



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE BLIDA -1-

DEPARTEMENT DES  
BIOTECHNOLOGIES

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

*Pour l'obtention du diplôme de master*

**Option: Eau et Environnement**

**THEME:**

**DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION  
PAR ASPERSION DE POMME DE TERRE, TIPAZA**

**Présenté par:**

M<sup>r</sup> ECHIKR KHEIR EDDINE

**DEVANT LES MEMBRES DU JURY**

<b>Nom et prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
M <sup>me</sup> N. YAHIA	MCB U. BLIDA 1	Présidente
M <sup>r</sup> L. ZELLA	P <sub>r</sub> U. BLIDA 1	Promoteur
M <sup>r</sup> N. MIMOUNI	MAA U. BLIDA 1	Examineur
M <sup>r</sup> S. HADJ MILOUD	MAA U. BLIDA 1	Examineur

**Juin- 2018**

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE BLIDA -1-

DEPARTEMENT DES  
BIOTECHNOLOGIES

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

*Pour l'obtention du diplôme de master*

**Option: Eau et Environnement**

### **THEME:**

**DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION  
PAR ASPERSION DE POMME DE TERRE, TIPAZA**

### **Présenté par:**

M<sup>r</sup> ECHIKR KHEIR EDDINE

### **DEVANT LES MEMBRES DU JURY**

<b>Nom et prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
M <sup>me</sup> N. YAHIA	MCB U. BLIDA 1	Présidente
M <sup>r</sup> L. ZELLA	P <sub>r</sub> U. BLIDA 1	Promoteur
M <sup>r</sup> N. MIMOUNI	MAA U. BLIDA 1	Examineur
M <sup>r</sup> S. HADJ MILOUD	MAA U. BLIDA 1	Examineur

**Juin- 2018**



# Dédicace

*A chaque fois qu'on achève une étape importante dans notre vie, on fait une pose pour regarder en arrière et sera appeler toutes ces personnes qu'ont partagées avec nous tous les bons moments de notre existence, mais surtout les mauvais. Ces personnes qui nous ont aidés sans le leur dire, soutenus sans réserve, aimé sans compter, ces personnes à qui notre bonheur devient directement le leur, à qui un malheur en nous, en eux se transforme en pleur.*

*Je dédie ce modeste travail enseigne de reconnaissance et de respect.*

- A mes parents Ahmed et Zohra pour les sacrifices qu'ils ont consentis à mon égard*
- A mes frères Oussama et Mohamed et Abdelhamid*
- A toute ma famille Echikr et Mahmoudi*
- A tous mes enseignant et amis sans exception*

# Remerciement

## **Remerciements**

*Au terme de ce projet, fruit de mes années de labeur, je tiens à remercier sincèrement Dieu, de m'avoir octroyé les moyens et les personnes qui m'ont aidé dans son élaboration, ainsi que ceux qui ont bien voulu l'évaluer: mon promoteur Pr. **ZELLA L.** pour la richesse et la qualité de son encadrement ainsi que pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a bien voulu me consacrer et sans lui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour. Je tiens à remercier sincèrement les Profs qui nous ont fait bénéficier de notre domaine d'études en toute sincérité Monsieur **Hadj Miloud S.** et **Mimouni N.** qui se sont toujours montrés à l'écoute et très disponibles. Mes remerciements s'adressent également à **Mme Yahia N.** d'avoir accepté de présider le jury ; ainsi qu'aux examinateurs M. **Hadj Miloud** et M. **Mimouni**. Je tiens à remercier chaleureusement mon amie **NESRIN** que je considère comme la clé de mon succès et c'est grâce à elle que je suis là. Mes sincères remerciements sont également adressés à tous les étudiants de Master 2 Eau et Environnement 2017-2018.*

### المخلص:

الغرض من دراستنا هو تحقيق تحجيم وحساب أبعاد نظام الرش و تطويره باستخدام برنامج الكمبيوتر Hydrocalc، لهذا تم اختبار العديد من الأبعاد من خلال تغيير طول وقطر الموصلات الرئيسية. تم اختيار شبكة ري لمزرعة حقيقية للبطاطا. جعلت هذه الاختبارات من الممكن اختيار الشبكة المثلى لضمان توحيد توزيع المياه على الحقل. إن الحساب يجعل من الممكن معرفة توزيع الضغط والتدفق في أي نقطة من الشبكة وعلى وجه الخصوص على رأس الأنبوب الرئيسي الذي يجب توصيله بمحطة الري. وبمجرد اكتمال هذا الحساب للشبكة، يتم تشغيله من أجل تغطية احتياجات نبتة البطاطا من الماء، وقد تم تحديد جرعات الري بالإضافة إلى عدد مرات ووقت الري بفضل هذه الحسابات يتم إعطاء الكمية المحددة و الكافية من الماء إلى النبتة وتقليل ضياع الماء.

