



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



جامعة غرداية

Université de Ghardaïa

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

قسم الري والهندسة المدنية

Département d'hydraulique et de Génie Civil

Mémoire de fin d'étude, en vue de l'obtention du diplôme master

Domaine : Sciences et Technologie

Filière : hydraulique

Spécialité : hydraulique urbain

Thème

**DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE DU SYSTEME DE
PIVOT D'IRRIGATION**

« PERIMETRE OUED TGHIR HASSI F'HEL »

Présenté par :

BOUKHARI Abdelmalek

BOUMEHRAS Ali

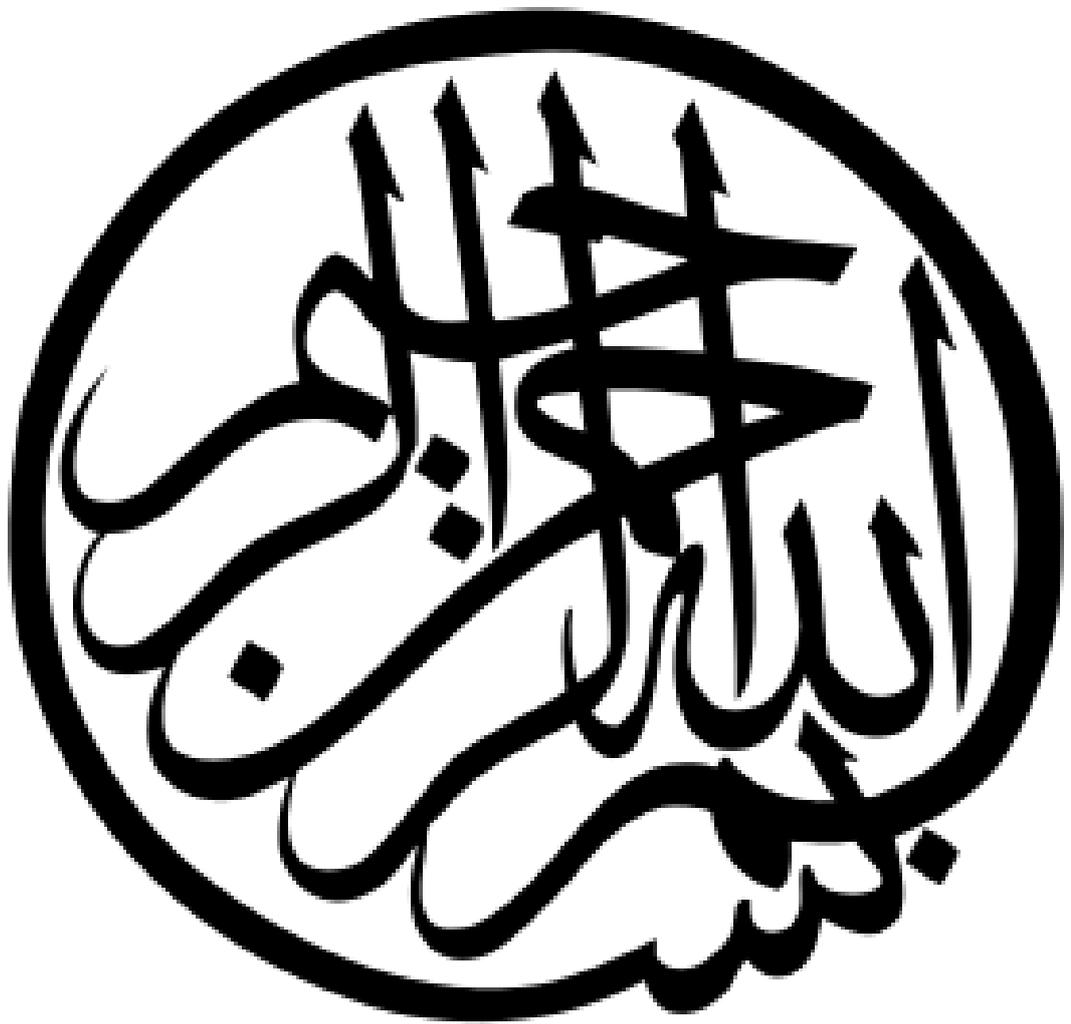
**MECHRI Bachir
OULEDBELKHIR Chikh
CHEBIHI Lakhdar**

**MAA
MAA
MCB**

Univ. Ghardaïa
Univ. Ghardaïa
Univ. Ghardaïa

**President
Examineur
Encadrant**

2022\2023





Dédicace

*A ma chère mère **LUIZA** et mon père **ELHADJ** pour
l'éducation et le grand amour dont ils m'ont entouré depuis ma
naissance. Et pour
leurs patiences et leurs sacrifices.*

*A mes petites princesses **AMNA**, **TASSNIM** et ma femme, mes
frères et mes sœurs que dieu
leurs garde*

A mes Chère amis et A mes chers collègues de ma section

*A tous ceux q j'aime
Je dédie ce travail*

Malek





Dédicace

*A ma chère mère **MERJEM** et mon père **ABDELKADER** pour
l'éducation et le grand amour dont ils m'ont entouré depuis ma
naissance. Et pour
leurs patiences et leurs sacrifices.*

*A mon petit prince **IYAD**, Et ma femme, mes frères et mes sœurs
que dieu leurs garde*

A mes Chère amis et A mes chers collègues de ma section

A tous ceux q j'aime

Je dédie ce travail

ALI





Remerciements

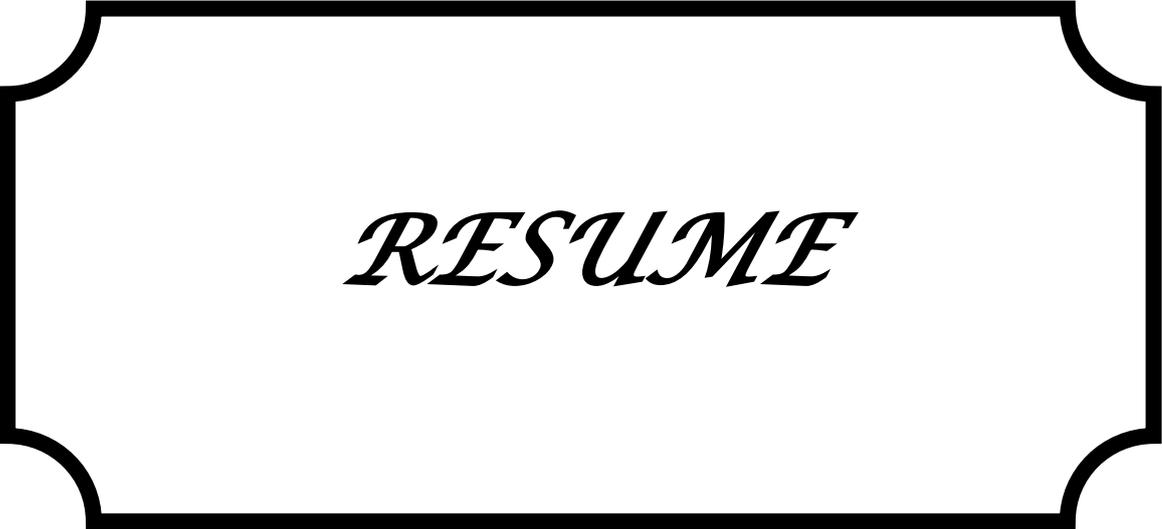
Je remercie ALLAH de m'avoir prêté vie et volonté pour achever ce travail.

Je tiens tout d'abord à exprimer mes remerciements les plus sincères à Monsieur

CHEBIHI Lakhder, qui a encadré ce mémoire de fin d'étude, pour ses efforts fournis afin de mener à bien ce projet.

Mes plus sincères remerciements vont également à nos professeurs, pour leurs encouragements, et conseils.

Je ne saurais oublier tous qui ont su m'encourager et me soutenir.



RESUME

Résumé

La technologie d'irrigation avec des rampes pivotantes est une technologie hautement mécanisée qui peut couvrir de très grandes surfaces. Il atteint une excellente efficacité et économie de l'eau. Les robinets d'irrigation sont fabriqués par l'Entreprise d'Etat Algérienne (ANABIB). Cette étude aborde le problème de l'efficacité réduite de l'application de l'irrigation par arrosage via un système de pivot de type ANABIB sous l'influence de divers facteurs. Il s'agit d'une discussion sur la conception du point d'appui, le choix des éléments qui représentent chaque composant, en commençant par tous les composants et en terminant par l'assemblage pour obtenir la structure complète. Cela nécessite de surmonter de nombreuses difficultés liées à la complexité géométrique de la structure elle-même, ou liées aux conditions climatiques, au choix des conditions aux limites et à la modélisation des différentes contraintes auxquelles le système est soumis lors de son utilisation. Les résultats obtenus nous ont permis d'évaluer la déformation et les contraintes de la structure sous charge. Cette recherche sert de base au développement et à l'amélioration de nouveaux produits et incarne un partenariat entre les universités et l'industrie au profit de l'économie nationale. En d'autres termes, compte tenu non seulement des problèmes auxquels nous avons été confrontés, mais aussi de ceux négligés du fait du manque de matériel expérimental, de la disponibilité des systèmes de pivot, et d'autres problèmes, cette recherche mérite d'être poursuivie et approfondie à son sujet

Abstract

Irrigation technology with pivoting ramps is a highly mechanized technology that can cover very large areas. It achieves excellent efficiency and water saving. The irrigation taps are manufactured by the Algerian State Enterprise (ANABIB). This study addresses the problem of the reduced efficiency of the application of irrigation by watering via an ANABIB type pivot system under the influence of various factors. This is a discussion about the design of the support point, choosing the elements that represent each component, starting with all the components and ending with the assembly to get the complete structure. This requires overcoming numerous difficulties linked to the geometrical complexity of the structure itself, or linked to climatic conditions, to the choice of boundary conditions and to the modeling of the various constraints to which the system is subjected during its use. The results obtained allowed us to evaluate the deformation and stresses of the structure under load. This research serves as a basis for the development and improvement of new products and embodies a partnership between

academia and industry for the benefit of the national economy. In other words, considering not only the problems we have faced, but also those that have been neglected because of the lack of experimental equipment, the availability of the pivot systems, and other problems, this research deserves to be continued and further investigated.

