses, réduisant la décharge du pivot central ou augmenter la pression disponible.[03]

1.3.Espacement des sprinklers

Les trois configurations d'espacement des gicleurs les plus courantes utilisées le long du pivot central les latéraux sont :

- Espacement uniforme des gicleurs entre 3 et 12 m entre les pulvérisations ou sprinklers le long du latéral, avec leur décharge augmentant en direct proportionnellement à leur distance par rapport à l'extrémité du pivot Figure I.10, Figure I.11.
Le diamètre mouillé des buses augmente également, mais pas directement proportion à leur décharge. Le diamètre mouillé est la distance l'eau est jetée de la buse, fois 2.
- Espacement des sprinklers semi-uniforme dans lequel le latéral est divisé en trois ou quatre portées, et un espacement uniforme différent est utilisé dans chaque portée en commençant par l'espacement le plus large près du pivot.

Chapitre I : Description De Machine

- Décharge d'arrosage uniforme avec seulement de petites variations de décharge nécessaire. Cela nécessite de commencer avec les sprinklers espacés d'environ 40 pieds (12m) à part près du pivot et en réduisant l'espacement à environ 5,0 pi (1,5 m) à l'extrémité mobile ou externe du latéral. L'espacement des gicleurs le latéral est en proportion inverse de la distance radiale du pivot, donc que les temps d'espacement de la distance radiale sont constants voir Figure I.10, I.12.[03]

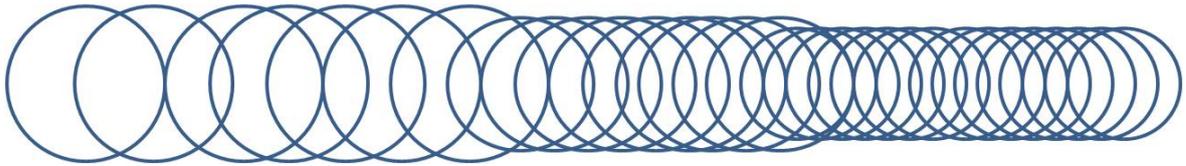


Figure I.10: espacement uniforme, décharge variable

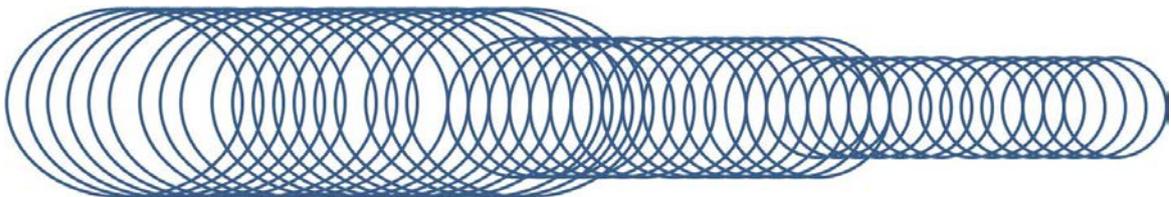
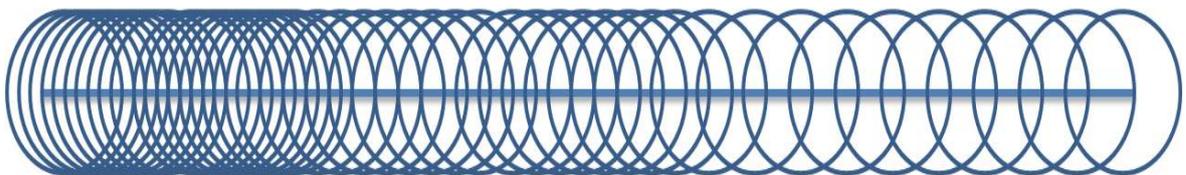


Figure I.11 espacement semi-uniforme, décharge variable



Extérieur

Point de Pivot

Figure I.12 espacement variable, décharge uniforme

I.4.systemes de pompage pivot

I.4.1.Généralités de la pompe en irrigation Pivotal.:

Environ la moitié des systèmes de pompage pour l'irrigation à pivot central aux États-Unis sont alimentés par une alimentation électrique triphasée et environ la moitié sont alimentés par du diesel ou un autre système à combustible fossile. La puissance du gazole ou du gaz naturel est généralement prise en compte lorsque l'alimentation triphasée n'est pas disponible ou qu'il est coûteux d'étendre les lignes électriques existantes ou lorsqu'un client se trouve à la fin d'une ligne électrique existante dont la capacité est limitée. Ce chapitre traite de certains des facteurs qui doivent être pris en compte lors de la sélection de l'unité de pompage pour fournir de l'eau sous pression à un système de pivotement central. L'AI et d'autres entités offrent des cours complets sur les unités de pompage et la sélection. Par conséquent, ce chapitre est abrégé en détail et vise uniquement à fournir des informations sur la sélection de la pompe spécifique aux systèmes de pivotement centraux.

En outre, les contrôle d'exploitation et de sécurité sont discutés.[03]

I.4.2.Sélection de la pompe

Une partie importante du processus de conception consiste à sélectionner l'installation de pompage pour faire fonctionner le système. Avant que cela puisse être fait, le débit du système ou le débit de décharge souhaité, Q , et la pression de refoulement requise, H , à la décharge de la pompe doivent avoir été déterminés. Il est également utile de développer la pression d'entrée du système en fonction de la courbe de décharge, appelée «courbe H-Q du système». Si les sprinklers sont équipés de buses de contrôle de débit ou de pression, la décharge sera constante sur une plage de pression considérable. Cependant, si les régulateurs de pression ou d'autres moyens de contrôle de débit ne sont pas utilisés, le Q variera approximativement proportionnellement à la racine carrée du H .[03]



Figure 1.13 :pompe émerge

1.5.adaptation de la rampe pivotante ANABIB au milieu de desserte :

1.5.1.adaptation de la rampe pivotante au terrain:

Il existe des limites dans l'utilisation des rampes pivotantes ANABIB, en fonction des caractéristiques du terrain.[02]

1.5.1.1. La topographie du terrain :

Tout d'abord, la pente ne doit pas dépasser 6 à 8% pour que l'avancement des tours mobiles puisse se faire sans désordres dus à des efforts trop grands. Il ne faut pas non plus que le terrain soit trop accidenté, c'est à dire bosselé. Les limites sont assez satisfaisantes, elles correspondent à la souplesse de l'articulation entre éléments de conduite et à sa latitude de flexion.

1.6.1.2.nature du sol :

Le sol en lui même peut poser des problèmes, indépendamment de la pente s'il est argileux ou très limoneux, les sols de texture fine rendent difficile l'avancement des tours mobiles lorsqu'ils sont humidifiés, il peut y avoir création de profondes ornières au passage des roues puis blocage du mouvement de la rampe pivotante.

Autrement dit, la nature (texture) du sol influe directement sur le choix de la pluviométrie, donc sur les conditions de marche du système pivot. En tout état de cause, l'incidence de la

Chapitre I : Description De Machine

penne et de la nature du terrain doivent être étudiées simultanément pour choisir le système d'irrigation à retenir et, si la rampe pivotante est à recommander, il faut encore en déterminer les caractéristiques pour qu'elle convienne au terrain.

I.6.1.3. Les différentes formes de parcellaire :

On a imaginé la conception des rampes pivotantes pour réaliser, avec une main d'œuvre réduite, l'irrigation de grands espaces sans limites de parcellaire contraignantes. Dans sa conception, le constructeur ANABIB s'est limité à l'adaptation de son matériel à des parcellaires circulaires (dépourvu de système d'arrosage des coins), négligeant ainsi les pertes de terre qui peuvent être considérables dans le cas des grandes parcellaires carrées ou rectangulaires, (Figure I.14.)

Cependant l'implantation des systèmes pivots, la longueur des rampes, le recours ou non à un canon d'extrémité, deviennent des choix économiques indépendamment de la notion de surface perdue, lorsque l'on se maintient dans la limite des possibilités d'alimentation en eau de ces machines.

Le choix d'un canon d'extrémité se pose encore en terme de calcul économique, il faut examiner s'il est préférable ou non, soit d'arroser le pourtour avec un canon, éventuellement par l'intermédiaire d'un surpresseur, soit de prolonger la rampe et d'économiser sur la pression, donc la consommation d'énergie.