الكلمات الاستدلالية : تحجيم، نظام الرش، Hydrocalc، توحيد توزيع المياه، جرعات الري.

### Résumé:

Le but de notre étude est l'élaboration du dimensionnement d'un réseau d'aspersion moyennant un logiciel informatique Hydrocalc. Pour cela il a été testé plusieurs scénarios de dimensions en faisant varier la longueur et le diamètre des conduites du réseau. Un réseau a été choisi pour une réelle exploitation agricole de pomme de terre. Ces tests ont permis de choisir le réseau optimal garantissant une meilleur uniformité de distribution de l'eau à la parcelle. Le calcul permet de connaître la distribution de la pression et du débit en n'importe quel point du réseau et notamment à la tête de la canalisation principale qui doit se lier à la borne d'irrigation. Une fois ce calcul du réseau terminé, on procède à son fonctionnement afin de couvrir les besoins en eau de la plante de pomme de terre, les doses d'irrigation ont été déterminées ainsi que le nombre et le temps d'arrosage grâce à ces calculs, on donne la quantité exacte d'eau à la plante et on réduit au maximum les pertes d'eau.

Mots clé: dimensionnement, réseau d'aspersion, Hydrocalc, uniformité de distribution, doses d'irrigation.

### Abstract:

The purpose of our study is the design of a sprinkler system using Hydrocalc computer software. For this, several dimension scenarios have been tested by varying the length and diameter of the lateral and piping. A network was chosen for a real potato farm. These tests made it possible to choose the optimal network guaranteeing a better uniformity of water distribution to the plot. The calculation makes it possible to know the distribution of the pressure and the flow at any point of the network and in particular at the head of the main pipe which must be connected to the irrigation terminal. Once this calculation of the network is completed, its operation is carried out in order to cover the water requirements of the potato plant, the irrigation doses have been determined as well as the number and the watering time thanks to these calculations the exact amount of water is given to the plant and the loss of water is minimized.

Key words: design, sprinkler system, Hydrocalc, uniformity of water distribution, irrigation doses.

## Sommaire

INTRODUCTION.....	1
<b>CHAPITRE I. RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	
1. Généralités.....	2
1.1. L'irrigation dans le monde.....	2
1.2. Techniques d'irrigation.....	3
1.2.1. Irrigation de surface.....	3
1.2.2. Irrigation sous pression.....	3
1.2.2.1. Irrigation par aspersion.....	4
1.2.2.2. Irrigation par goutte à goutte.....	4
1.3. Efficience de l'irrigation.....	4
1.4. Irrigation dans l'Algérie.....	5
1.4.1. Techniques d'irrigation en Algérie.....	6
2. L'aspersion.....	6
2.1. Le réseau.....	7
Couverture intégrale.....	8
Couverture totale.....	8
2.1.1. Fonctionnement du réseau.....	9
2.1.2. Profils d'humectation.....	9
2.1.3. Pluviométrie.....	10
2.1.4. Diamètres des gouttes d'eau.....	10
2.2. Le matériel d'arrosage.....	11
2.2.1. L'asperseur.....	11
2.3. Les canalisations d'un réseau d'aspersion.....	12
2.4. Les accessoires.....	13
2.5. Alimentation et distribution d'eau.....	13
2.6. Types d'installation.....	13

2.7. Dispositions post dimensionnement.....	13
2.7.1. Données nécessaires pour l'élaboration du réseau d'aspersion.....	13
2.7.3. Dose d'arrosage.....	14
2.7.4. Les besoins en eau de cultures.....	14
3. Le dimensionnement.....	14
3.1. Calcul de diamètres et des longueurs.....	14
3.2. Calcul des pertes de charge totales.....	15
3.3. Efficience d'application de l'eau.....	16
3.4. L'uniformité d'arrosage.....	17
4. Les besoins en eau des cultures.....	17
4.1. La détermination des besoins en eau des cultures.....	18
4.2. L'évapotranspiration.....	18
5. Besoin en eau d'irrigation.....	19
5.1. Détermination des besoins en eau d'irrigation suivant le calendrier cultural.....	19
5.2. Coefficient cultural.....	19
6. Le pilotage de l'irrigation.....	20
6.1. Choix de la date d'irrigation.....	20
6.2. Choix de la dose et de la fréquence d'irrigation.....	20
6.3. Calendrier d'irrigation.....	21
7. Les expériences dans les autres pays.....	21