ملخص

تقنية الري مع أذرع التمحور هي تقنية آلية للغاية يمكنها تغطية مساحات كبيرة جدًا. يحقق كفاءة ممتازة وتوفير المياه. حنفيات الري من صنع الشركة الجزائرية العامة (أنابيب). تتناول هذه الدراسة مشكلة انخفاض كفاءة تطبيق الري بالرش من خلال نظام الري المحوري من نوع ANABIB تحت تأثير العوامل المختلفة. هذه مناقشة لتصميم نقطة الارتكاز، واختيار العناصر التي تمثل كل مكون، بدءًا من جميع المكونات وانتهاءً بالتجميع للحصول على الهيكل الكامل. وهذا يتطلب التغلب على العديد من الصعوبات المتعلقة بالتعقيد الهندسي للهيكل نفسه، أو المتعلقة بالظروف المناخية، واختيار الظروف الحدودية ونمذجة القيود المختلفة التي يتعرض لها النظام أثناء استخدامه. سمحت لنا النتائج التي تم الحصول عليها بتقييم تشوه وضغوط الهيكل تحت الحمل. يخدم هذا البحث كأساس لتطوير وتحسين المنتجات الجديدة ويجسد شراكة بين الجامعات والصناعة لصالح الاقتصاد الوطني. بعبارة أخرى، لا يقتصر الأمر على المشكلات التي وجهناها فحسب، بل أيضًا تلك التي تم التغاضي عنها بسبب نقص المواد التجريبية، وتوافر الأنظمة المحورية، وغيرها من المشكلات، فإن هذا البحث يستحق الدراسة.

SOMMAIRE :

INTRODUCTION:.....	1
1. La Rampe.....	4
1-1 Les types des rampes.....	5
Rampe pivotante.....	5
Rampe latérale.....	6
1.2. La géométrie de la rampe (type anabib).....	6
La base centrale.....	6
La travée :.....	8
La tour mobile.....	9
Le Porte-à-faux.....	10
1.3. Le raccordement et fonctionnement :.....	11
Le raccordement entre deux travées.....	11
L'armoire de commande.....	12
Principe de fonctionnement :.....	12
Les organes d'arrosage :.....	14
2 Station de pompage.....	15
2.1 Définition de la pompe.....	15
2.2 Motopompe horizontale :.....	15
2.3 Pompe immergée :.....	16
2.3.1 Définition :.....	16
2.3.2 Généralités de la pompe en irrigation Pivotal :.....	17
3 Présentation de système :.....	20
3.1. Introduction :.....	20
3.2. Présentation de la zone :.....	20
Le site :.....	20
Météorologie:.....	21
La pluie:.....	21
Le vent:.....	21
3.3. Le système.....	21
La pompe:.....	21
La conduite :.....	22
Le pivot.....	23
3.4. Le périmètre :.....	25
La topographie périmètre :.....	25

La couverture végétale :.....	25
La configuration des asperseur :.....	26
Matériel de mesure :.....	30
Méthodologie :.....	32
4. Dispositif expérimental :.....	32
4.1. Discussion des résultats:.....	37
4.2. Relation (pluviométrie, distance) :.....	37
4.3. Relation (débit, distance) :.....	38
Conclusion générale.....	42

Liste des figures

Figure 1 : la rompe (pivot central) [2].....	5
Figure 2 : La rompe central.....	5
Figure 3 : la rompe latéral [11]	6
Figure 4 : les compositions de la rompe.....	6
Figure 5 : L'unité central	7
Figure 6 : la travée	8
Figure 7 : Plan de la travée.....	9
Figure 8 : le tour mobile.....	10
Figure 9 : Plan de tour mobile.....	10
Figure 10 : Le porte-à-faux	11
Figure 11 : raccordement entre deux travées.	11
Figure 12 : Fonctionnement de l'ensemble.....	13
Figure 13 : vue en plan du fonctionnement.....	13
Figure 14 : Les asperseurs de la marque nelson.....	14
Figure 15 : La pompe [08]	15
Figure 16 : Pompe horizontal électrique. [12].....	16
Figure 17 : Pompe avec moteur diesel. [13]	16
Figure 18 : Pompe immergée en fonte et en inox.	18
Figure 19 : Carte géographiue Hassi f'hel.[14]	20
Figure 20 : tableau caractéristique de la pompe selon la puissance.	21
Figure 21 : Fiche technique de la pompe installée	22
Figure 22 : Raccordement entre la conduite et le forage.....	22
Figure 23 : Fuites dans la conduite.	23
Figure 24 : la pente entre le fourrage et l'unité centrale.	23
Figure 25 : présentation de rayon principaux.	24
Figure 26 : le système de périmètre	25
Figure 27 : La différence de la couverture végétale.....	25
Figure 28 : débit mètre	30
Figure 29 : Manomètre.....	30
Figure 30 : Pluviomètre.....	31
Figure 31 : Décamètre.....	31
Figure 32 : Courbe la pluviométrie, distance (contre la pente).....	37
Figure 33 : Courbe la pluviométrie, distance (Avec la pente)	38
Figure 34 : Courbe le débit, distance (contre la pente).	38
Figure 35 : Courbe la pluviométrie, distance (Avec la pente)	39

Liste des tableaux

Tableau 1 : exprimer des surfaces.....	24
Tableau 2 : La configuration des asperseurs.	26
Tableau 3 : Résultat débit, distance (contre la pente).	33
Tableau 4 : Résultat débit, distance (avec la pente).	34
Tableau 5 : Résultat distance, pluviométrie (contre la pente)	35
Tableau 6 : Résultat distance, pluviométrie (Avec la pente)	36
Tableau 7 : explication des résultats.	39



**INTRODUCTION
GENERALE**

INTRODUCTION:

INTRODUCTION:

La durabilité de l'existence de l'être humain basé sur plusieurs activités pour assurer la sécurité de tous les côtés, permis les c'est la nourriture qui laie par l'agriculture.

Les besoins de la nourriture augmentent avec le développement démographique, ce que crée un problème de insuffisance, et ce que pousse l'homme pour trouver des solution d'élargissement des surfaces irrigué et élever la production, l'être humaine à l'aide des animaux a pu faire une déférence, mais toujours n'est pas suffisant, et reste un obstacle le exhorte pour chercher et développer de mécanisme plus efficace

La révolution scientifique a donné un saut quantique dans tous les domaines mécanique, électrique, permet de fabrique les moteurs électriques, et la transmission mécanique et les intégrer entre eux pour, fabriquer des machines, et pannes ces appareil la rampe.

Actuellement les pays s'évaluer par ses forces économique, l'agriculteur est un facteur important aide à le vérifier, la sécurité alimentaire, la stabilisation sociale, l'indépendance politique et économique.

Dans ce contexte, pour vérifier l'autosuffisance alimentaire doit certifier des méthodologies efficaces pour éviter la ramification l'insuffisance alimentaire, et évaluer la performace de ce système.

Ce sujet est d'autant plus intéressant qu'il s'agit de la première étude technique sur l'irrigation par pivot dans la zone de Meniaa (Commune de Hassi Fhel) et servira de référence pour les études futures une fois l'étude technique terminée et ce projet terminé. Certaines questions peuvent se poser concernant l'utilisation de ces machines dans la région de Meniaa et peuvent faire l'objet d'une enquête.

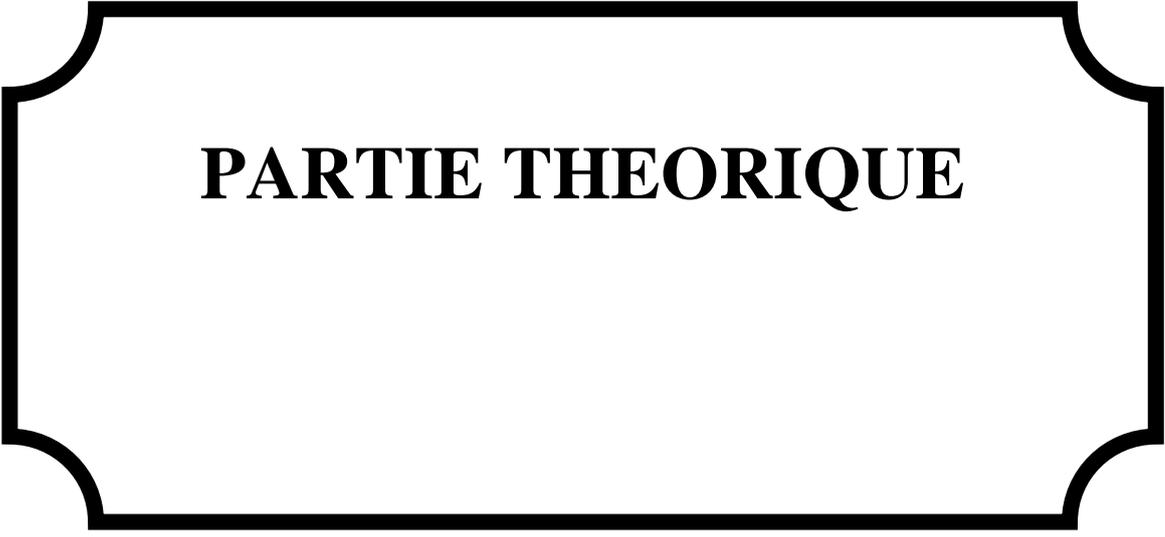
Cependant, ces sorts d'appareils ont connu certains problèmes, qu'il serait nécessaire de solutionner au mieux de leur utilisation, tels que, l. a. mauvaise utilisation de ces machines, le manque de potentialités hydrauliques exigées par le constructeur, l. a. mauvaise model dans certaines régions connues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

INTRODUCTION:

Ce travail divisé a :

Partie théorique sur la description des machines en présent la rompe et les techniques, les type, avantage et in convient, après on défèrent les pompes, les types des pompes les avantages et les inconvénients.

Partie pratique se commence par la définition de la région, géologique, météorologique, faire des expériences, les résultats et interprétation et recommandation, A la fin on conclue de notre travail in conclusion général.



PARTIE THEORIQUE

1. La Rampe

La rampe d'irrigation ou pivot d'irrigation un appareil qu'a été réalisé par l'intégration des trois technique, hydraulique, mécanique et électrique. Cet appareil est une moyenne d'irrigation. La rampe est la solution la plus moderne dans le cadre d'une installation d'irrigation. C'est le système que l'on doit examiner en priorité lors d'un projet d'irrigation pour des raisons économiques et de simplicité technique. Cet appareil est inventé en USA en 1949. Depuis cette période, les rampes ont fait l'objet d'améliorations constantes. L'une des plus importantes est l'utilisation de la force électrique pour leur fonctionnement.

Ce matériel couvre à l'heure actuelle plusieurs millions d'hectares dans le monde. La progression de l'irrigation mécanisée dans le monde se fera principalement avec ce type de matériel en raison de son adaptation à l'irrigation des grandes surfaces, de son faible coût et du très bas niveau de main-d'œuvre nécessaire à son fonctionnement [1]. Ce type de matériel présente pour l'agriculteur avec la simplicité d'emploi, une bonne homogénéité d'arrosage et l'intérêt d'un fonctionnement complètement automatique ne requérant qu'un contrôle léger.