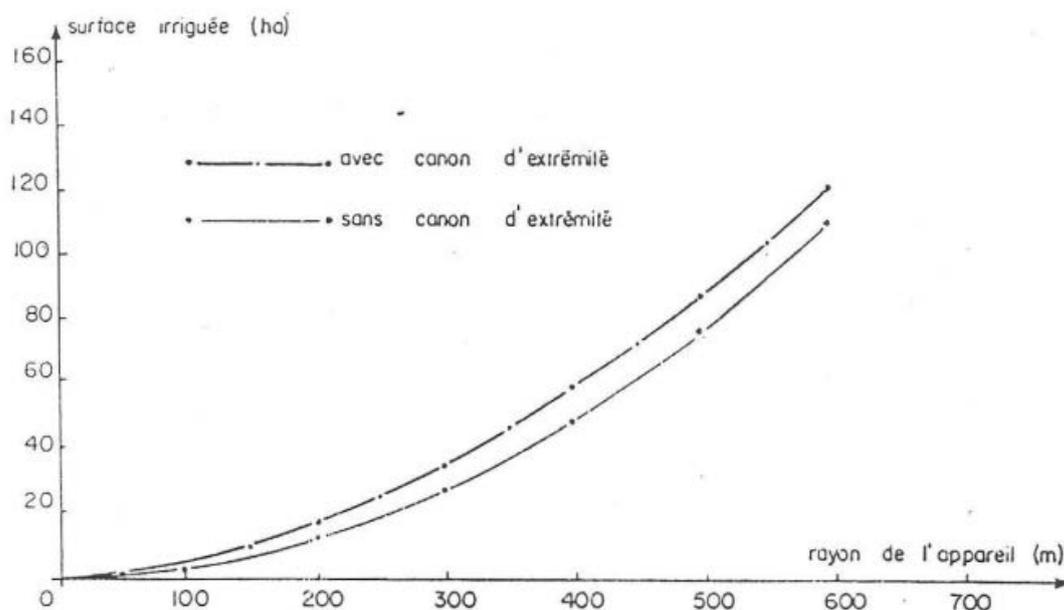


Figure I.14: Surfaces arrosées en fonction du rayon de la rampe pivotante.[02]

I.5.2.adaptation des rampes pivotantes aux divers types de cultures :

Le premier point à considérer est la hauteur libre de la rampe au dessus des cultures pour qu'elles ne soient pas abîmées pendant le mouvement de rotation. A ce titre, il faut prévoir une hauteur d'haubanage appropriée. Cette hauteur est de l'ordre de 2.9 mètres.

Les tours, en passant toujours au même endroit, tracent dans la culture un passage étroit correspondant à celui des roues. Si la culture est riche, on a avantage à limiter les dégâts au maximum.

A ce titre, les moteurs sont placés sur la traverse horizontale de la tour mobile plutôt que ceux accolés à la roue (ancien système).

La hauteur d'eau maximum appliquée à la zone des racines à chaque révolution ne doit pas dépasser la capacité de stockage du sol. Si cette hauteur excède la capacité de stockage, la vitesse du système doit être accrue jusqu'à ce que cette capacité ne soit pas dépassée. Si ce n'est pas possible, la longueur de la rampe doit être réduite.

En ce qui concerne la satisfaction des besoins en eau des cultures et la qualité de l'irrigation, on dira, sous toutes réserves que les rampes pivotantes peuvent, en général, satisfaire les besoins en eau plutôt mieux que d'autres systèmes, sauf si le terrain, du fait de sa faible perméabilité ou de sa pente, n'est pas en mesure d'absorber l'eau délivrée, plus particulièrement en extrémité des rampes.

Enfin, concernant l'addition d'éléments chimiques pour le traitement(ou traitement correctif) des cultures et du sol, dans l'eau d'irrigation. Le constructeur ANABIB à pratiquement négligé cette option, et a laissé par conséquent la résolution de ce problème, aux initiatives (anciens procédés) des agriculteurs concernés.[02]

I.6.Caractéristiques techniques système pivot ANABIB 160EL

Le pivot ANABIB existe en trois versions, 160 EL (20 ha), 160 EL (30 ha) et 160 EL (50 ha), sont présentées au tableau 18 les caractéristiques techniques du pivot version 160 EL (30 ha), illustre Dans la figure I.3.[06]

Chapitre I : Description De Machine

Paramètres	Caractéristique
Longueur du système (6 tours mobiles)	324m
Surface arrosée avec arrosage au-delà de bords	32.96 ha
Type de travée	52,0 m
Nombre des tours mobiles	0 6
Diamètre de tube	160,0 mm
Hauteur de construction	3,7m
Hauteur libre sous charpente	2,9 m
Hauteur moyenne de buses par rapport au sol	1,30m
Propulsion par moteurs électriques	0,74 KW
Poids avec de l'eau	2954 KP
Type de pneus	14,9-24
Type de buse	NELSON
Longueur du porte-à-faux	11,7 m
Arrosage au-delà des bords	2,6 m
Rayon arrosé avec arrosage au-delà des bords	314,6 m
Heures de service proposées par jour	24.0 h
Débit total	83,2 m3/h
Vitesse maximale	123 m/h.
Temps minimum de rotation à vitesse maxi	12h 10min
Pluviométrie mini par rotation	4-6 mm
Pression à la buse au dernier branchement	1,0 bar
Pression d'alimentation à l'entrée du pivot	2,0 bar
Capacité d'arrosage	0,93 a 1.39 L /s/ha (soit 8 a12 mm/ j)
Consommation total le en eau	69,6 m3/h- 104,4 m3/h
Tension	380 v
Fréquence	50 Hz
Puissance absorbe du réseau public	10,5 KW
Puissance de groupe électrogène requise	7,2 KW

Tableau I.1 : Caractéristiques techniques système pivot ANABIB 160EL

I.7. Conclusion

Les systèmes d'irrigation doivent être conçus et exploités pour répondre aux besoins en eau des cultures tout en minimisant le ruissellement et la lixiviation. Pour assurer la performance maximale du système d'irrigation, la conception du système doit prendre en compte l'évapotranspiration, les coefficients de culture, le type de sol et l'efficacité du système d'irrigation. L'irrigation à haute fréquence conduit à une augmentation de l'évaporation superficielle et généralement à un taux de transpiration plus élevé de la culture. Le calculateur d'ordonnancement des irrigations agricoles minimise la fréquence d'irrigation mais maximise la durée d'application permise par le sol et la culture. Il est

Chapitre I : Description De Machine

préférable d'avoir un calendrier d'irrigation où l'irrigation est moins fréquente mais utilise pleinement l'eau stockée dans la zone racinaire des cultures.

Le calculateur d'ordonnancement de l'irrigation agricole suppose que le système d'irrigation a été correctement conçu pour correspondre à l'emplacement, au type de sol et aux besoins en eau des cultures et maintenu en bon état de fonctionnement. Il est recommandé d'utiliser un concepteur d'irrigation certifié pour concevoir un système d'irrigation.

La calculatrice prend en compte les informations suivantes lors de l'élaboration d'un calendrier d'irrigation :

- Quelle quantité d'eau la culture nécessite-t-elle ?
- Quelle quantité d'eau peut-on stocker dans le sol facilement accessible à la plante ?
- La quantité de pluie efficace qui est utilisable par la plante.

Chapitre II :

Calcul Hydraulique

Chapitre II : Calcul Hydraulique

II.1. Calcul des caractéristiques hydrauliques "pression-débit" le long d'une rampe pivotante :

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.[02]

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.

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

avec : ΔH_U = Perte de charge unitaire en mm/m.

Q = Débit dans la rampe en m^3/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 ci dessous 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.

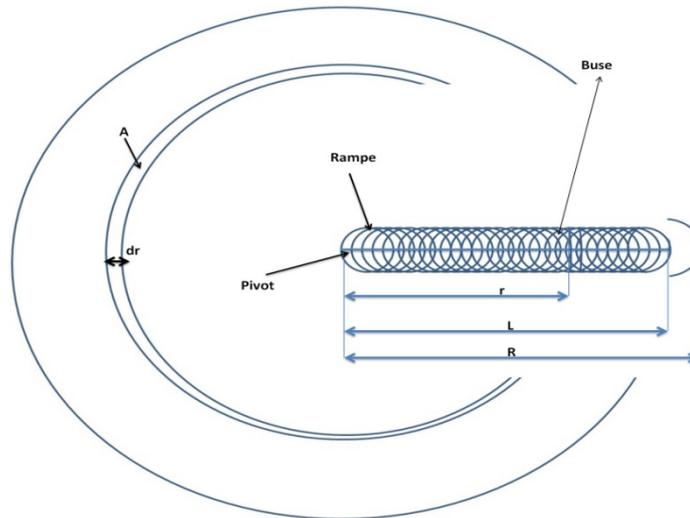


Figure II.1: Diagramme schématisé d'un arrosage par rampe pivotante.