## **CHAPITRE II. MATERIELS ET METHODES**

1. Matériels.....	23
1.1. Situation géographique de la parcelle.....	23
1.2. Sol.....	23
1.3. Climat.....	24
1.4. Plante.....	25
1.4.1. La pomme de terre.....	25

La culture de la pomme de terre dans le monde.....	26
Zones de production en Algérie.....	26
1.4.2. La variété Spunta.....	26
La plantation.....	27
Cycle végétatif.....	27
1.5. Irrigation.....	28
La culture de la pomme de terre en Tipaza.....	28
Les besoins en eau.....	29
Les besoins en eau d'irrigation.....	29
1.3. Matériels d'irrigation.....	29
2. Méthodes du calcul.....	31
2.2. Méthodes informatisées.....	31
2.2.1. Logiciel Hydrocalc.....	31
2.2.2. Le calcul des besoins en eau des cultures.....	34
 <b>CHAPITRE III. RESULTATS ET INTERPRETATION</b>	
1. Le réseau.....	35
1.1. Calcul de coefficient d'uniformité.....	35
1.2. Calcul le débit total dans la borne.....	39
1.3. Calcul la perte de charge dans la borne.....	39
1.4. Calcul la pression totale dans la borne.....	39
1.4. La variation de la pression dans rampes.....	40
1.5. La variation de débit dans les tronçons.....	42
2. Calcul des besoins de la plante.....	44
2.1. Données climatiques de Tipaza.....	44
2.2. Sol.....	45
3. La plante.....	46
3.1. Pomme de terre (Spunta).....	46



3.2. Besoin en eau.....	47
3.3. Besoin en eau d'irrigation.....	48
3.4. Bilan hydrique.....	50
3.5. Calcul du nombre d'irrigation.....	51
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>52</b>

Références

Liste des tableaux

Liste des figures

## LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 : Valeur en % de l'efficience au champ</i> .....	5
<i>Tableau 2 : Données climatiques de la wilaya de Tipaza</i> .....	24
<i>Tableau 3 : Insolation moyenne mensuelle (latitude 36°)</i> .....	24
<i>Tableau 4 : Longueurs différentes de rampe</i> .....	30
<i>Tableau 5 : Coefficient d'uniformité (Cu) pour différentes longueurs et diamètres de rampe</i> .....	35
<i>Tableau 6 : Les données climatiques de la wilaya de Tipaza</i> .....	45
<i>Tableau 7 : Les besoins mensuels en eau dans la wilaya de Tipaza</i> .....	46

## LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1 : Schéma de plantation d'un réseau d'aspersion</i> .....	7
<i>Figure 2 : Réseau d'aspersion avec une couverture partielle</i> .....	8
<i>Figure 3 : Réseau d'aspersion avec une couverture intégrale</i> .....	8
<i>Figure 4 : Profil d'humectation d'un asperseur isolé</i> .....	9
<i>Figure 5 : Profils d'humectation des asperseurs en fonctionnement simultané</i> .....	10
<i>Figure 6 : Asperseur métallique à double buse</i> .....	11
<i>Figure 7 : Asperseur en plastique à double buse</i> .....	12
<i>Figure 8 : Le bilan hydrique</i> .....	19
<i>Figure 9 : Photo par satellites de Tipaza avec localisation de notre parcelle (Google earth)</i> .....	23
<i>Figure 10 : La plante de la pomme de terre</i> .....	25
<i>Figure 11 : Le tubercule de la variété Spunta</i> .....	26
<i>Figure 12 : Schéma du cycle de production de la pomme de terre</i> .....	27
<i>Figure 13 : L'irrigation de la pomme de terre par aspersion</i> .....	28
<i>Figure 14 : Schéma d'un réseau d'aspersion avec 6 rampes</i> .....	29