Grace à plusieurs atouts, ces appareils se sont depuis imposés comme une bonne alternative à d'autres techniques d'irrigation telles que les asperseurs. Parmi leurs avantages, on peut citer :

- Le système d'irrigation est totalement automatique lorsqu'il est fixe et semi-automatique s'il est déplaçable ;
- sa rotation rapide permet une fréquence d'arrosage élevée ce qui le rend particulièrement intéressant pour les sols peu épais à faible réserve en eau ;
- la répartition de l'arrosage est très bonne ;
- Efficience d'application élevée de 75–85 pour cent permettant des économies d'eau, avec contrôle absolu de l'eau d'irrigation depuis la source jusqu'à la plante [3] ;
- les rampes pivotantes électriques peuvent fonctionner dans toutes sortes de situation en arrosant, sans arroser, en avant, en arrière, à des vitesses qui peuvent être facilement réglée pour un apport de doses précises d'irrigation.

En revanche, le principal inconvénient est le fait d'irriguer en cercle, sachant que dans les pays où le parcellaire est ancien, la forme des parcelles est rectangulaire et de taille plutôt faible. Cet inconvénient est en train de s'estomper progressivement, car la taille des parcelles augmente avec les remembrements ainsi qu'avec la diminution du nombre d'agriculteurs.

Nous allons maintenant essayer de synthétiser les différentes informations nécessaires pour l'étude du comportement mécanique de ces appareils. Dans un premier temps, nous

détaillons les divers éléments matériels constituant la rampe pivotante étudiée, les différentes caractéristiques mécaniques de l'appareil sont alors données et les deux grandes composantes du fonctionnement : arrosage et déplacement, sont finalement présentées.



Figure 1 : la rompe (pivot central) [2]

1-1 Les types des rampes

Il existe deux types de rampe choisis selon la caractéristique géométrique de terrain

Rampe pivotante

Le mouvement d'une rampe pivotante est circulaire ou angulaire

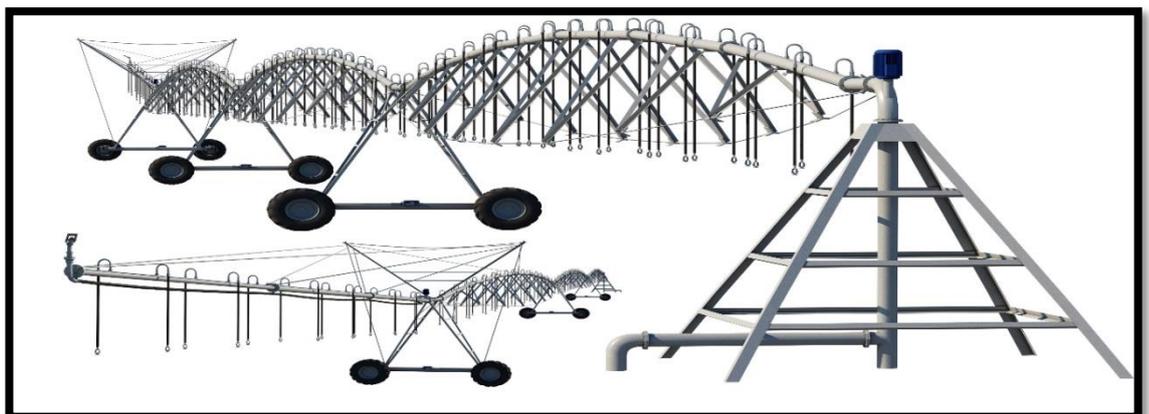


Figure 2 : La rompe central

Rampe latérale

Le déplacement de ce type est latéral permet de couvrir une superficie rectangulaire



Figure 3 : la rampe latéral [11]

1.2. La géométrie de la rampe (type anabib)

Il existe différents modèles de rampes pivotantes. On distingue dans chacun d'eux ;

Dans notre travail le type de pivot étudié de la marque ANABIB ,c'est une société algérienne fabrique les pivots centrales

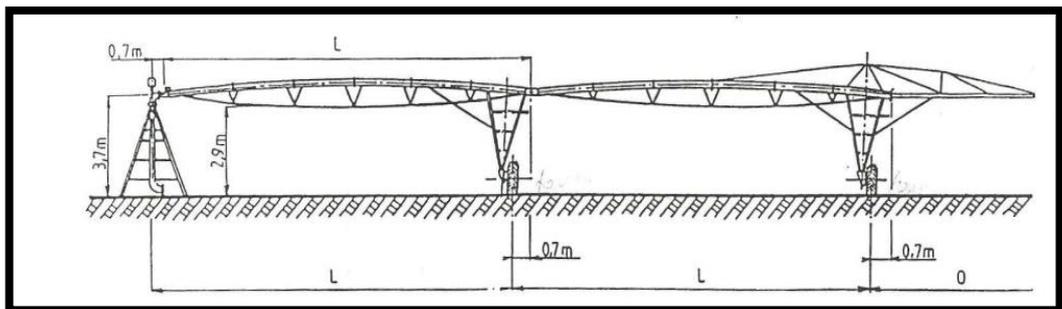


Figure 4 : les compositions de la rampe

La base centrale

C'est la seule partie fixe de la rampe, 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 (éléments à section en L), qui forme une pyramide à base carrée d'environ 3 mètres de hauteur et 3 mètres de coté.

L'ensemble est fixé sur une dalle en béton dont le poids est calculé pour s'opposer au couple de renversement créé par la rampe.

Le tour central est soumis à d'importants efforts lorsque la rampe tourne en refoulant l'eau pompée. Il doit être placé sur un massif que l'on réalise généralement en béton armé. La surface de la plateforme est de l'ordre de $3.00 * 3.00$ m et le volume de massif de 1 m^3 . En générale, 4 anneaux d'ancrage du pivot sont disposés à fleur du socle lorsque le béton est coulé. Si la rampe pivotante s'applique en un point de la partie supérieure du pivot.

La tête de la tour est constituée par un coude et une jonction étanche, permettant la rotation de la rampe et reliant le tube horizontal à l'élément du tuyau vertical. Il ne doit pas y avoir de fuites d'eau ; nécessairement, les lignes électriques d'alimentation, de commande et celles garantissant la sécurité transitent par les anneaux d'un collecteur à balais qui, dans certain modèle de rampes pivotants, encerclent la partie inférieure du coude, au-dessus du joint.

D'une façon générale, le raccorde et le collecteur se présentent comme il est indiqué sur les Figures dessus, soit de haut en bas par : le capot supérieur du collecteur, le joint supérieur du capot du collecteur à balais, le capot inférieur du collecteur et le joint inférieur du capot du collecteur.



Figure 5 : L'unité central

La travée :

Comme on a vu précédemment, les rampes sont découpées par les tours en une succession de travées. On trouve différents modèles de travées. 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 plat 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. il existe différentes travées, caractérisées par leurs longueurs (de 35 à 62 mètres) et par le diamètre extérieur de leur canalisation (de 127 à 250 millimètres). le vocabulaire associé aux différents éléments de ces appareils (Figure au-dessous). Nous avons déjà décrits plus haut la canalisation et les tirants. On désigne sous le nom de cornières obliques toutes les cornières qui, assurent le lien entre une des deux lignes de tirants et la canalisation. Les cornières reliant les deux lignes de tirants sont-elles appelées cornières transversales. Le terme de jeu de cornières est associé à l'ensemble des quatre cornières obliques et de la cornière transversale qui assure la liaison entre deux tirants d'une même ligne.



Figure 6 : la travée

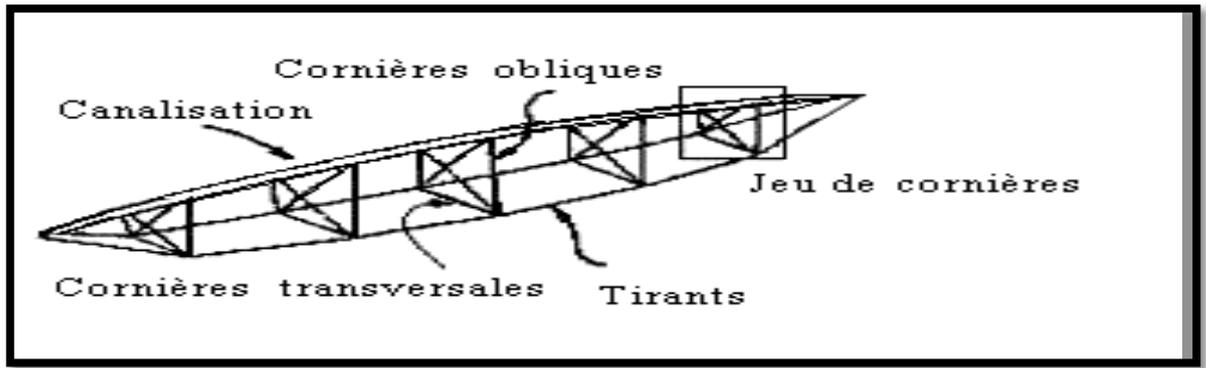


Figure 7 : Plan de la travée

La tour mobile

Le tour possède deux fonctions. La première est de supporter la travée associée à une hauteur au-dessus du sol qui corresponde à la taille maximale des cultures (en général 4 mètres). La deuxième fonction consiste à assurer la mobilité de la rampe grâce à deux roues commandées par un moteur électrique (le déplacement des rampes est décrit plus en détail par la suite).

De façon générale, ces structures sont constituées de deux montants reliés entre eux par un essieu long d'environ quatre mètres où sont fixés le moteur et les deux roues. On associe par la suite à chaque tour deux tubes dits de compression, qui servent de lien entre la tour proprement dite et la canalisation.

Dans la suite de l'étude, on considère une tour dite bipoutre, pour laquelle chaque extrémité de l'essieu est reliée au tube par deux montants. Ces montants sont eux-mêmes reliés entre eux par des marches parallèles. L'ensemble des montants et des marches est constitué de cornières. L'essieu et les tubes de compression sont eux des éléments à section tubulaire. L'assemblage des différents éléments de la tour se fait par boulonnage.

L'une des actions les plus importantes s'exerçant sur les travées est celle qu'exerce le sol sur les roues, engendrée par le déplacement de la rampe. Afin de la minimiser, chaque roue est inclinée, à la fois par rapport à un plan vertical orthogonal à l'axe du tube et par rapport à l'essieu, d'un angle semblable égal à 5 degrés.