II.1.2.1. Calcul du 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.1 la surface arrosée par la buse est:

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

Avec: r = Distance entre le pivot et la buse.

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

Le débit correspondant à cette surface est :

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

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 :

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

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

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

Soit:

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

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

$$Q_r = \pi R^2 \frac{P}{T} 10^{-3} \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)$$

avec : Q_r = Débit du tronçon de la rampe à une distance r (m³ /h).

R = Rayon du cercle arrosé (m).

Au niveau du pivot, l'équation (3) nous donne :

$$Q_0(\text{m}^3/\text{h}) = \pi R^2 \frac{P}{T} 10^{-3} \quad (\text{II.4})$$

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

L'équation (3) peut alors s'écrire :

$$Q_r(\text{m}^3/\text{h}) = Q_0 \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right) \quad (\text{II.5})$$

II.1.2.2. Calcul de débit théorique d'une buse a 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 ΔR_1 .

r_i = Portion de la rampe entre les buses b_{i-1} et b_i de longueur ΔR_i (les ΔR_i sont de même longueur que ΔR , $i > 1$).

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,

$$h = \frac{Q_0}{S} \quad (\text{II.6})$$

Nous avons donc pour une rampe de n buses :

Chapitre II : Calcul Hydraulique

$$R = \sum_{i=1}^n \Delta R_i = \Delta R_1 + (n - 1)\Delta R_i \quad (\text{II.7})$$

$$Q_0 = \sum_{i=1}^n q_i \quad (\text{II.8})$$

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

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

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

$$\text{d'où} \quad \frac{dQ_0}{Q_0} = \frac{dS}{S}$$

$$\text{or} : S = \pi R^2 \rightarrow dS = 2\pi R dR$$

Par intégration :

$$\ln Q_0 = 2 \ln R + C, \quad C = \text{Constante.}$$

d'où

$$Q_0 = KR^2 \quad (\text{II.9})$$

$$\text{ainsi } dQ_0 = 2 \cdot K \cdot R \cdot dR$$

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

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

$$Q_{bi} = 2 \cdot K \cdot R_{bi} \cdot \Delta R_i \quad (\text{II.10})$$

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

ΔR étant la distance séparant deux buses avoisinantes, elle est égale à 2,95 m.

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 débit 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.

$$[\text{Energie au pivot}] - [\text{Perte de charge}] = [\text{Energie à l'extrémité de la rampe}] \quad (\text{II.11})$$

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

$$\left(H_0 + \frac{V_0^2}{2g} + Z_0 \right) - \Delta H \left(H_R - \frac{V_R^2}{2g} + Z_R \right) \quad (\text{II.12})$$

avec : ΔH = 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 = vitesse de l'eau en tête de la rampe pivotante

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

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

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

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

L'équation (12) devient:

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

D'après le paragraphe , la perte de charge unitaire est:

$$\Delta H_u = \frac{KQ^m}{D^n}$$

Chapitre II : Calcul Hydraulique

$$\text{d'où } \Delta H = \int_0^r \frac{KQ^m}{D^n} dr = \frac{KQ_0^m}{D^n} \int_0^r \left(\frac{Q}{Q_0}\right)^m dr$$

D'après l'équation (II.5)

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

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

$$\text{Posons } hm = R.K. \frac{Q_0^m}{D^n}$$

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/h, $\frac{V_0^2}{2g} = 0.33$ La valeur est négligeable dans la pratique devant la perte de

2g charge totale dans la canalisation. On obtient :

$$H_0 - H_R = hm \int_0^r \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right)^m \frac{dr}{R} \quad (\text{II.14})$$

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

$$H_0 - H_R = hm \int_0^1 (1 - U^2)^m dU \quad (\text{II.15})$$

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

$$H_0 - H_R = \frac{1}{2} hm \int_0^1 (1 - X)^m \cdot X^{-\frac{1}{2}} dX \quad (\text{II.16})$$

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

La fonction GAMMA notée Γ (n) est définie par :

$$\Gamma(p) = \int_0^\infty X^{p-1} e^{-X} dX \quad (\text{II.17})$$

Elle a la propriété suivante : $\Gamma(p+1) = p \Gamma(p)$

en particulier pour P entier, on obtient

$$\Gamma(1) = 1, \Gamma(p) = p ! .$$

La fonction BETA notée β (q,p) est définie par:

Chapitre II : Calcul Hydraulique

$$\beta (q,p) = \int_0^1 X^{q-1} (1 - X)^{p-1} dX \quad (\text{II.18})$$

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

$$\beta (q,p) = \frac{\Gamma (q)\Gamma (p)}{\Gamma (P+q)} \quad (\text{II.19})$$

La relation (16) s'écrit alors :

$$H_0 - H_R = \frac{1}{2} hm\beta(0.5 , m + 1) \quad (\text{II.20})$$

Prenons un exemple classique :

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

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

Compte tenu de l'équation **(II.19)** :

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

On obtient dans les tables spéciales les valeurs de la fonction Γ

$$\Gamma (0,5) = 1.772 , \Gamma (2,9) = 1,827, \Gamma (3.4) = 2,98$$

On à déduit donc que: $\beta (0.5 , 2.9) = 1,086$

$H_0 - H_R$ = 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 (20) donnant le rapport de ces deux dernières pertes de charge devient :

$$F = \frac{H_0 - H_R}{H m} = 0.543 \quad (\text{II.21})$$

F est 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.

Chapitre II : Calcul Hydraulique

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

On déduit de l'équation (II.15)

$$\begin{aligned}
 H_r - H_R &= H_m \int_r^R \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)^m \frac{dr}{R} \\
 \frac{H_r - H_R}{H_m} &= \int_{r/R}^1 \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)^m d\left(\frac{r}{R}\right) \\
 &= \int_0^1 \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)^m d\left(\frac{r}{R}\right) - \int_0^{r/R} \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)^m d\left(\frac{r}{R}\right) \\
 &= \frac{1}{2} \beta(0.5, m+1) - \frac{1}{2} \beta_X(0.5, m+1)
 \end{aligned} \tag{II.22}$$

avec :

β_X = Fonction dite incomplète.

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

$$H_f = \frac{H_r - H_R}{H_0 - H_R} = 1 - \frac{\beta_X(0.5, m+1)}{\beta(0.5, m+1)} \tag{II.23}$$

H_f : Peut être appelé le facteur de distribution de pression le long d'une rampe pivotante équipé de buses.

Il n'est pas possible de calculer β_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 $x = \frac{r}{R}$ vient :

$$H_r - H_R = \left[\frac{8}{15} - x - \frac{2}{3} x^3 + \frac{1}{5} x^5 \right] H_m, \quad H_0 - H_R = \frac{8}{5} H_m$$

D'où :

Chapitre II : Calcul Hydraulique

$$H_f = 1 - \frac{15}{8} \left[x - \frac{2}{3} x^3 + \frac{1}{5} x^5 \right] H_m \quad (\text{II.24})$$

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 pression approximative H_r d'une buse à une distance r du pivot en effet d'après les calculs précédents

$$H_f = \frac{H_r - H_R}{H_0 - H_R} \quad (\text{II.25})$$

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

en éliminant H_f entre ces deux relations on obtient :

$$H_f = H_0 - FH_m(1 - H_f)$$

Cette dernière relation est la pression à un point de la rampe à une distance r du pivot.[1]

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.