<i>Figure 15 : Asperseur sur frondaison 5035 SD</i> .....	30
<i>Figure 16 : Planification de logiciel Hydrocalc</i> .....	31
<i>Figure 17 : Graphe de coefficient d'uniformité de PVC diamètre <math>\varnothing= 50</math> mm</i> .....	36
<i>Figure 18 : Graphe de coefficient d'uniformité de PVC de diamètre <math>\varnothing= 63</math> mm</i> .....	37
<i>Figure 19 : Graphe de coefficient d'uniformité de PVC de diamètre <math>\varnothing= 75</math> mm</i> .....	37
<i>Figure 20 : Graphe de coefficient d'uniformité de l'Aluminium diamètre <math>\varnothing= 100</math> mm</i> .....	38
<i>Figure 21 : Graphe de coefficient d'uniformité des différentes longueurs et diamètres</i> .....	38
<i>Figure 22 : Schéma de réseau d'aspersion en PVC (<math>\varnothing= 75</math> mm)</i> .....	40
<i>Figure 23 : Graphe de la variation de la pression dans la rampe 1</i> .....	41
<i>Figure 24 : Graphe de la variation de la pression dans la rampe 2</i> .....	41
<i>Figure 25 : Graphe de la variation de la pression dans la rampe 3</i> .....	42
<i>Figure 26 : Graphe de la variation de débit dans la rampe 1</i> .....	43
<i>Figure 27 : Graphe de la variation de débit dans la rampe 2</i> .....	43
<i>Figure 28 : Graphe de la variation de débit dans la rampe 3</i> .....	44
<i>Figure 29 : Les besoins en eau (ETM) selon la durée de cycle de développement de Spunta</i> .....	47
<i>Figure 30 : Les besoins en eau d'irrigation (BI) selon la durée de cycle de développement de Spunta</i> .....	48
<i>Figure 31 : Graphique récapitulatif du bilan hydrique</i> .....	50

# **Introduction générale**

## Introduction

De tous temps, l'exploitation des ressources en eau et le développement de l'irrigation ont joué un rôle important dans l'évolution humaine. La majeure partie de l'augmentation de la production alimentaire nécessaire pour combler les besoins de la croissance démographique des quatre dernières décennies a entraîné une expansion de la superficie irriguée (Walter et Kandiah, 1997). L'agriculture est le premier consommateur d'eau douce de la planète, responsable d'environ 70% de tous les prélèvements (FAO, 2014).

Dans le monde, 324 millions d'hectares des terres sont irriguées représentant 20% sur 1,5 milliard d'hectares de terres cultivables. Ils fournissent environ 1/3 de la production alimentaire mondiale, moyennant 7700 m<sup>3</sup> d'eau par hectare chaque année (FAO, 2014). La desserte adéquate en eau est essentielle pour le développement végétatif des cultures. Lorsque les précipitations sont insuffisantes, l'irrigation serait nécessaire pour couvrir les besoins en eau des cultures. Il existe actuellement plusieurs méthodes d'irrigation pour la desserte en eau des cultures. Chaque méthode présente en même temps des avantages et des désavantages, qui doivent être pris en considération lors de la sélection de la méthode qui s'adapte le mieux aux conditions locales.

L'eau d'irrigation est très importante pour l'agriculture, notamment pour les régions arides et semi arides et donc pour l'amélioration de l'autosuffisance alimentaire. La politique hydraulique varie d'un pays à l'autre, d'après les conditions naturelles et les moyens financiers nécessaires à la mobilisation et au pilotage des irrigations. Le gaspillage de l'eau dans certaines activités et les faibles taux d'utilisation et d'intensification dans les territoires irrigués empêchent la valorisation de l'eau disponible. Le traitement des eaux d'égout et le dessalement des eaux saumâtres sont parmi les solutions alternatives visant à augmenter les volumes d'eau disponibles.

L'agriculteur dispose d'un puissant levier pour accroître et régulariser la production de ses cultures, à condition de pouvoir maîtriser son irrigation, afin de satisfaire les objectifs techniques (rendements) et économiques (au coût optimal) visés. La performance d'une installation d'irrigation dépendra du bon choix du système d'irrigation, du dimensionnement et du pilotage.

Sur les 324 millions d'hectares équipés pour l'irrigation dans le monde (2012), 280 millions ha ont en gravitaire, 35 millions ha en aspersion et 9 millions ha en micro-irrigation. En Algérie, sur les 1,5 million ha irrigués, 294 000 ha sont équipées de micro-irrigation et de l'aspersion (FAO, 2014).