Figure 8 : le tour mobile

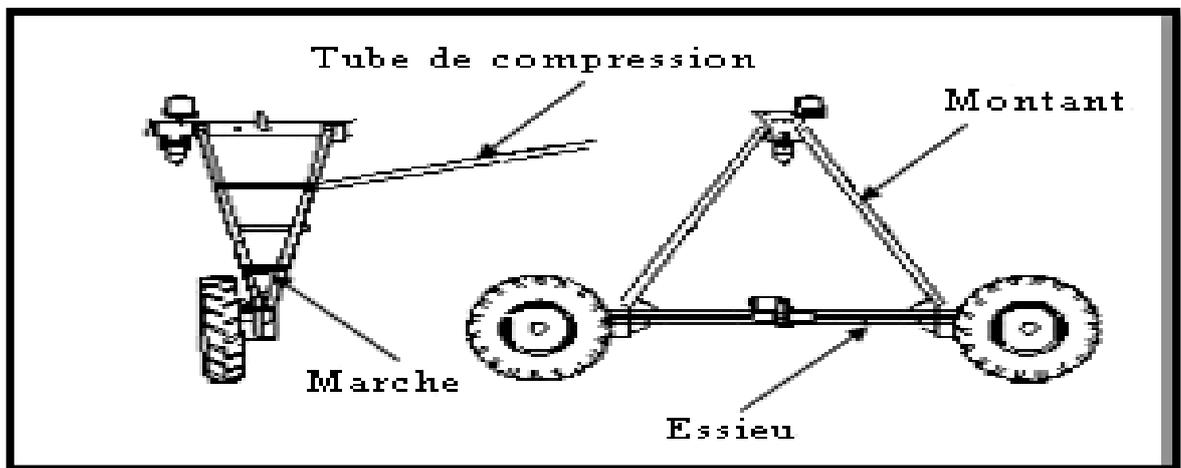


Figure 9 : Plan de tour mobile

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.



Figure 10 : Le porte-à-faux

1.3. Le raccordement et fonctionnement :

Le raccordement entre deux travées

La liaison mécanique entre les différentes travées peut être assurée de différentes façons. Nous considérons dans la suite une liaison d'amortisseur, Il absorbe les chocs, et transmet le mouvement d'une travée à l'autre de façon flexible.

Il existe deux principaux types d'assemblages possibles :

- par cardon extérieur et manchon à rotule ; les pièces du cardon sont portées par un collier serré sur les deux têtes du tuyau joue sur un raccord à rotules métalliques, étanche quand l'eau est sous pression.
- par cardon extérieur et manchon en matière synthétiques souple [4]

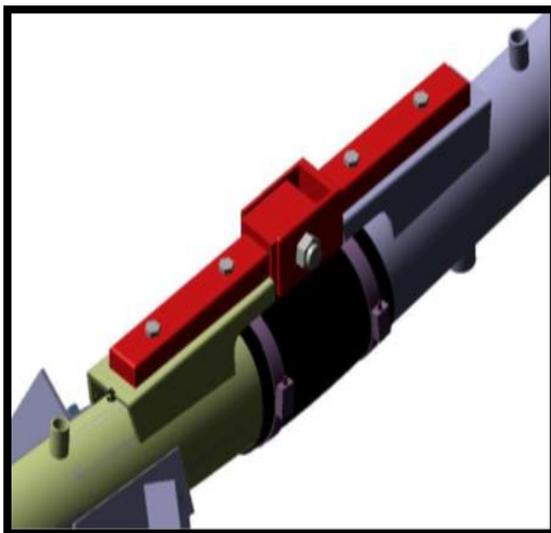


Figure 11 : raccordement entre deux travées.

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.[05]

Principe de fonctionnement :

Chacune des tours est équipée de deux roues entraînées par un moteur électrique fixé au milieu de l'essieu. Exception faite de la travée la plus éloignée de l'unité centrale, toutes les tours disposent également d'un boîtier renfermant un dispositif mécanique de contrôle angulaire vis-à-vis de la travée voisine. L'ensemble du pivot avance de manière automatique, sous le commandement de la travée la plus éloignée de l'unité centrale, suivant un mouvement basé sur des corrections angulaires successives dont nous allons maintenant détailler le principe. Dans un premier temps (phase 1), le boîtier de commande de la rampe pilote le démarrage de la tour T_n (Figure au-dessous). Quand l'angle entre la travée n et la travée $n-1$ voisine atteint l'angle α_d de déclenchement, la tour T_{n-1} démarre à son tour (phase 2). La vitesse d'avancement de la tour T_{n-1} est la même que celle de la tour T_n , et son rayon de giration est plus faible. Il arrive donc un moment où l'angle α_n redescend à une valeur α_a dite d'arrêt, car sa détection par le boîtier de la tour T_{n-1} déclenche l'arrêt de la travée correspondante (phase 3). Lors de la phase 4, on retrouve la phase 2 pour la travée $n-2$: L'angle entre les travées $n-1$ et $n-2$ atteint à son tour α_d , déclenchant l'avancement de la tour .[06]

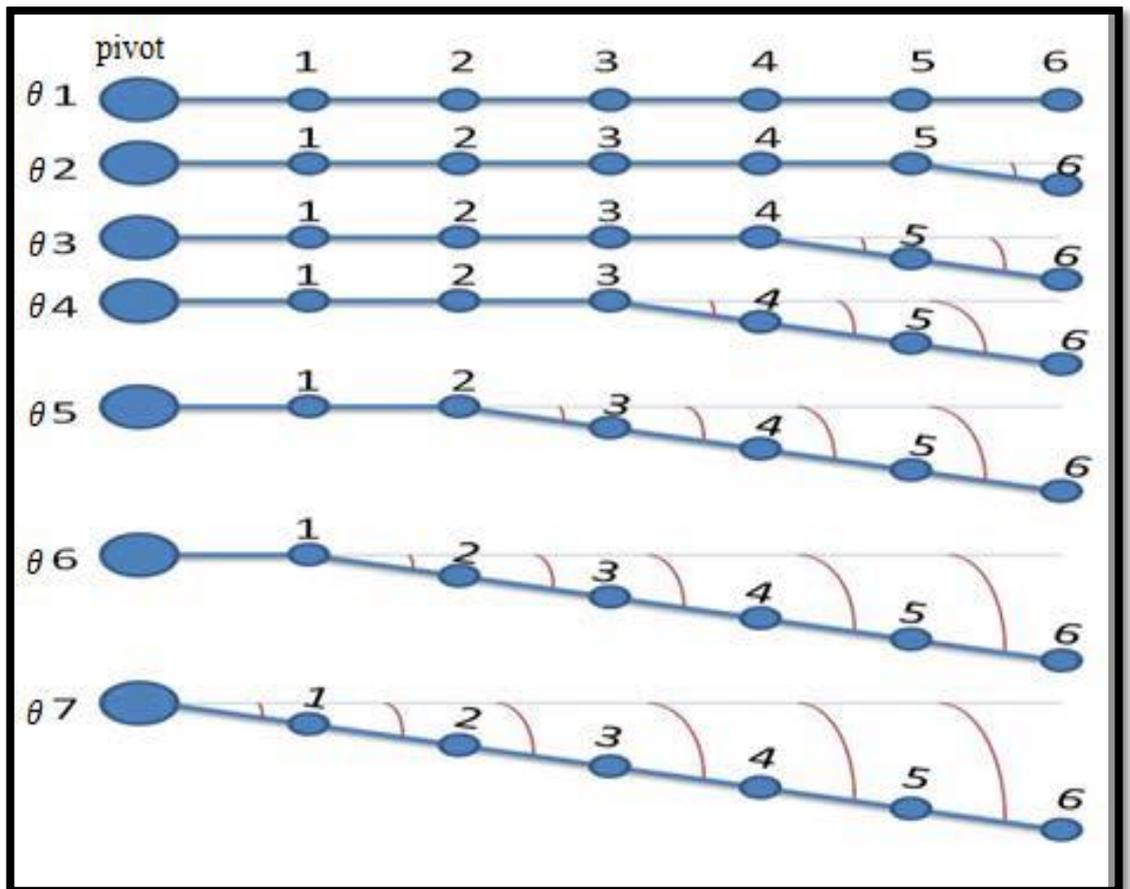


Figure 12 : Fonctionnement de l'ensemble.

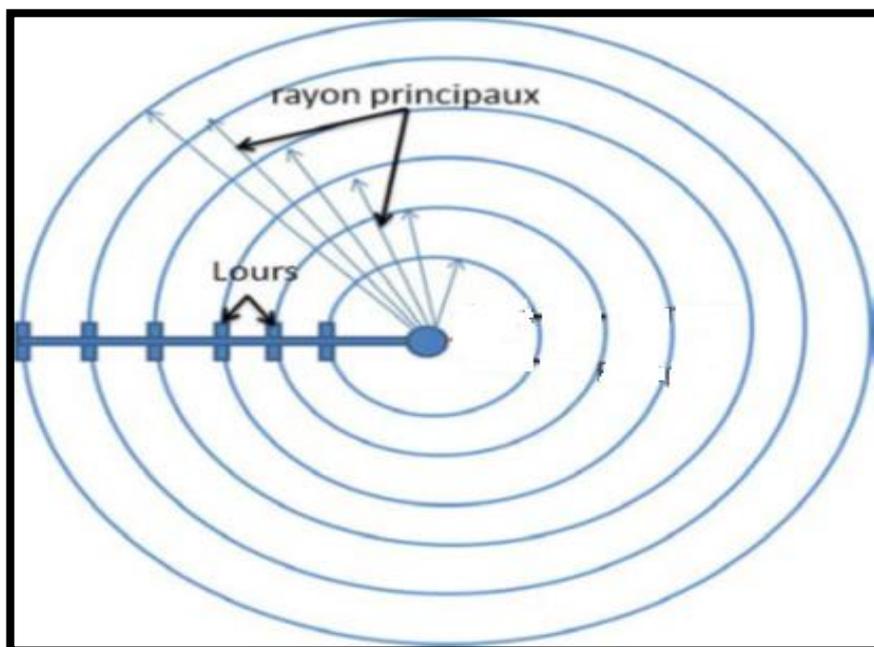


Figure 13 : vue en plan du fonctionnement.

Les organes d'arrosage :

Les organes d'arrosage ne sont autres que des buses atomiseurs basse pression (type NELSON), constituées de deux parties des figures dessus.

- 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 des figures dessus.