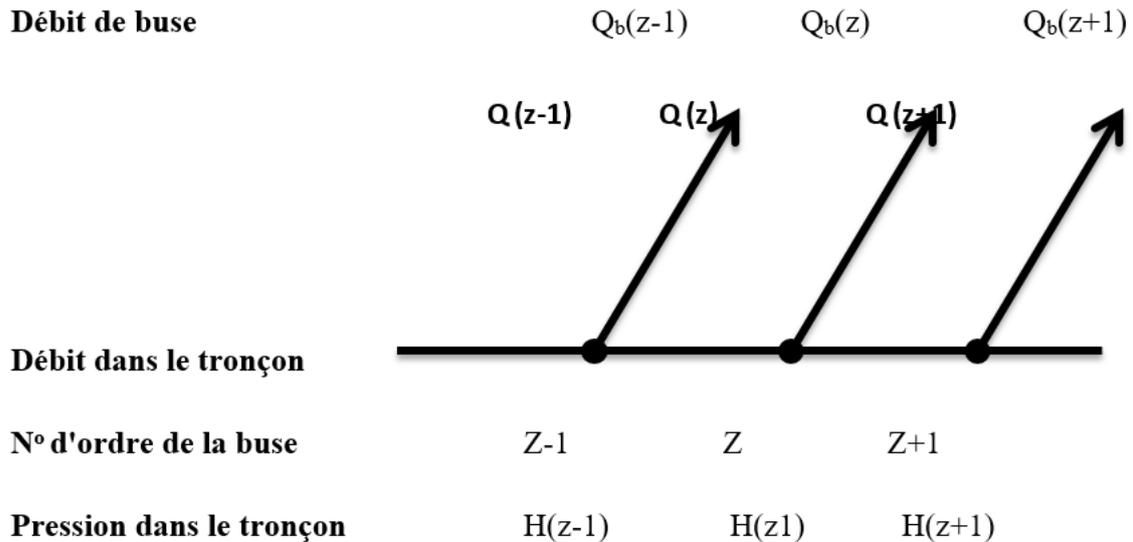
E_p = Ecartement entre le pivot et la première buse.

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

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

Le schéma ci dessous illustre le principe de calcul

Chapitre II : Calcul Hydraulique



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.

$$\Delta H(Z) = K E_b \frac{Q(z-1)^m}{D^n} \quad (\text{II.27})$$

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'une rampe à partir de leurs caractéristiques hydrauliques " débit- pression :

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 du débit théorique 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.

Chapitre II : Calcul Hydraulique

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

$$Q_b(Z) = Q(Z-1) - Q(Z) \quad (\text{II.28})$$

$Q(Z)$ = 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 la 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.[02]

Chapitre III :

Etude Expérimental

Chapitre III : Etude Expérimental

III.1. Présentation le système étudié :

Les pivots et les rampes frontales sont des appareils d'irrigation automoteurs qui généralement arrosent les prairies et les autres cultures au dessus de la canopée.

Les pivots, fixés à l'une de leurs extrémités, se déplacent en cercle autour de ce point central. Par contre les deux extrémités des rampes frontales sont libres et la machine se déplace à vitesse constante d'un coté à l'autre .Dans ce qui suite, nous présentons successivement les différentes parties du modèle de la rampe retenu pour l'étude.

Le système type à pivot central consiste en une simple conduite irrigant longue reliée à une tour centrale, qui tourne lentement sur le champ en décrivant un cercle et irrigue les plantes avec des asperseurs ou mini diffuseurs disposés à intervalles fréquents. La tour centrale avec son mécanisme de pivotement et un panneau principal de commande (contrôle électrique) sont ancrés dans un petit socle de béton au droit d'un point fixe d'alimentation en eau (borne) au centre du terrain. L'ensemble de la conduite d'arrosage est suspendu au-dessus du sol par de longues structures métalliques et/ou des câbles, posés sur des tours de support mobiles en forme de "A" sur roues. L'extrémité de la conduite est équipée d'un canon asperseur. L'ensemble du système automoteur tourne lentement autour du pivot, à une vitesse type (dernière travée) de 2 à 3 m/min et se déplace en pulvérisant l'eau au-dessus des plantes, couvrant le terrain en décrivant un cercle. Le système d'entraînement se compose de petites unités motrices individuelles équipant chacune des tours roulantes. Ces unités sont pilotées électriquement, mais peuvent aussi fonctionner hydrauliquement (eau ou huile) ou mécaniquement. Un système d'alignement automatique permet de garder alignées les travées portant la conduite Les parties de la structure dont le comportement hydraulique est étudié Dans la région d'El-Hadjira ,particulièrement détaillées, comme montrés en Figues (III.1.2.3).[7]

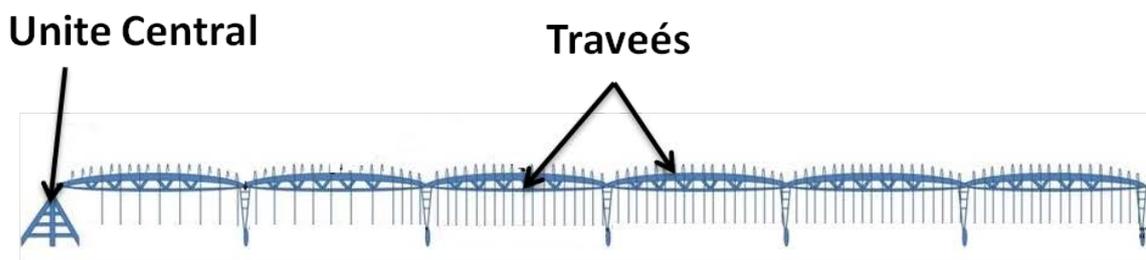


Figure .III.1: Système pivot type ANABIB à six tours mobiles

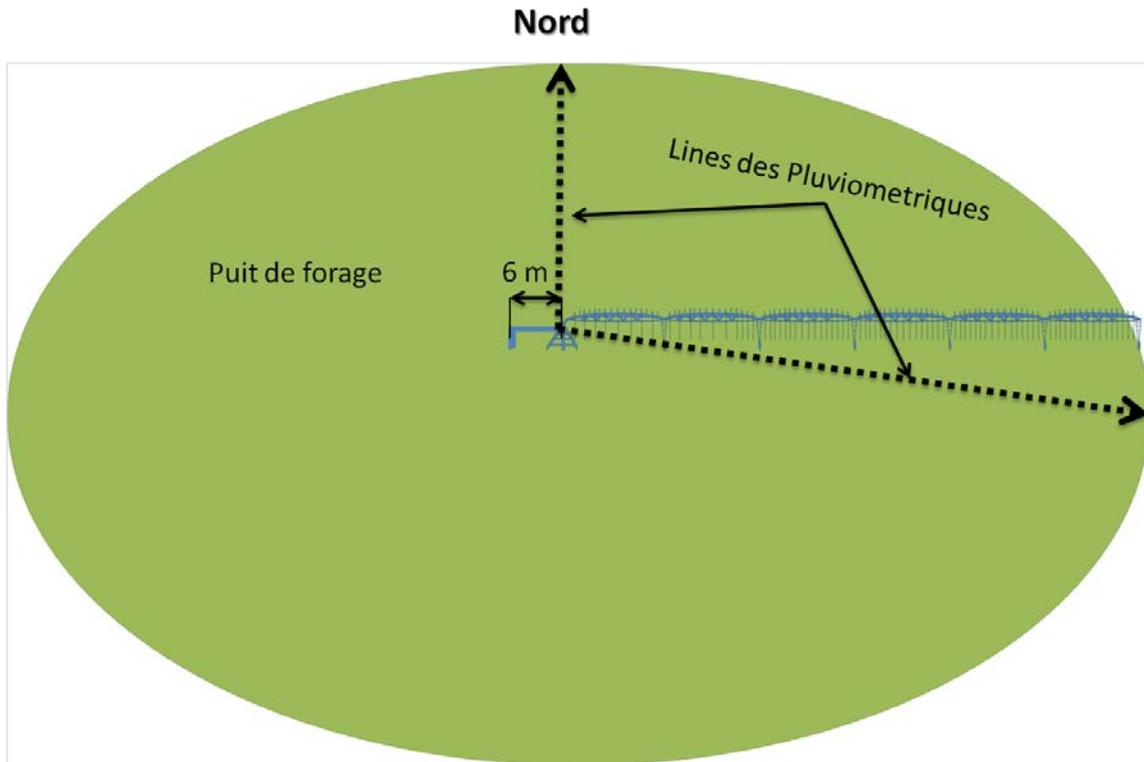


Figure. III.2: Positionnement de la rampe sur le sol.