Notre démarche est focalisée sur le dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion dans une parcelle de pomme de terre, localisée dans la région de Tipaza. Ce travail est réalisé grâce à l'utilisation d'un logiciel nouveau de dimensionnement appelé Hydrocalc.

# **Chapitre 1. Recherches bibliographiques**

## **1. Généralités**

L'irrigation est l'opération consistant à apporter artificiellement de l'eau bleue afin de combler les déficits pluviométriques vis-à-vis des besoins hydriques des végétaux. L'eau d'irrigation puisée des cours d'eau, des nappes ou des barrages se distingue de l'eau verte par son coût d'exploitation, de transport et de répartition à l'aide d'un réseau d'irrigation. C'est pourquoi, il est indispensable de gérer ces volumes d'eau avec une grande rentabilité.

### **1.1. L'irrigation dans le monde**

Les terres irriguées dans le monde représentent 324 millions ha, ces terres consomment 2664 km<sup>3</sup> d'eau avec une efficacité moyenne d'irrigation égale à 38%. Cela veut dire que plus de 60% des volumes d'eau utilisés se perdent et ne bénéficient pas aux cultures (Zella, 2015), mais ces efforts de production n'ont pas écarté la sous-alimentation qui touche 850 millions d'individus en 2012.

Le rapport de la FAO recommande une hausse de la production agricole mondiale de 60% d'ici 2030, conduisant à une augmentation de 14% des ponctions des réserves d'eau renouvelables (RER). C'est pourquoi l'efficacité d'irrigation doit augmenter à 42% afin de limiter les pertes d'eau. Aujourd'hui les prélèvements d'eau dans le monde sont estimés à 8,2% des RER et ils ne doivent pas dépasser la limite de 40% imposée par les conditions environnementales. Sachant que la production de 1 kg de nourriture nécessite 2 à 4 tonnes d'eau et un hectare cultivé ne peut alimenter que 3 personnes, un rapport qui doit se hisser à 8 personnes d'ici 2020 (Zella, 2015).

Les superficies irriguées assurent selon la FAO (2014), 61% des céréales, 10% des légumes, 7% d'oléagineux et de pâtures, 5% de fibres textiles et 4% de cultures sucrières.

Pour augmenter les superficies irriguées, il faut impérativement améliorer l'efficacité des techniques d'irrigation allant de la détermination des besoins en eau à la répartition à la parcelle, via les techniques modernes telles que l'aspersion et l'irrigation localisée. Celle-ci est réalisée par le dimensionnement adéquat des réseaux d'irrigation.

L'irrigation par aspersion a été utilisée dans le monde entier en raison de sa flexibilité et son adaptabilité aux différents sols, aux cultures et aux conditions topographiques comme un système d'irrigation qui distribuent uniformément l'eau sur le sol avec un minimum de ruissellement (Kamal, 2005). Cette technique a peu atteint les parcelles qui ne peuvent être atteintes par la technique classique de l'irrigation de surface.

## **1.2. Techniques d'irrigation**

La pluviométrie d'une région, le type de culture et le type de sol dictent l'opportunité de se doter ou non d'un système d'irrigation. Des surfaces grandes, un sol léger, une culture spéculative ne laissent pas de doute à l'option d'irrigation. En effet, toutes les dépenses (input) engagées pour assurer une production en peuvent être compromises dans le cas d'une éventuelle sécheresse sévère. En plus, la productivité des terres irriguées est 3 à 4 fois supérieure à celle des cultures en pluvial (Zella, 2015).

Le choix du système d'irrigation doit reposer sur des critères objectivement choisis, à savoir les caractéristiques du sol, l'étendue de la surface et sa topographie, la ressource en eau en quantité et qualité, le type en culture et le coût de l'irrigation (Zella, 2015).

Il existe deux grandes méthodes d'irrigation, l'une n'utilisant que la dénivellation topographique comme source d'énergie pour distribuer l'eau sur la parcelle depuis la source. C'est le système gravitaire où l'écoulement de l'eau se fait à la surface du terrain, apportant des débits instantanés importants à la faveur de la pente. Les doses d'arrosage sont relativement importantes mais les fréquences sont faibles. L'irrigation des grandes superficies, ou périmètres d'irrigation, nécessite le recours à d'autres méthodes d'irrigation plus perfectionnées mais sous pression. Les deux techniques les plus couramment utilisées sont l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisée avec toutes leurs variantes (Zella, 2015).