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. [05]

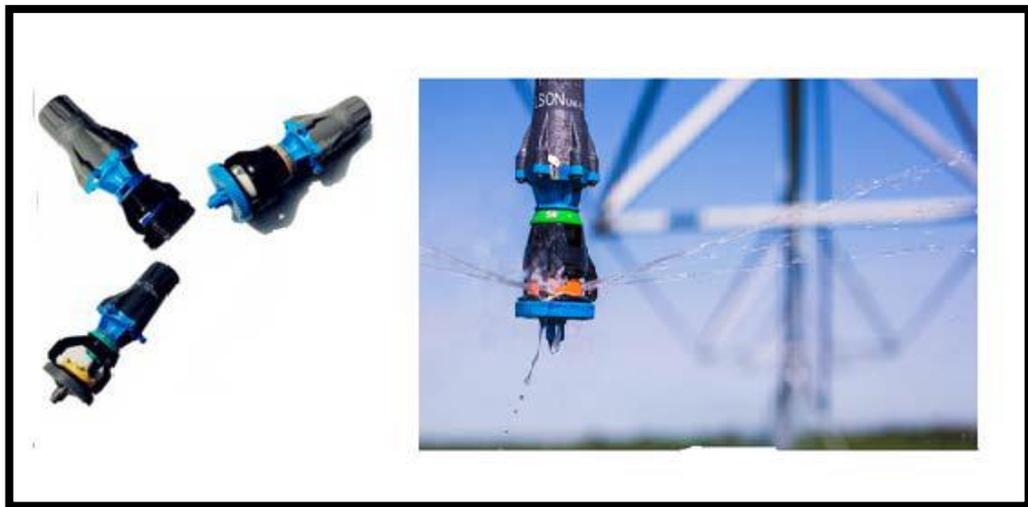


Figure 14 : Les asperseurs de la marque nelson.

Dans ce chapitre, différentes composés de pivot d'irrigation ont été envisagées pour mieux comprendre la structure et le fonctionnement qu'ils posent. Nous sommes dans des régions arides, nous allons donc nous concentrer sur l'irrigation de ces zones.

2 Station de pompage

2.1 Définition de la pompe

La roue est une pièce circulaire avec des volets perpendiculaire sur elle tournante a l'intérieure d'un corps avec des pièces mécaniques (roulements, axes, joint), tous forment que s'appelle la pompe centrifuge .L'ensemble se tourne par un moteur pour créer un refoulement que s'appelle motopompe, il existe deux principaux types de motopompe, pompe horizontale et pompe immergée.

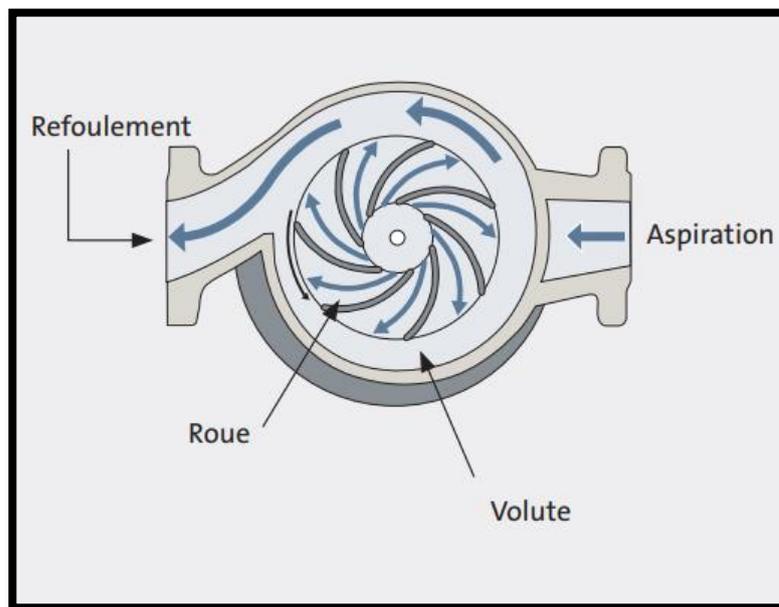


Figure 15 : La pompe [08]

2.2 Motopompe horizontale :

Ce type des pompes fabriquée pour le refoulement d'eau et aspiration courte maximale 6 mètres, généralement placé à côté des lacs ou à l'orifice d'un bassin de stockage. Il existe deux types de moteur qui tourne la pompe ; moteur électrique ou moteur carburant (gasoil essence gaz naturel ou GPL)



Figure 16 : Pompe horizontal électrique. [12]



Figure 17 : Pompe avec moteur diesel. [13]

2.3 Pompe immergée :

2.3.1 Définition :

Une pompe immergée est une unité de pompage compacte composée d'une partie hydraulique et d'un moteur électrique, destinée à être immergée dans le liquide même qu'elle doit pomper.

Avantages : Les pompes centrifuges sont les plus utilisées et elles couvrent environ 80% des pompes utilisées et présentent les avantages suivants :

- Machine de construction simple et nécessite peu d'entretien
- Prix d'achat modéré, cout de maintenance faible

- Bon rendement (jusqu'à à 80%)
- Vitesse de rotation allant de 750 à 3000trs/min, facilement entraîné par un moteur électrique.
- Les pompes centrifuges admettent les suspensions chargées de solides.

Inconvénients : Elles présentent aussi certains inconvénients :

- Impossible de pomper les liquides trop visqueux (les roues tournent sans entraîner le liquide)
- Ne supportant pas la très forte agitation dans la pompe pour les liquides « susceptibles » (liquides alimentaires tels que le vin, le lait et la bière).
- utilisation comme pompe doseuse : la nécessité de réaliser des dosages précis instantanés risque d'entraîner la pompe en dehors de ses caractéristiques optimales.
- Production d'une pression différentielle faible (0,5 à 10bars)
- La pompe ne s'amorce pas d'elle-même. [09]

2.3.2 Généralités de la pompe en irrigation Pivotal :

Environ la moitié des systèmes de pompage pour l'irrigation à pivot central 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 Environ 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.[07]

En Algérie l'alimentation de pivot se fait par la pompe électrique immergée.



Figure 18 : Pompe immergée en fonte et en inox.

Dans ce chapitre, nous avons expliqué les principes de fonctionnement, les avantages et les inconvénients des pompes et des moteurs, ainsi que leurs types respectifs. Nous concluons que tous les types de pompes, les pompes hydrauliques, remplissent essentiellement la même fonction d'aspiration de liquide et de refoulement.



PARTIE PRATIQUE

3 Présentation de système :

3.1. Introduction :

La performance de system pivot centrale base sur des paramètre hydraulique (débit, pression, calcule) et le rondement désiré (ciblé). La méthodologie scientifique dépend sur l'observation, phénomène, hypothèse, expériences et résultat, d'après ça la visite de ce périmètre et consultation global, renseignement les observations commence du puits vers le réseau, les nouds, les fuites jusqu'à l'axe de pivot en traversant les surfaces irriguées par ce system.

3.2. Présentation de la zone :

Le site :

Le périmètre étudié est une propriété privé située à OUED TEGHIR on sud de la comme HASSI FHEL environ 12 km à la côte de la route national n°01 wilaya de Meniaa, de superficie 6715 km², entre les cordonnées : '31' 36'19 '' nord 3'40'27'' est. [10]



Figure 19 : Carte géographiue Hassi f'hel.[14]

Météorologie:

La région de HASSI FHEL est une zone saharienne, de climat sec : température, la désert est connue par la température élevés, dépassé 45° à l’été et moyen automne et le printemps et basse degré à l’hiver, ce que la fait une zone agricole pour des différents cultures.

La pluie:

Comme tous les zone saharienne, la région souffrit de la sécheresse spécialement les années actuel, mais l’historique de HASSI FHEL d’après des vieux témoins montre que la pluie était saisonnière (hiver).

Le vent:

La grande partes de Sahara algérien a presque la météo, surtout le vent et que s’appel (AAMMI) mais d’après les habitant dont heureux de (GHARBI) car il aide a la pollinisation, le vent (CHARGUI) est indésirable pour eux car il cause des dommages au niveau de ses périmètre, et il y’a un le vent (HSSOME) 07 nuits et 07jour comme cité au (QURAN KARIM Les observations après la visite et la consultation on obtenir les données suivant.

3.3. Le système :

L’étude de ce système commence de la source vers la terre en traversant la pompe ,la conjonction, la conduite , le pivot et les asperseur

La pompe:

Que alimente le system de marque ATX fournit par l’entreprise BAYAT, de puissance 50 cheveux, épaisseur 8 pouce, cette pompe est immergée, leur caractéristique en tableau dessous :

PUMP + MOTOR		STAGES	CAPACITY												POWER		RATED CURRENT (A)	Max. Height (mm)	Max. Weight (kg)
			Gpm	0	132	220	308	396	440	484	572	660	704	HP	kW				
S-CISD-140S01 + ET130	1		31	29	27	26	24	23	22	19	15	12	17.5	13.0	34	1507	156		
S-CISD-140S02 + ET260	2		62	57	54	51	48	46	44	38	30	23	35.0	26.0	66	1822	206		
S-CISD-140S03 + ET375	3		93	86	81	77	72	69	66	57	45	35	50.0	37.0	80	2112	251		
S-CISD-140S01 + ET112	1	HEAD IN METERS	29	27	25	24	22	21	20	17	12	9	15.0	11.0	29	1482	151		
S-CISD-140S02 + ET220	2		58	53	49	47	44	42	39	33	24	17	30.0	22.0	57	1772	196		
S-CISD-140S03 + ET375	3		87	80	74	71	66	63	59	50	36	26	50.0	37.0	80	2112	251		
S-CISD-140S04 + ET450	4		116	106	98	94	88	84	78	66	48	34	70.0	50.0	90	2322	280		
S-CISD-140S01 + ET090	1		28	25	24	22	21	20	19	16	12	8	12.5	9.3	25	1432	141		
S-CISD-140S02 + ET187	2		56	50	47	44	41	39	37	31	23	16	25.0	18.5	48	1722	186		
S-CISD-140S03 + ET300	3		84	75	71	66	62	59	56	47	35	24	40.0	30.0	76	2012	231		
S-CISD-140S04 + ET375	4		112	100	94	88	82	78	74	62	46	32	50.0	37.0	80	2252	266		

Pump Delivery Size :- Standard :- 5" BSP (125 mm) Note :- Pumps can be offered only with 8" Motor

Figure 20 : tableau caractéristique de la pompe selon la puissance.



Figure 21 : Fiche technique de la pompe installée

La conduite :

La conduite de diamètre \varnothing 200mm en PVC lie à la tête de forage par un coude et réduction en acier avec des brides.



Figure 22 : Raccordement entre la conduite et le forage

Cette conduite en PVC constitué par des tubes, chaque tube de 6 mètre raccordé entre eux par la colle PVC, la conduite est placé dans un faussé de profondeur variable $H_{\text{moyen}}=600\text{mm}$ et longueur $l=1000\text{mm}$, Longueur 600m arrivée par raccordement avec l'axe l'unité centrale.