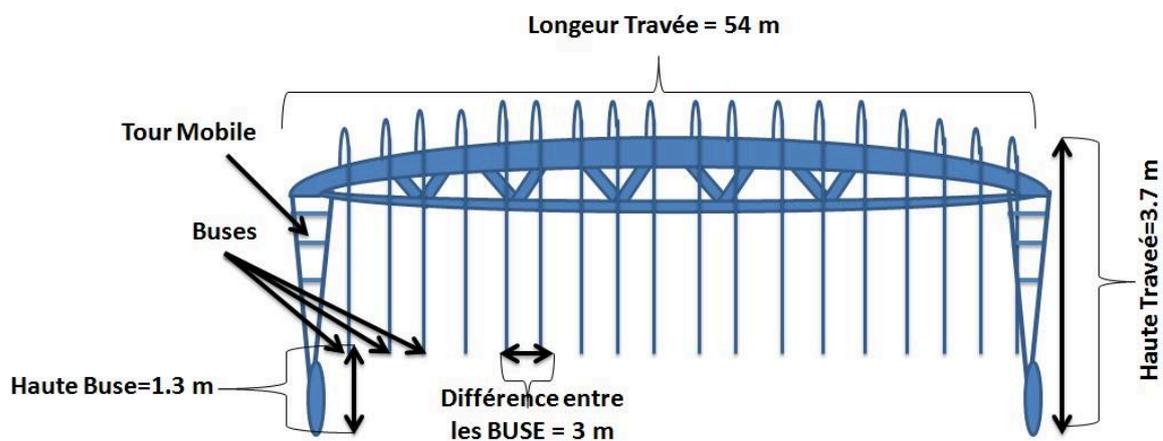


Figure. III.3: Les dimensions réelles de l'appareil étudié.

III.2. Présentation général de la zone d'étude :

III.2.1. Définition :

El-Hadjira est l'une des municipalités de l'État algérien d'Ouargla, qui appartient au cercle El-Hadjira. Il est situé à 100 km au nord de la capitale de l'État. La municipalité est l'une des plus anciennes municipalités de l'État et a été fondée en 1957. Parmi ses quartiers les plus importants Al-Hamumdatah, la superficie de la municipalité est de 2429 km

III.2.2. Localisation :

Comme il est historiquement confirmé que la zone d'El-Hadjira est située au centre de la station de communication commerciale entre Oued Souf et Oued Mizab, Oued Righ est située au sud des montagnes de Nael et Ziban et au nord de la jonction Hamada. En d'autres termes, selon la définition actuelle.

a. Astronomique: Située entre les latitudes nord 25° et 32° et 59° et 32° et entre les latitudes 20° 5° et 07° .

b. Géographiquement: Il est bordé au nord par la blidet Amor et Tamacin et à l'est de la municipalité M'Naguer et du district Taibet et au sud des villes Ngoussa Hassi Ben Abdallah et Ouest Municipalité El Alia



Figure III.4: Situation géographique de la région de El- Hadjira

III.3. Paramètres météorologiques

III.3.1. Température : Le climat de la région d'El-Hadjira, désert sec, et les températures sont élevées en été, qui dépasse (41°) en moyenne, et l'automne l'hiver, surtout pendant la nuit, le climat est caractérisé par des différences thermiques continentales (journalières et trimestrielles) à 30°C

Le tableau (1) nous indique les de Température durant une Temps essais (18/04/2018).

Temps	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Chapitre III : Etude Expérimental

Température	21	22.5	24	25.5	25.5	25.5	24
-------------	----	------	----	------	------	------	----

Tableau III.1: Température durant une Temps essais

III.3.2. Pluie :

Climat d'El- Hadjira est caractérisé par la rareté Pluie (49 mm) en moyenne, comme d'autres zones désertiques, manquent de végétation naturelle, mais en contraste riche de palmeraies, c'est une oasis merveilleuse le Tomber de Pluie le jour durant d'essai Correspondant à 18/4/2018 (0 mm).

III.3.3. Vent Saisonnier :

Soufflant Ouargla les tempêtes de sable saisonnières entre février et avril, culminant en mars, provoquent souvent de lourdes pertes en matière de plantation et de bétail, et le temps commence à s'améliorer à partir de septembre lorsque le vent change et devient nordique Moyen-Orient. Il est connu localement comme (Maritime), qui est souvent chargé avec un peu d'humidité et travaille pour tempérer l'atmosphère, surtout la nuit.

Les habitants de la région sont très heureux de ces vents et contribuent à la pollinisation de leurs palmiers, tout en appréciant la chaleur pendant la journée comme facteur clé de maturité dates fruits.

Tableau III.1 nous indique La vitesse et Direction du vent durant une Temps essais (18/04/2018).

Temps	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
vitesse du vent	22	23	24	24	24	22	22	22
Direction du vent	Nord-Est			Nord			Nord-Est	

Tableau III.2 : La vitesse et Direction du vent.

III.4. Matériel et instruments de mesure :

- vingt-six(26) Gobelets en plastique identiques de capacité 140 ml chacun, utilisés comme pluviomètres.



Figure III.5 : lignes des pluviomètres

- Un (01) Manomètre portatif équipé de girouette.



Figure III.6 : Manomètre de mesure.

- Un (01) débitmètre à ultrasons.
- Divers accessoires (Fil, pièces de tuyau, chronomètre, piquets, les pieds, tube inséré...etc.)

III.5. résultats de mesures

III.5.1.méthodologie d'expérimentation

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 trois (03) phases expérimentales qui ont été réalisées, savoir :

- Une étude de la répartition pluviométrique sous différentes buses le long de la rampe installées à poste fixe en fonction des divers paramètres (débit, pression, vent).
- Des mesures débit et pression au système pivot, ainsi que aux différentes buses.
- La volonté d'avoir des mesures plus fines sous certaines travées.

III.5.2.Dispositif expérimental des essais :

Le site d'expérimentation étant choisi, nous procéderons dans l'ordre à l'accomplissement des opérations suivantes :

- a) Mise en place des manomètres à la fin de chaque la conduite de la buse
- b) Mise en place du débitmètre à la fin de chaque la conduite de la buse
- c) Emplacement des pluviomètres.

Ces pluviomètres ne sont autres que les gobelets en plastique identiques de capacité de 140 ml chacun. Les gobelets en plastique à un diamètre intérieur de 7 cm, par conséquent une surface réceptrice de 38,465 cm².

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.

Chapitre III : Etude Expérimental

-La nécessité d'éviter une position aléatoire des pluviomètres par rapport aux espaces entre les gobelets estimé à 12 mètres.

-La nécessité de redresser la ligne faite de tasses.

d) Mesure du vent : La vitesse et la direction du vent sont deux variables aléatoires pour chaque essai, ces deux paramètres ont été mesurés à l'agence météorologique qui a été invoquée susceptible de ne pas avoir une action quelconque sur le comportement du vent, les arbres et habitations se trouvent à au moins 25 km du site expérimental. Nous avons donc pu savoir la vitesse et la direction du vent avec une précision (la vitesse moyenne du vent est 17 km/h), l'essai est considéré comme valable. Nous jugeons nécessaire de préciser que, dans notre cas, il n'existe aucun obstacle en vue.

Le tableau III.3 résume les mesures des pressions et des débits suivants les travées :

Numéro de Buse	Distance de l'unité centrale x en(m)	La pression est mesurée pour chaque buse en (bar)	débit est mesurée pour chaque buse en (m^3/s)
B1	12	1.37	0.001103
B3	24	1.358	0.001097
B5	36	1.346	0.001093
B7	48	1.333	0.001089
B9	60	1.323	0.001082
B11	72	1.312	0.001076
B13	84	1.302	0.001071
B15	96	1.291	0.001065
B17	104	1.28	0.001061
B19	110	1.275	0.001058
B21	116	1.269	0.001054
B23	122	1.263	0.001048
B25	128	1.255	0.001037
B27	134	1.249	0.001032
B29	140	1.241	0.001027
B31	146	1.234	0.001021

Chapitre III : Etude Expérimental

B33	152	1.229	0.001015
B35	158	1.224	0.001006
B37	164	1.219	0.001001
B39	170	1.213	0.000996
B41	176	1.207	0.000991
B42	182	1.2	0.000988
B45	188	1.195	0.000983
B47	194	1.189	0.000977
B49	200	1.183	0.000972
B51	206	1.178	0.000966
B53	212	1.173	0.000961
B55	218	1.166	0.000957
B57	224	1.16	0.000951
B59	230	1.155	0.000946
B61	236	1.15	0.000941
B63	242	1.145	0.000935
B65	248	1.139	0.000931
B67	254	1.132	0.000926
B69	260	1.128	0.000922
B71	266	1.122	0.000919
B73	272	1.117	0.000915
B75	278	1.11	0.000913
B79	284	1.105	0.000909
B81	290	1.101	0.000905
B83	296	1.096	0.0009
B85	302	1.09	0.000894
B87	308	1.081	0.00089
B89	314	1.075	0.000884
B91	320	1.067	0.00088
B92	323	1.061	0.000876

Tableau III.3: Écartements de la pression et le débit, selon les travées et les différents essais.