### **1.2.1. Irrigation de surface**

Les irrigations de surface recouvrent l'ensemble des techniques d'irrigation où l'eau disponible en tête de parcelle est répartie sur le terrain à irriguer par un écoulement gravitaire de surface ne nécessitant qu'un aménagement sommaire du sol (Clément et al, 1978). Ce système simple et très ancien, continu à dominer en dépit des pertes d'eau qu'il occasionne. Son efficacité est relativement réduite (40 à 50%), elle peut atteindre dans les meilleurs des cas 70% (Zella, 2015).

L'eau est ensuite distribuée au champ, soit par submersion (irrigation par bassins), soit par infiltration, soit dans des sillons en terre (irrigation par sillons) ou bien par ruissellement à la surface d'une planche d'arrosage (irrigation par planches) (FAO, 1990).

Il existe en 2012, 280 millions d'hectares utilisant cette technique de surface, représentant 86% de la superficie totale équipée par l'irrigation dans le monde (FAO, 2014).

### **1.2.2. Irrigation sous pression**

Bien que l'irrigation par aspersion et localisée ne représentent qu'environ 14% de la superficie totale équipée pour l'irrigation à l'échelle mondiale selon la FAO (2014), les rendements hydraulique et agricole sont largement meilleurs. Ces techniques exigent en revanche une eau sous pression et un matériel onéreux.

Ces méthodes ont révolutionné l'irrigation dans le sens où la pente ne constitue plus une contrainte, les eaux sont acheminées sur de grandes distances et peuvent être distribuées sur le champ à contre pente, voire même quand le terrain est totalement vallonné (Zella, 2015).

L'utilisation des tuyaux à la place des rigoles et canaux a permis d'améliorer grandement le rendement hydraulique (Zella, 2015). Ces méthodes sont:

#### **1.2.2.1. Irrigation par aspersion**

L'aspersion est une technique simulant la pluie naturelle grâce à un asperseur, ce dernier ne peut fonctionner que si la pression de l'eau est suffisante (4 à 10 bars). Des variantes dérivent de ce système comme le pivot, le canon et l'enrouleur. L'efficacité du système peut atteindre 80% à 85% (Zella, 2015). Au début de son invention dans les années 1950, la technique a été utilisée tout azimut couvrant tous les types de sols et de cultures, elle est aussi pratiquée notamment dans la lutte contre le gel (Zella, 2015).

Plus de 35 millions d'hectares, soit 10% étaient équipés par l'irrigation par aspersion en 2012 (FAO, 2014). Bien que cette méthode soit considérée comme moins efficace que l'irrigation localisée, son faible coût et sa mobilité potentielle expliquent sa large expansion dans le monde.

Les économies d'eau ont une grande importance en irrigation et tout particulièrement dans les pays arides, à l'exemple de l'Algérie. C'est dans ces pays où la ressource hydrique est limitée et les besoins en irrigation sont importants que l'irrigation bien réfléchie valorise au mieux l'eau (Zella, 2013).

#### **1.2.2.2. Irrigation par goutte à goutte**

Ce système utilisant l'eau sous pression né dans les années 1960, est désigné par la micro-irrigation. Un système né avec l'avènement du plastique dont son matériel est conçu (Zella, 2015). La technique se caractérise par des apports d'eau faibles et très fractionnés, elle correspond à la plupart des terrains et des cultures et son efficacité s'est améliorée à plus de 90%. Elle regroupe une panoplie de variantes, allant de l'irrigation souterraine avec des gaines perforées, aux goutteurs (2 à 15 l/h) placés au pied de la plante, aux micro-asperseurs (50 l/h), n'utilisant que de faibles débits et surtout de basses pressions (1 à 4 bars) (Zella, 2015).

On appelle irrigation localisée les systèmes qui consistent à répartir l'eau d'irrigation sur la parcelle par un réseau de conduites fixes, sous faible pression et localisant l'apport d'eau au voisinage des plantes cultivées, seule une certaine fraction du volume de sol, exploitable par les racines, sera humidifiée (Clément et al, 1978). Actuellement, elle couvre 4% des surfaces irriguées, soit une superficie mondiale de 9 millions ha selon la FAO (2014).