Cette conduite mal installé, elle souffrit plusieurs fuites, ce que causer, la perte de débit et la pression, La pente est positive et ça diminue la perte de charge.



Figure 23 : Fuites dans la conduite.



Figure 24 : la pente entre le fourrage et l'unité centrale.

Le pivot :

Le pivot constitué de 5 travées, la 1^{er} travée et 2^{ème} de 09 tubes de 06metre ; 1ere travée converti presque 01 ha $S_1=0.9156$ ha de rayon r_1 .

La 2^{ème} travée coudre $s_2=2,75$ lecteur selon la formule suivant :

$$S = r^2 \times \pi \qquad S_1 = r_1^2 \times \pi \qquad S_2 = r_2^2 \times \pi$$

$$S : \text{surface } S_1 + S_2 \qquad S_1 + S_2 = (r_1 + r_2)^2 \pi \qquad S_2 = (r_1 + r_2)^2 \pi - S_1$$

La 3^{ème}, 4^{ème} et 5^{ème} travée composée de 08 tubes de 06 mètre pour chaque travée, implique r de chaque travée 48m

$$S_q = (r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5)^2 \pi$$

$$S_n = [(r_n)^2 \times \pi] - [(r_n - 1)^2 \times \pi]$$

Sn : surface irriguée par travée

L'application numérique :

S1= 0.9156 ha

S2= 3.1 ha

S3= 4.1 ha

S4=5.55 ha

S5= 6.92 ha

St= 20.57 ha

S1=X

St=100

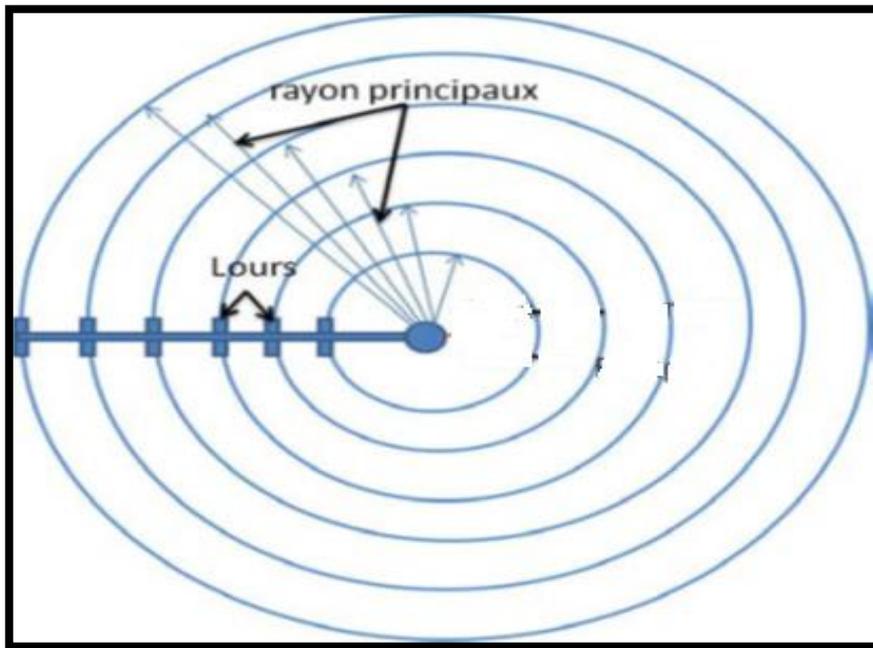


Figure 25 : présentation de rayon principaux.

Tableau 1 : exprimer des surfaces

	1^{travé}	2^{travé}	3^{travé}	4^{travé}	5^{travé}	6^{travé}
S (ha)	0.915	3.1	4.1	5.55	6.92	20.57

S (%)	4.45	15.07	19.9	27	33.7	100%
--------------	------	-------	------	----	------	------

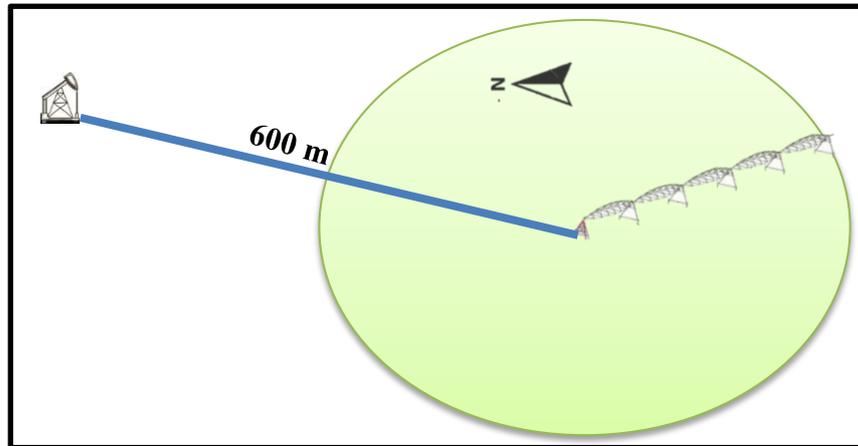


Figure 26 : le système de périmètre

3.4. Le périmètre :

La topographie périmètre :

La surface irriguée est de forme circulaire :

- Un demi-cercle au côté de sud est faux palie et contre la pente
- Le deuxième demi-cercle au nord de l'axe avec la pente en supposant que ce fait mal distribution d'eaux

La couverture végétale :

La consultation entre le périmètre implique que la couverture végétale n'est pas uniforme, ce que causé par plusieurs facteurs comme, fertilisation , traitement et suivit , la distribution d'eaux irrégulière, l'observation la plus claire que les derniers travées plus condensé que les autres.



Figure 27 : La différence de la couverture

La configuration des asperseur :

La vérification de la configuration des asperseur de l'axe vers l'extrémité de système. Les asperseur installé aléatoirement et des fois deux asperseur différent placées a même sortie la configuration est classées au tableau dessous :

Tableau 2 : La configuration des asperseurs.

Sortie	Distance	Marque	Configuration
1	2	-	-
2	4	-	-
3	6	-	-
4	8	-	-
5	10	-	-
6	12	-	-
7	14	S	10
8	16	N	9
9	18	S	10
10	20	N	9
11	22	S	10
12	24	N	11
13	26	N	11
14	28	N	-
15	30	S	11
16	32	N	-

17	34	N	14
18	36		-
19	38	N	15
20	40		17
21	42	N	18
22	44	S	10
23	46	S	15
24	48	N	19
25	50	N	19
26	52	N	20
27	54	N	20
28	56	N	21
29	58	N	21
30	60	S	20
31	62	N+S	0
32	64	N	22
33	66	S+N	20
34	68	N	20
35	70	N+S	22-10
36	72		22
37	74	N	22
38	76	N+S	22

39	78	N	22
40	80	N	23
41	82	S	15
42	84	S	24
43	86	N+S	24 -10
44	88	N	25
45	90	N+S	31
46	92	N+S	38
47	94	N	24
48	96	N+S	26-10
49	98	N+S	27
50	100	N	27
51	102	N+S	27-10
52	104	-	-
53	106	N	27
54	108	N	28
55	110	N+S	29-15
56	112	S	- -
57	114	N+S	29-15
58	116	N	29
59	118	N+S	30-10
60	120	S	30

61	122	N+S	31-10
62	124	N	33
63	126	N	37
64	128	N	39
65	130	N+S	39-12
66	132	N	40
67	134	N+S	40-15
68	136		41
69	138	N	22
70	140	N	41
71	142	N	42
72	144	N	42
73	146	N	42
74	148	N	42
75	150	S+S	20-20
76	152	N	42
77	154	N	43
78	156	N	43
79	158	N	43
80	160	N	45
81	162	N	49
82	164	N	50

83	166	N	50
84	168	-	-

Après la visite et la consultation de ce système on hypothèse que ce système mal fonctionne et les expériences suivant on conforme cette hypothèse.

Matériel de mesure :



Figure 28 : débit mètre



Figure 29 : Manomètre.



Figure 30 : Pluviomètre.



Figure 31 : Décamètre

Méthodologie :

Les expériences consiste les débits de chaque buse et l'accumulation la pluviométrie de chaque travée, en considération les reliefs (dénivelée)

La mesure des pressions a tous différents asperseur, après les mesures hydrauliques, les résultats obtenir.

4. Dispositif expérimental :

Les deux lignes choisis sont des lignes, une la plus fiable avec une pente positive, et la deuxième ligne contre la pente. Et faire la comparaison entre eux

Des mesures des débit par le placement de manomètre à la tête de forage et à l'entrée de pivot (l'unité central) NB, éviter les mesures des débit à la fin de buse car il y a un régulateur de pression dans un chaque asperseur , (ce régulateur de marque NELSON, agréable marque donne 1 bar)

-L'emplacement de débit mètre à la fin de chaque asperseur, marque la configuration des buses et le débit

-classer les résultats dans un tableau et tracer la courbe (Pluviométrie, distance) (débit, distance)

Tableau 3 : Résultat débit, distance (contre la pente).

Numéro de Bus	Distance de l'extrémité en (m)	La pression est mesurée pour chaque Bus en(bar)	Débit est mesurée pour Chaque bus en (l/s)	Débit de travée
5^{eme} Travée	7,75	1	0,611	4,056
	15,5	1	0,593	
	23,25	1	0,523	
	31	1	0,494	
	38,75	1	0,555	
	46,5	1	0,342	
	54,25	1	0,474	
	62	1	0,465	
4^{eme} Travée	69,75	1	0,571	4,011
	77,5	1	0,755	
	85,25	1	0,753	
	93	1	0,630	
	100,75	1	0,470	
	108,5	1	0,388	
	116,25	1	0,444	
3^{eme} Travée	124	1	0,286	2,218
	131,75	1	0,245	
	139,5	1	0,325	
	147,25	1	0,444	
	155	1	0,505	
	162,75	1	0,171	
	170,5	1	0,242	
2^{eme} Travée	178,25	1	0,330	3,612
	186	1	0,254	
	193,75	1	0,424	
	201,5	1	1,695	

	209,25	1	0,185	
	217	1	0,110	
	224,75	1	0,181	
1^{ere} Travée	232,5	1	0,433	0,871
	240,25	1	0,163	
	248	1	0,144	
	255,75	1	0,131	

Tableau 4 : Résultat débit, distance (avec la pente).