Chapitre III : Etude Expérimental

Le tableau suivant résume l'écartement en mètres des pluviomètres suivants les travées et au cours de différents essais.

Distance de l'unité centrale x en(m)	Volume d'eau tombant dans la premier ligne en (ml)	Volume d'eau tombant dans la deuxième ligne en (ml)
12	29.7	28.4
24	29	28.2
36	28.4	27.3
48	27.7	27.1
60	27.2	26.3
72	26.8	26.7
84	26.5	26.2
96	26.5	26
108	26.4	24.9
120	25.9	26.9
132	26.1	25.5
144	26	26.2
156	25.1	27
168	25.6	26.4
180	25.3	26
192	26	26.3
204	25.7	26.6
216	26.4	26
228	26	25.8
240	25.6	25.3
252	25.4	26
264	25.4	25.7
276	25.1	25.4

Chapitre III : Etude Expérimental

288	24.8	25.3
300	24.1	25.2
312	23.2	25.1
324	21	23.3
Temps d'accès a pivot sur chaque ligne	11:12	17:43

Tableau III.4: Écartements des pluviomètres ,selon les travées et les différents essais.

Chapitre IV :

Interprétation et

Discussion des

Résultats

Chapitre IV : Interprétation et Discussion des Résultats

IV.1. Démarche

Ce partie consiste à étudier la variation de l'uniformité de distribution des eaux d'irrigation et le coefficient d'uniformité, variation de pression et débit selon les résultats relevés après avoir mesurés et en utilisant l'équation approximative dans les courbes et représenté de la forme

$$f(x) = p_1 x + p_2 \quad (IV.1)$$

Le propos de la présente étude est de faire un diagnostic de fonctionnement d'une rampe de 324 m de longueur, mettre en relief les problèmes qui peuvent être causés et expliquer les corrections possibles pour améliorer l'uniformité de la répartition des eaux d'irrigation et assurer un bon fonctionnement de la rampe.

IV.2. Mesures de pression

Pour évaluer l'effet de la pression de fonctionnement de la rampe sur la pluviométrie La pression a été mesurée à certaines buses. Pour Analyse diagnostique du maintien en état de fonctionnement des systèmes d'irrigation mécanisée par aspersion . Cas d'une rampe frontale dans la région El-Hadjira.

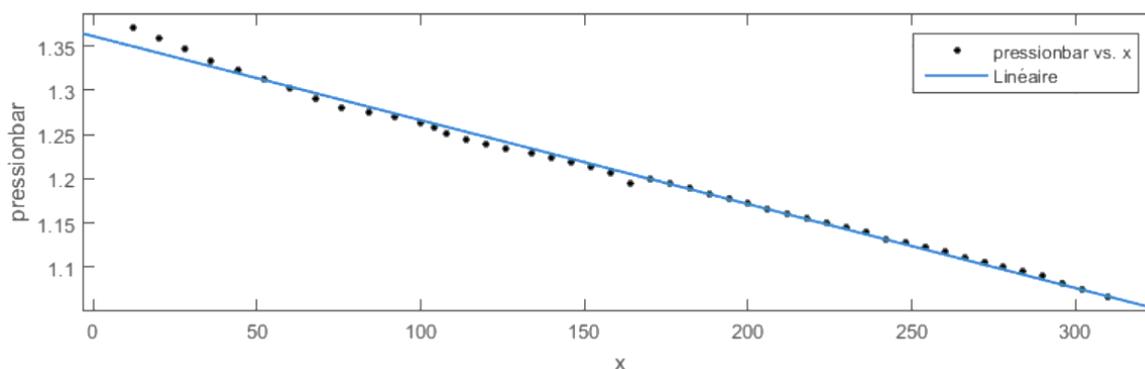


Figure IV.1 : Relevés des pressions.

Sous forme linéaire :

$$f(x) = -0,08162 x + 1,202 \quad (IV.2)$$

Chapitre IV : Interprétation et Discussion des Résultats

On remarque que la décroissance logique et obligatoire des valeurs obtenues, à cause des pertes de charge, comme ils semblent. Les fluctuations sont répétitives d'une travée à une autre, et varient généralement en croissance jusqu'à une valeur maximale au début de travée, en décroissance sur un deuxième tronçon, pour être encore en croissance vers la fin de la travée.

Mise à part la pression de fonctionnement très faible par rapport à celle requise pour le fonctionnement normal de la machine, le blocage des buses et des tubes est causé par la présence de plancton résultant de l'oxydation, en tout état de cause le pied de l'appareil affecte directement la pression, en l'absence de maintenance.

En conséquence l'analyse du phénomène paraît nécessaire et demande une étude approfondie.

IV.3. Mesures de débit

Pour évaluer l'effet de la débit de fonctionnement de la rampe sur la pluviométrie la pression a été mesurée à certaines buses. Pour analyse diagnostique du maintien en état de fonctionnement des systèmes d'irrigation mécanisée par aspersion. Cas d'une rampe frontale dans la région El-Hadjira.

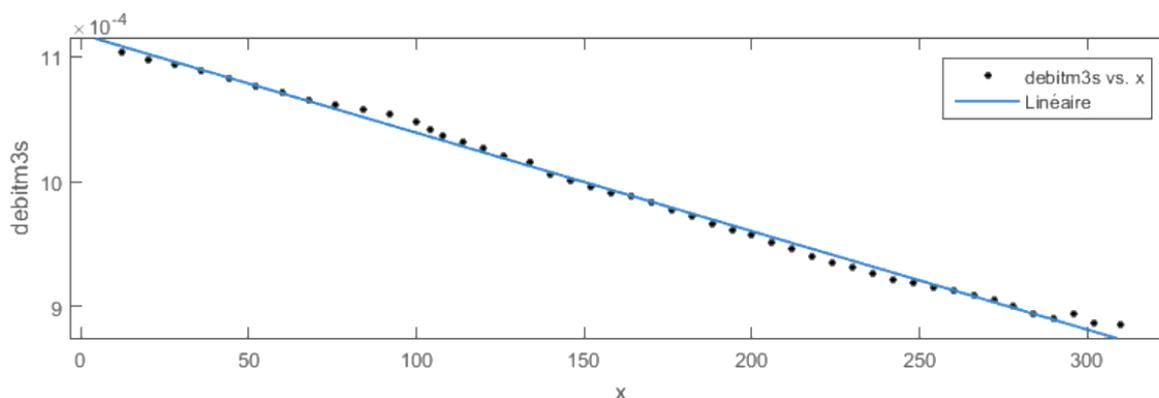


Figure IV.2: Relevés des débit.

Sous forme linéaire :

$$f(x) = -6,767e-05 x + 0.0009858 \quad (IV.3)$$

D'après les résultats obtenus par la forme, on remarque que la décroissance des valeurs obtenues, il convient de dire à ces phases et que les débits observés au dernier de la rampe pivotante sont largement, des résultats observés au début de la rampe pivotante, mais ne semble pas l'apparition de zones distinctes et surtout nettement apparente le long de la

Chapitre IV : Interprétation et Discussion des Résultats

rampe, en tout état la perte de charge et changement dans le pompage de l'eau entre les périodes et obstruction à cause le pied de l'appareil affectent directement le débit.

IV.4. Relation "pression-débit"

Pour pouvoir relier le débit et la pression au pivot d'une rampe pivotante à partir d'un plan de busage type NELSON 1bar fournies par le constructeur ANABIB.

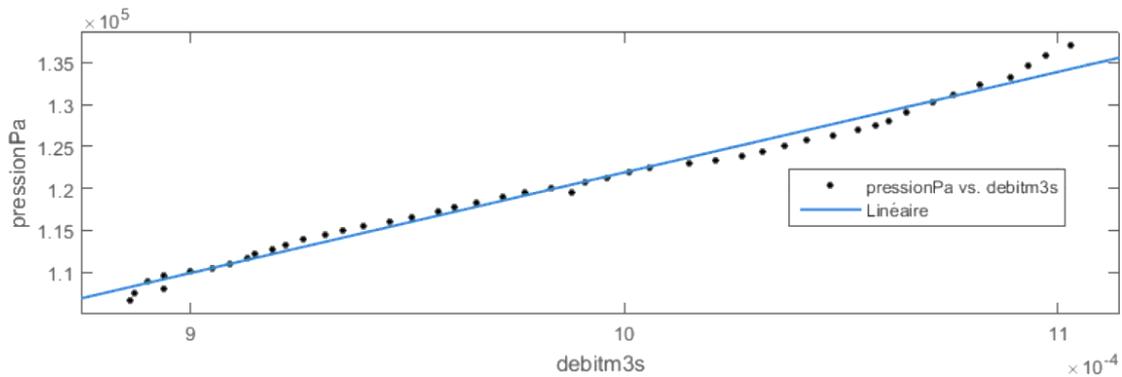


Figure IV.3. Relevés de Relation "pression-débit"

La formule suivante permet de relier les caractéristiques hydrauliques " débit - Pression"

$$f(x) = 8126 x + 1.202e+05 \quad (IV.4)$$

D'après les résultats obtenus par la forme il convient de dire à ces phases est que les pressions et débit observées au dernier de la rampe pivotante sont largement, des résultats observés au début de la rampe pivotante, mais ne semble pas l'apparition de zones distinctes est surtout nettement apparente le long de la rampe, en toute état de cause le pied de l'appareil affecte directement la pression et le débit.