### **1.3. Efficacité de l'irrigation**

Les besoins bruts des terres agricoles, dépendent de l'efficacité de l'irrigation, c'est à dire des pertes d'eau qui se produisent à partir du point du captage, jusqu'à la satisfaction des



besoins du rapport plante/sol. L'efficacité d'un réseau d'irrigation est définie par le rapport entre le besoin d'eau strictement nécessaire à la culture et le volume d'eau à introduire dans ce réseau (tableau 1).

**Tableau 1.** Valeur en % de l'efficacité au champ (Howell, 2002).

Systèmes d'irrigation	Efficience au champ (en %)
Irrigation de surface	
Irrigation à la raie (incliné)	50-80
Irrigation à la raie (horizontale)	65-95
Irrigation par planche	50-80
Bassins plats	80-95
Aspersion	
Aspersion avec déplacement	60-85
Micro-irrigation	
Goutte à goutte de surface	70-95
Goutte à goutte enterré (SDI)	75-95
Micro asperseur	70-95

#### 1.4. Irrigation en Algérie

L'Algérie est classée comme une région semi-aride et pauvre en ressources en eau (précipitation de 94 Km<sup>3</sup>/an). D'après Zella (2015), les prélèvements sont de 6,35 Km<sup>3</sup>/an, distribués aux trois secteurs: l'agriculture (62,22% de 3,95 km<sup>3</sup>), le domestique (23,96% de 1,523 km<sup>3</sup>) et l'industriel (13,82% de 0,878 km<sup>3</sup>).

Globalement, la superficie irriguée (SAU irrg.) actuellement en Algérie est de l'ordre de 1,5 million ha, sur une superficie agricole utile(SAU) de plus de 8 millions ha. Alors que les SAU irriguées ne représentent que 12,5% de la SAU. Les superficies irriguées du pays se répartissent en deux ensembles nettement différenciés à la fois par la taille des aménagements

et par le mode de gestion: les grands périmètres d'irrigation (GPI) avec une surface de 270 000 ha, et les exploitations de petite et moyenne hydraulique (PMH), gérées directement par les agriculteurs qui représentent 1,2 millions ha (Zella, 2015).

#### **1.4.1. Techniques d'irrigation en Algérie**

En Algérie, des modes d'irrigation séculaires, fonctionnent encore à ce jour (foggaras, séguias, épandage des eaux des crues...). Ils côtoient maintenant des techniques modernes et plus performantes comme l'aspersion et l'irrigation localisée.

La pratique dominante actuellement dans l'agriculture irriguée est le gravitaire traditionnel (60%), à cause de la facilité de sa pratique et son moindre coût, mais elle nécessite des aménagements. Les autres techniques modernes: l'aspersion (20%) et la micro irrigation (20%) (Zella, 2015).

La connaissance des besoins en eau des cultures est certainement à la base de toute réflexion sur la gestion rationnelle et efficace de l'eau dans le domaine de la production agricole.

Ces techniques ne peuvent être performantes que si on réalise le dimensionnement adéquat des réseaux d'irrigation.

### **2. L'aspersion**

L'irrigation par aspersion est un mode d'apport d'eau nécessaire aux cultures en plein champ sous une forme analogue à la pluie naturelle. L'eau est mise sous pression, généralement par pompage, pour être ensuite distribuée au moyen d'un réseau de canalisations. La distribution d'eau est faite au moyen de rampes d'arrosage équipées d'asperseurs. L'eau sort sous la forme d'un jet et se répartit en gouttelettes d'eau qui tombent sur le sol. Le choix du dispositif de pompage, des asperseurs et la bonne gestion de l'eau doivent garantir la distribution uniforme de l'eau d'irrigation sur la parcelle (FAO, 1990).

La technique d'irrigation par aspersion est la meilleure pour les sols sableux à taux d'infiltration assez fort, sans pour autant ignorer qu'elle s'adapte parfaitement à la plupart des types du sol. L'eau d'irrigation doit être propre, exempte de matières solides en suspension, pour éviter l'obstruction des buses. La distribution de l'eau peut se faire sur ou sous frondaison. Cependant, les asperseurs géants sont à éviter dans le cas des cultures délicates telles que la salade, car les grosses gouttes d'eau risquent de provoquer le dépérissement des plantes (FAO, 1990).