Numéro de Bus	Distance de l'extrémité en (m)	La pression est mesurée pour chaque Bus en(bar)	Débit est mesurée pour Chaque bus en (l/s)	Débit de travée
5^{eme} Travée	7,75	1	0,755	4,786
	15,5	1	0,673	
	23,25	1	0,599	
	31	1	0,533	
	38,75	1	0,625	
	46,5	1	0,442	
	54,25	1	0,584	
	62	1	0,575	
4^{eme} Travée	69,75	1	0,633	4,27
	77,5	1	0,655	
	85,25	1	0,823	
	93	1	0,710	
	100,75	1	0,520	
	108,5	1	0,430	
	116,25	1	0,499	
3^{eme} Travée	124	1	0,326	2,634
	131,75	1	0,295	
	139,5	1	0,385	
	147,25	1	0,520	
	155	1	0,595	

	162,75	1	0,211	
	170,5	1	0,302	
2^{eme} Travée	178,25	1	0,420	6,21
	186	1	0,304	
	193,75	1	0,495	
	201,5	1	2,111	
	209,25	1	0,995	
	217	1	0,985	
	224,75	1	0,9	
1^{ere} Travée	232,5	1	0,520	1,513
	240,25	1	0,425	
	248	1	0,328	
	255,75	1	0,240	

Tableau 5 : Résultat distance, pluviométrie (contre la pente)

Sortie	Distance en (m)	Pluviométrie en (ml)
1	40	120
2	52	133
3	64	162,5
4	76	450
5	88	120
6	100	166
7	112	215
8	124	205
9	136	150
10	148	185

11	160	117,5
12	172	230
13	184	167,5
14	196	185
15	208	60
16	220	170
17	232	155
18	244	75
19	256	60

Tableau 6 : Résultat distance, pluviométrie (Avec la pente)

Sortie	Distance en (m)	Pluviométrie en (ml)
1	40	140
2	52	148
3	64	172
4	76	490
5	88	140
6	100	179
7	112	230
8	124	217
9	136	162
10	148	193
11	160	121
12	172	245
13	184	171
14	196	192
15	208	71
16	220	182
17	232	163
18	244	79

19	256	72
----	-----	----

4.1. Discussion des résultats:

Le fonctionnement parfait de la rampe vérifié par la distribution des eaux d'irrigation uniforme en état général, le diagnostic de notre système de 250mètre longueur en relief, les obstacles les cause naturel et l'intervention de l'homme et expliquer les problèmes et trouver des solutions pour améliorer l'uniformité de la réparation des eaux pour assurer le fonctionnement idéal da ce system

La variation des distributions des eaux dans la rampe étudier (débit, distance) (pluviométrie distance) doit être en relation (croissance) pour confirmer la bonne répartition, Les courbes que interprété les résultat se forme lingue droite

$$F(x)=Ax+b$$

Tel que $A > 0$

4.2. Relation (pluviométrie, distance) :

-résultat (pluviométrie, distance) les élèves des mesures étudié en de cas ;

La pente positif, généralement les études des distributions avec la pente positif est satisfaite relativement car elle éliminé plusieurs facteur comme la perte de charge, l'effet de pesanteur Et assure l'arrivé des eaux vers tout la rampe, le courbe présenté dessus explique la relation (pluviométrie, distance)

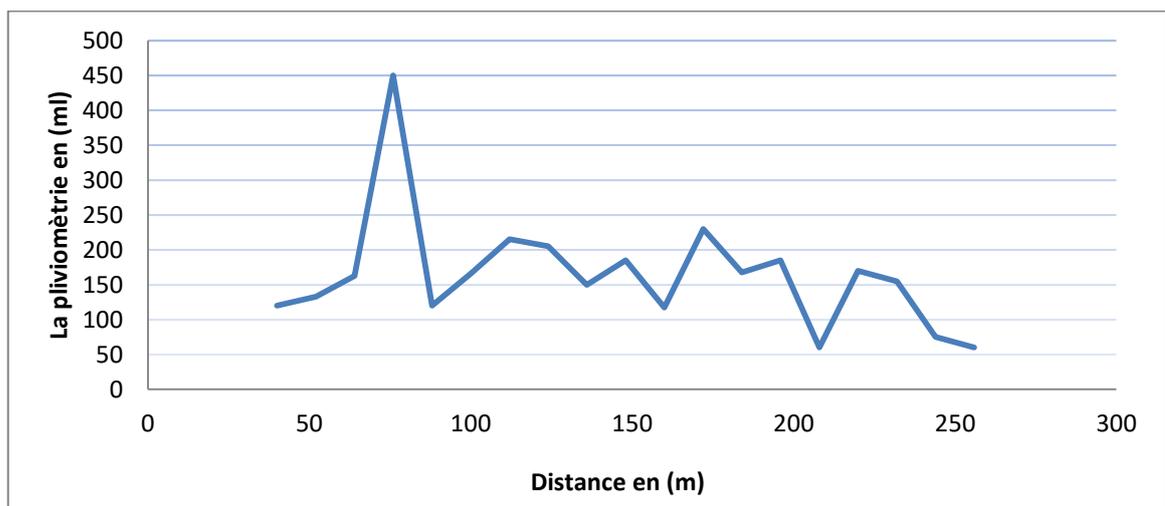


Figure 32 : Courbe la pluviométrie, distance (contre la pente)

La pente négative, la répartition des eaux dans la conduite du pivot influé parles faut palée naturel car elle crée un effet de peso mètre et augment la perte de charge et

diminuer le HMT de la pente et automatique la réduction de débit avec du mauvaise répartition pluviométrie et d'uniformité, sauf que puissance ce de la pompe supérieur de les besoin de system, la courbe dessua présente la relation (pluviomètre distance)

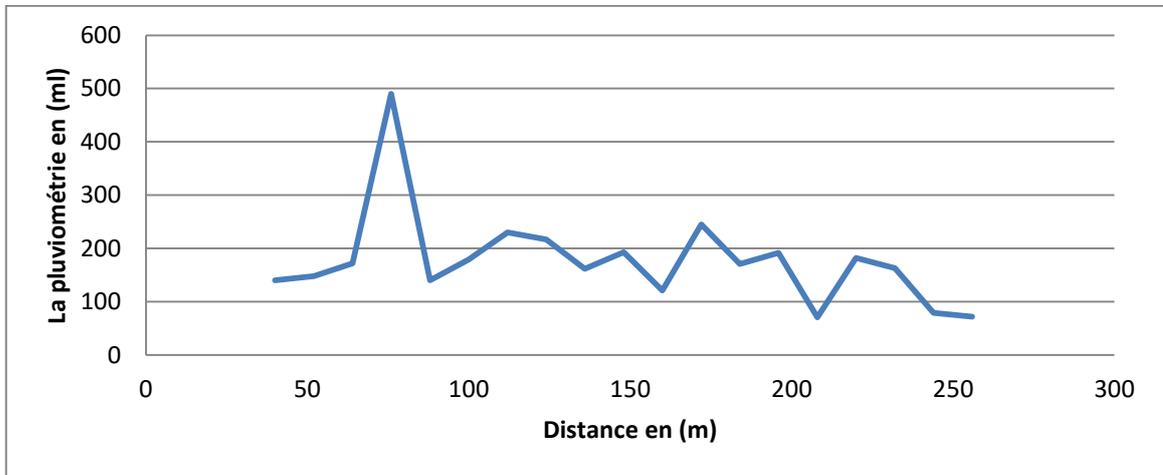


Figure 33 : Courbe la pluviométrie, distance (Avec la pente)

4.3. Relation (débit, distance) :

La relation entre la distance ce a partir l'unité central et la surface est croissance, ça implique que la quantité des eaux d'irrigation augment que la distance varier vers les extrémité de system, le paramètre hydraulique qui varier la quantité dans un temps est le débit, on déduire que la relation (débit, distance) est relation croissant

Les reliefs naturel, et le professionnalisme d'installation joue un rôle nécessaire dans la variation de débit.

Les deux courbes dessue présente la relation (débit, distance) en deux cas :

- Contre la pente

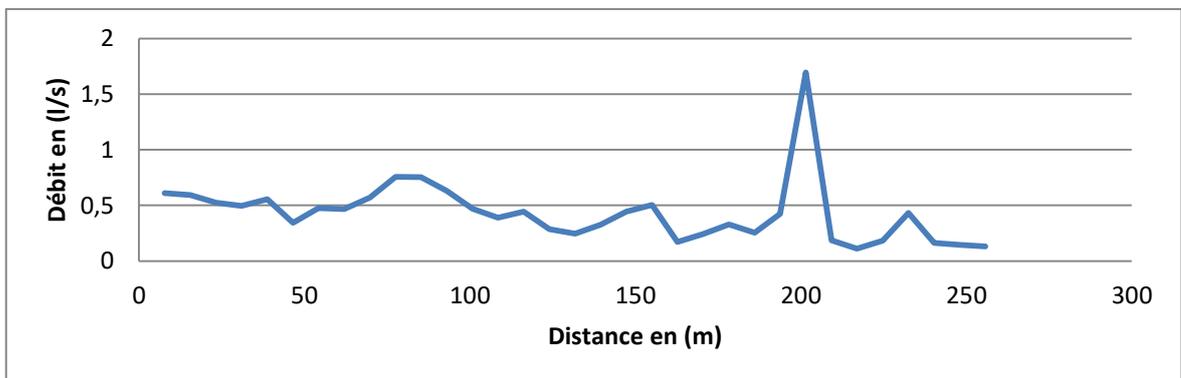


Figure 34 : Courbe le débit, distance (contre la pente).