IV.5. Analyse des mesures de pluviométrie

Pour pouvoir relier la analyse des mesures de pluviométrie au pivot d'une rampe pivotante à partir d'un plan de mesure.

IV.5.1. Mesures la vitesses et direction du vent

Affiche la figure suivante pour évaluer l'effet des forces de vent sur la répartition pluviométrique on a choisi forces et direction des vents différents.

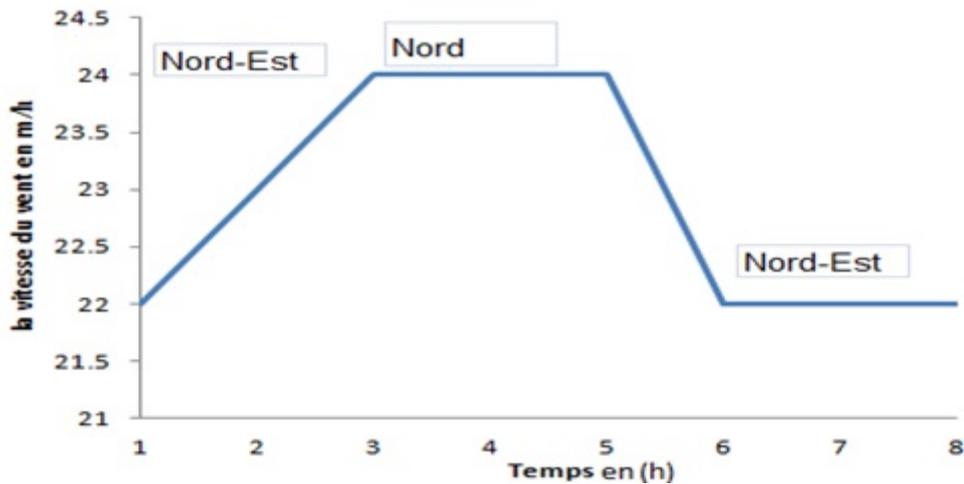


Figure IV.4 : Relèves vent Pendant expérimenter.

a. Les vitesses du vent :

Semble que prendre les moyennes des vitesses de vent d'une heure c'est la seule solution pour nous de pouvoir interpréter correctement.

Le tableau récapitulatif montre des écarts types et coefficients de variation assez élevés, en particulier pour test 4 où nous avons un écart-type de 8,7 ml

A l'échelle de l'heure, les différents graphiques montrent les fluctuations, Et c'est frappants sont ceux de test 1. Pour le premier cité, d'abord les vitesses du vent 22k/h, à l'heure 11:00 , où grandir à un maximum de 24 m/s à l'heure 13:00 , il est fixé jusqu'à 15h00 et diminue à 22 m / h, à l'heure 16:00 alors prouvez. Les courbes dénotant ainsi des variations même à l'échelle de 1 à 2 h.

b. direction du vent

Dans l'ensemble, il n'y a pas eu de direction spécifique à un moment précis de la journée En considérons les différents tests, nous constatons des variations d'une beure à l'autre. La direction la plus fréquente est celle du Nord-Est, en vient Nord pour la direction Sud, en suite vient la direction Nord-Est.

IV.5.2. mesures de pluviométrie

La figure Suivant montre que la répartition pluviométrique et détection des anomalies des buses et un écart type Analyse diagnostique du maintien en état de fonctionnement des systèmes d'irrigation par aspersion. Cas d'une rampe frontale dans la région El-Hadjar , Ces résultats sont vérifiés par une analyse statistique.

Chapitre IV : Interprétation et Discussion des Résultats

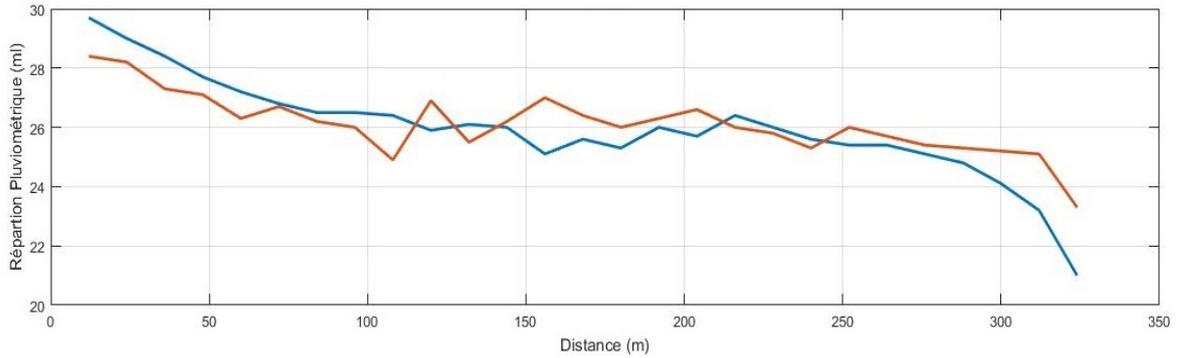


Figure IV.5 : Relevés pluviométriques d'aspersion

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, il est illusoire de penser qu'un simple coup d'œil suffit pour estimer l'homogénéité de la pluviométrie. Des mesures au moyen de pluviomètres répartis suivant des normes précises permettent d'apprécier (Je niveau valeurs absolues) pondérée par la distance de chaque pluviomètre par rapport au pivot. Cette définition est mieux adaptée au problème posé. Il faut savoir que la formule de Christiansen : [08]

$$Cuh = 100 \left[1 - \frac{\sum_1^n \left[r_i \left| x_i - \frac{\sum_1^n r_i x_i}{\sum_1^n r_i} \right| \right]}{\sum_1^n r_i x_i} \right] \quad (IV.5)$$

x_i peut représenter la hauteur d'eau effectivement reçue par l'impluvium ou la hauteur lue sur le tube.

r_i la distance de celui-ci au pivot.

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.

Cuh ligne 1 = 95.9846505% > 85%

Cuh ligne 2 = 97.2818883% > 85%

L'observation de la variation de la pluviométrie moyenne du test au niveau de la zone testée avec deux lignes pluviométriques montre une déformation de la répartition pluviométrique, d'une façon générale, on observe une variabilité entre les valeurs de la pluviométrie et une diminution de la surface mouillée le long de la rampe.

Chapitre IV : Interprétation et Discussion des Résultats

Les deux courbes se présentent en dents de scie, selon ces deux courbes, ont détecté des anomalies au niveau des buses dénotant ainsi des variations de la pluviométrie selon la ligne et détecter une plus grande des anomalies au niveau des buses (travée 1, buse 1,3,5,7, travée 6, buse 91,92).,A priori il convient donc de dire à ce stade-là, que l'effet du vent à une influence directe et significative sur le déplacement du centre des cercles arrosés par les buses.

Après les tests d'uniformité réalisés sur la rampe frontale, on a enregistré un coefficient d'uniformité variant de 95% à 97%. Ce résultat en accord avec les normes des essais du Cemagref 85%, donc on peut dire que les buses en bonne état de fonctionnement, mais la machine n'est pas en bonne état de fonctionnement. En se référant au graphique des deux figures 4 et 5 et à partir de la comparaison entre les deux courbes de la répartition de débit et la pression avec de pluviométrie sur toute la longueur de la rampe.