- Avec la pente :

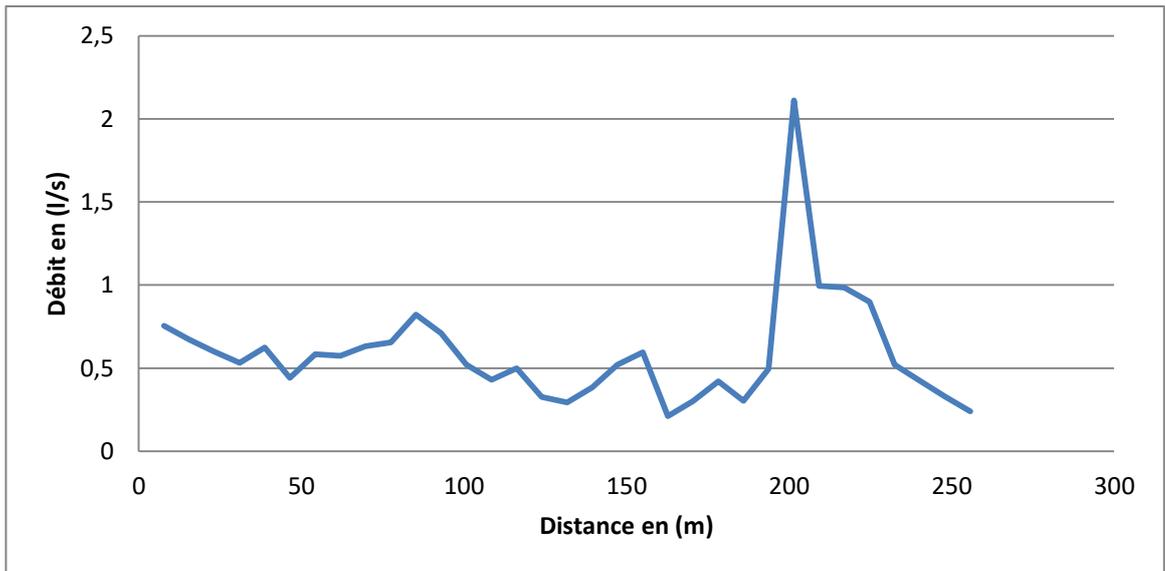


Figure 35 : Courbe la pluviométrie, distance (Avec la pente)

Les résultats obtenus n'est satisfait, les courbes de Relation (pluviométrie, distance) Relation (pluviométrie, distance) sont pas conforme avec l'équation :

$$F(x)=Ax+b$$

Tel que $A > 0$

Et ce que vérifier l'hypothèse posée après la consultation de système et nos résultats attendus après la remarque de la mauvaise installation mal fonctionnement et le tableau suivant justifier la mal distribution des eaux :

Tableau 7 : explication des résultats.

	1	2	3	4	5
<i>S(h)</i>	0.915	3.1	4.1	5.55	6.92
<i>S%</i>	4.45	15.07	19.9	27	33.7
<i>Débit(Avec la pente)</i>	1.53	6.21	2.63	4.27	4.78

Le rapport : $\frac{S_5}{S_4}=1,25$

Pour confirmer l'incompatibilité de répartition des eaux il faut calculer le rapport :

$$\frac{\text{débit } S_5}{\text{débit } S_4}=1,12$$

L'incertitude entre de rapport inacceptable logiquement.

Le calcul entre deux autres travées come le 2ème et le3ème donné :

$$\frac{S_3}{S_2}=1,32 \quad , \quad \frac{\text{débit}_3}{\text{débit}_2}=0,42 .$$

Ca conforme la grande déférence entre les rapports et assure la défaillance de ce système.

4.5. Recommandation :

Y'a plusieurs erreur pendent l'installation de ce pivot, pour éviter la mal fonctionnement de system doit prendre en considération la recommandation suivant :

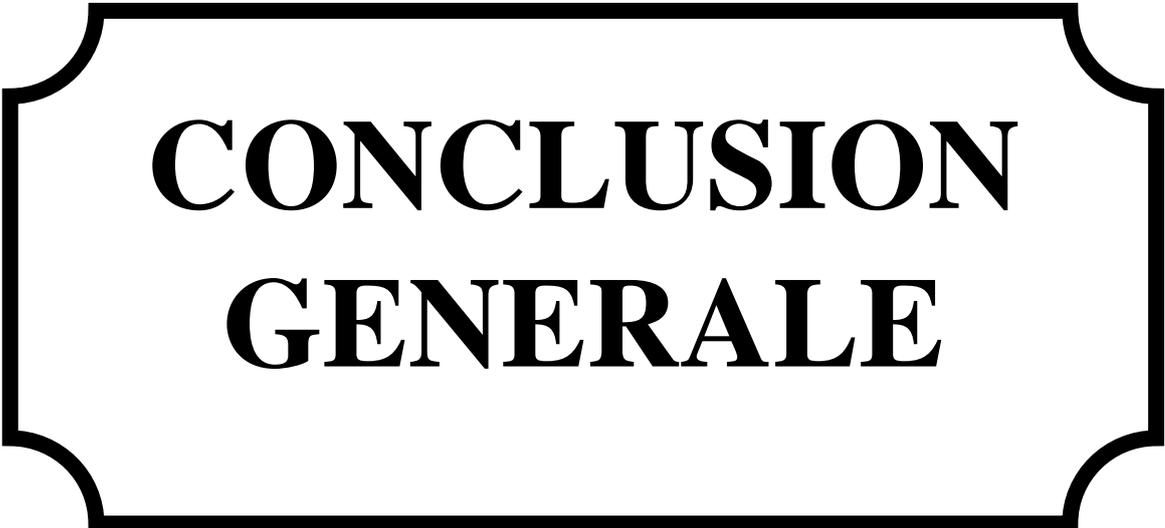
L'exécution de conjonction entre le réseaux et le forage doit être faible a l'utilisation des pièces compatible.

L'emplacement la conduite dans les normes suivant :

Tranché de langueur 1^{er} et profondeur 1^{er} 1 er avec une conclue de sable tamisé et la pose à Cole on à joint pour le PVC et soudage boit a fout pour PEHD.

Assurez la pression au l'axe de pivot 2.2 bar (demandé parla fabriquant) et placer les buser selon l'ordre de la configuration donné dans le catalogue.

L'intégration de l'intelligence artificiel pour placer la deuxième pompe pour éviter la radication de la pression, et assuré la répartition uniforme.



**CONCLUSION
GENERALE**

CONCLUSION GENERALE

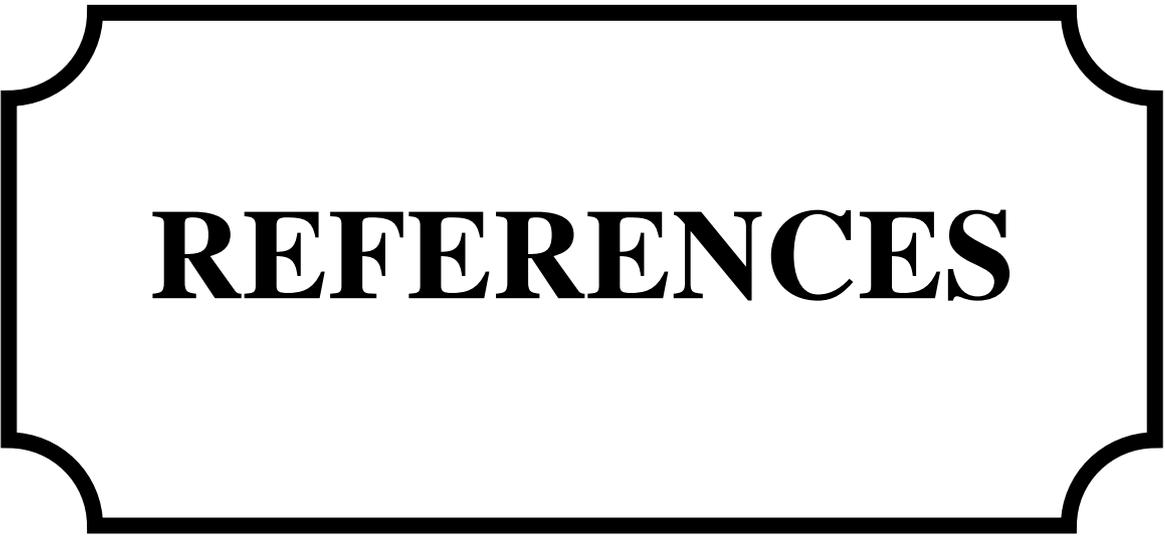
Conclusion générale :

Le grand déficit qui affronte l'état c'est l'autosuffisance, pour l'assurer, Le système d'irrigation des grandes surfaces joue un rôle principal et la meilleure solution.

Les zones cultivées en Algérie utilisent au majoritairement le pivot central, des milliers de hectares irrigués par la rampe, par conséquent l'utilisation de ce système demande la bonne gestion de l'eau d'irrigation et profiter le maximum des eaux et réduire les pertes,

Pour assurer la haute performance de l'irrigation doit dimensionner le système complet en considérant le débit de forage, le choix de la pompe, le diamètre de la conduite et la bonne exécution de la mise en place de la réseaux, de notre côté le choix de terrain cultivée doit être bien de terminer en considérant les obstacles naturels pour éviter l'augmentation de la perte de charge de la tête de forage vers l'axe de la rampe et le niveau du terrain irrigué doit être plat pour éviter la perturbation de distribution d'eau, ce travail met en évidence les conditions choisies pour faire les calculs hydrauliques et l'étude de uniformité et prendre en compte le catalogue fourni par le fabricant .

Le système irrigué à OUED TGHIR HASSI FHEL, n'est pas en bon fonctionnement d'après l'étude d'uniformité de répartition d'eau et pour la correction du fonctionnement il faut prendre les conditions citées on la demande à l'expertise des entreprises spécialisées à l'installation des pivots.



REFERENCES

REFERENCES

- [1] C. Mathieu, P. Audoye, and J.-C. Chossat, Bases techniques de l'irrigation par aspersion, Lavoisier ed., 2007.
- [2] photo pivot
<https://physicsworld.com/a/are-our-water-vapour-emissions-warming-the-climate/>
- [3] A. Phocaidès, Manuel Des Techniques D'irrigation Sous Pression, FAO ed., 2008.
- [4] Mghezzi, Chaa Khaled. Calcul et Optimisation D'un Mini Pivot D'irrigation. Diss. Université Mohamed Khider Biskra, 2009.
- [5] Saidi, Samir. "Analyse hydraulique du fonctionnement du système pivot d'irrigation par aspersion de type ANABIB." Mémoires de Magister (2014).
- [6] ABDI Mohammed Saber et BOUMAKEL Omar Daoud "Etude et réalisation d'un système d'irrigation automatisé avec monitoring "mémoire master univesité kasdi merbah ouargla
- [7] Allen, Richard G., Jack Keller, and Derrel Martin. Center pivot system design. Falls Church, VA: Irrigation Association, 2000.
- [8] magazine manuel d'utilisation des pompes d'irrigation.
- [9] Résumé-M1-Aménagement-HydroAgricole-Pompe-et-Station-de-pompage-
- [10] <https://tg.maptions.com/689425>
- [11] La rompe central
<https://www.irrifrance.com/en/rm4t-and-rm4td-lateral-moves>
- [12] la rompe latéral
<https://www.istockphoto.com/photo/old-rusty-and-scratched-water-pump-with-an-electric-motor-painted-in-blue-on-the-gm1061005062-283622124>
- [13] Pompe avec moteur diesel
http://fr.purityincendio.com/fire-fighting-pumps/diesel-pump/water-pump-diesel-engine-with-centrifugal.html?fbclid=IwAR2RAF-Sa6gVZa0s_7wmVkDRm-0XHNb3KtcdOKw4NIDTxD4U7G3vcjD_mDY
- [14] Carte géographiue Hassi f'hel
https://d-maps.com/carte.php?num_car=281056&lang=ar