IV.6. Conclusion

La distribution d'eau est affectée dans les systèmes d'irrigation par pulvérisation de plusieurs facteurs lors de l'irrigation, comme la pression et le débit du processus de l'eau, la diversité du climat et de la haute pulvérisation sur la surface du sol, la vitesse du dispositif de pulvérisation axiale et de la température, en plus de l'accumulation de sels et des contraintes oxydatives dans les tubes. Ces facteurs ont également un effet sur l'uniformité de distribution d'eau du système d'irrigation en étudiant les distances appropriées entre les buses le long de la pente axiale. En effet, l'augmentation de l'arroseur est associée à des rendements plus élevés : plus la hauteur de pulvérisation est élevée par rapport à la surface du sol, plus la perte d'eau due au vent et à la température est importante. Dans notre étude d'un système d'irrigation central sur le terrain, nous avons constaté que la taille de l'arroseur et le type de gicleurs sont les facteurs les plus influents sur la régularité du Cuh.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Le système d'irrigation par aspersion centrale est devenu largement utilisé dans la plupart des zones cultivées en Algérie, où le nombre de systèmes d'irrigation axiaux a atteint plus de 70 dans la région d'Hadjira. Par conséquent, le développement de la gestion de l'eau d'irrigation est devenu nécessaire pour augmenter l'efficacité de l'utilisation de l'eau d'irrigation et réduire les pertes d'eau de ces systèmes. Par conséquent, il est devenu nécessaire d'évaluer les besoins des systèmes d'irrigation utilisés en vue connaître l'efficacité et la performance de ces systèmes pendant le fonctionnement dans le domaine afin qu'ils puissent améliorer les performances et l'évolutivité en rapport avec les conditions sur le terrain dans des conditions locales, ainsi que la connaissance des problèmes et des obstacles les plus importants auxquels fait face la gestion agricole avec ce système. Dans ce travail, une étude de terrain a été réalisée pour évaluer les systèmes d'irrigation centraux dans certaines fermes Hadjira, en utilisant un questionnaire spécialement conçu pour étudier les problèmes liés au système d'irrigation axiale ainsi que l'exploitation et l'entretien dans les conditions locales. Les résultats ont montré que la plupart des systèmes d'irrigation de pivotement ont une faible uniformité de la distribution de l'eau d'irrigation sur la zone irriguée où, par exemple, les valeurs de Cu allant de 95% à 97%. Les résultats de l'étude ont également montré que toutes les exploitations d'Hadjira utilisent des systèmes d'irrigation centraux fabriqués par une compagnie d'ANABIB où le nombre de tours fait face à de nombreux problèmes. Parmi les plus importants de ces problèmes, on cite le problème de l'érosion des conduites des systèmes d'irrigation à pivot après environ deux ans d'installation. Nous avons conclu que ce manque d'entretien périodique le manque d'évaluation des appareils de terrain, ainsi que l'étude constituent quelques-unes des recommandations et des propositions pour les utilisateurs des systèmes d'irrigation à pivot.

Le travail entrepris au cours de cette étude a permis de mettre en évidence le fait déformant du vent et l'oxydation et la corrosion des tuyaux sur la distribution de l'eau en surface, et du comportement des différents paramètres observés. Le nombre des variables dont nous disposons et leurs fluctuations même à l'échelle d'une heure, fait qu'il demeure encore des points d'interrogation dans le sujet. Autrement dit, des chiffres, des figures, et des

Conclusion Générale

graphiques ont permis de visualiser les phénomènes auxquels on peut aboutir par exemple à l'utilisation d'appareils plus développés et qui peuvent donner de meilleurs résultats.

Le temps de travail physique (déplacement entre les appareils de mesure) nous a permis l'observation d'autres phénomènes qui, à notre niveau étaient incontrôlables et qui pourraient donner des informations non négligeables :

- Le débit d'eau donné par la pompe varie entre selon la période du temps.
- Le comportement du fonctionnement des buses, les quantités d'eau recueillies dans les pluviomètres sont en général différentes, que l'on soit dans des conditions de vitesses de vent faibles ou de vitesses de vent fortes. Il y a une tendance à favoriser en eau, le voisinage de l'aval de la direction du vent surtout par vent fort. Ce qui pourrait aboutir à une sur-irrigation au niveau de ces zones et une sous irrigation ailleurs.

Le travail nous a aussi permis de dégager une méthode d'interprétation d'essai de buses à poste fixe pour rendre ces essais comparables entre eux et directement transportables au cas de la rampe en mouvement. Quelques couples de buses seulement ont été testées de façon détaillée, la poursuite des essais semble nécessaire si l'on veut pousser plus loin l'analyse seulement ébauchée ici de la qualité.

Bibliographiques

Bibliographiques

- [01] Rieul, Léopold. *Guide pratique irrigation*. Editions Quae, 2003.
- [02] Saidi, Samir. "Analyse hydraulique du fonctionnement du système pivot d'irrigation par aspersion de type ANABIB." *Mémoires de Magister* (2014).
- [03] Allen, Richard G., Jack Keller, and Derrel Martin. *Center pivot system design*. Falls Church, VA: Irrigation Association, 2000.
- [04] Guerrah, Ayoub. *Contribution à l'adaptation et au Perfectionnement par optimisation géométrique d'un système de pivot d'irrigation*. Diss. Université Mohamed Khider-Biskra, 2012.
- [05] Mghezzi, Chaa Khaled. *Calcul et Optimisation D'un Mini Pivot D'irrigation*. Diss. Université Mohamed Khider Biskra, 2009.
- [06] Lakhdar ZELLA, l'irrigation par aspersion, Office des Publications Universitaires 4-2017.
- [07] Phocaidés, Andreas. *Manuel des techniques d'irrigation sous pression*. FAO, 2008.
- [08] Mathieu, Clément, Paul Audoye, and Jean-Claude Chossat. *Bases techniques de l'irrigation par aspersion*. Tec & Doc, 2007.

ملخص

تقنية الري بالمنحدر المحوري تقنية ميكانيكية عالية تسمح بتغطية مناطق كبيرة جدًا. يوفر كفاءة واقتصاد ممتازين في استخدام المياه. يتم إنتاج محاور الري في الجزائر من قبل شركة وطنية (ANABIB) هذا العمل ، كمقاربة لمشكلة الحد من كفاءة تطبيق الري بالمنحدر المحوري ANABIB ، تحت تأثير مختلف العوامل المختلفة ، هو وصف تصميم المحور ، واختيار العناصر التي تمثل كل عنصر ، بدءا من جميع الأجزاء المكونة لها حتى جمعها للحصول على الهيكل الكامل. وهذا يتطلب مواجهة العديد من الصعوبات المتعلقة بالتعقيد الهندسي للهيكل نفسه أو بسبب الظروف المناخية. اختيار شروط الحدود ونمذجة مختلف المطالب المفروضة على النظام في العملية. جعلت النتائج التي تم الحصول عليها من الممكن تقييم التشوهات والقيود الهيكلية. إنه بمثابة أساس لتطوير وتحسين المنتجات الجديدة ويجسد شراكة بين الجامعة والصناعة لصالح الاقتصاد الوطني. بعبارة أخرى، هذه الدراسة تستحق أن تستمر وتعمق مع الأخذ في الاعتبار المشاكل التي واجهتنا، وكذلك تلك التي تم إهمالها بسبب نقص المعدات التجريبية، وتوافر النظام المحوري وغيرها.

الكلمات المفتاحية: السقي المحوري، انظام توزيع ماء السقي، الخصائص الهيدروليكية.

RESUME :

La technique d'irrigation par rampe pivotant est une technique fortement mécanisée permettant la couverture de très grandes surfaces. Elle offre une excellente efficacité et une économie dans l'utilisation de l'eau. Les pivots d'irrigations sont produits en Algérie par une entreprise nationale (ANABIB). Ce travail, qu'une approche du problème de la réduction de l'efficacité d'application de l'irrigation par aspersion par système pivot de type ANABIB, sous l'influence de divers facteurs. C'est une description de la conception du pivot, le choix d'éléments représentant chaque constituant, en partant de tous ses pièces constitutives jusqu'à leurs assemblages pour obtenir la structure complète. Ceci nécessite la confrontation de nombreuses difficultés liées à la complexité géométrique de la structure elle-même ou dues à des conditions climatiques, le choix des conditions aux limites et la modélisation des différentes sollicitations imposées au système en fonctionnement. Les résultats obtenus ont permis d'évaluer les déformations et les contraintes de la structure en sollicitation. Ce travail sert de base pour le développement et l'amélioration de nouveaux produits et concrétise un partenariat entre l'université et l'industrie pour l'intérêt de l'économie nationale.

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

Mots-clés : pivot d'irrigation, uniformité de distribution d'eau d'irrigation, paramètres hydrauliques.