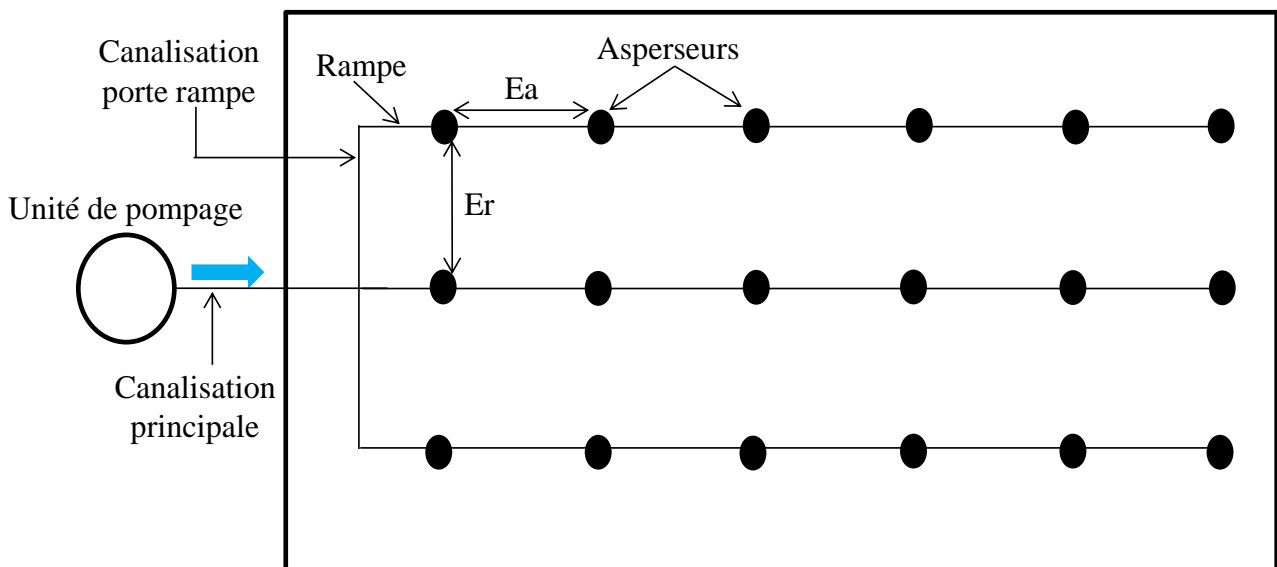
L'irrigation par aspersion s'adapte à toutes les pentes de terrain cultivable, qu'elles soient uniformes ou irrégulières. Les rampes d'arrosage portant les asperseurs doivent suivre autant que possible les courbes de niveau. Cette disposition a l'avantage de minimiser les variations de pression le long de la rampe et de garantir un arrosage uniforme (FAO, 1990).

## 2.1. Le réseau

Les asperseurs sont généralement disposés en carré, en rectangle ou en triangle, dont le côté est choisi dans la série des écartements normalisés. Une série couramment retenue est formée de carrés de  $6 \times 6\text{m}$  à  $81 \times 81\text{m}$ . Il s'agit de multiples de la longueur unitaire des tubes utilisés (6 ou 9 m). Chaque type d'asperseur peut être équipé de jeux de buses de caractéristiques différentes, permettant de couvrir une certaine gamme de pluviométrie d'arrosage (Clément et *al*, 1978).

Le nombre de rampes et d'asperseurs approvisionnés permettra d'arroser une certaine portion de la parcelle, ce qui constitue une position ou un poste. Ainsi on peut irriguer par portion toute les parcelles. La durée d'un poste correspondra au temps nécessaire à l'apport de la dose d'arrosage, qui est la quantité d'eau utile que peut contenir le réservoir sol. Une fois la dose apportée, l'irrigant fermera sa prise et laissera s'écouler le temps de ressuyage avant d'intervenir sur le réseau mobile: le sol étant détrempe, les déplacements seraient difficiles. Pour irriguer la totalité de la parcelle et effectuer un arrosage, l'agriculteur devra donc effectuer plusieurs postes, en déplaçant les rampes de poste à poste. La canalisation d'approche, par contre, n'est pas déplacée: elle est semi-fixe (Clément et *al*, 1978).

Le schéma (fig. 1) d'un réseau d'irrigation par aspersion type comporte les éléments suivants: l'unité de pompage, les canalisations principales et d'approche, les rampes, les asperseurs. L'unité de pompage comporte généralement une pompe centrifuge qui puise l'eau de la source et la refoule à la pression requise dans le réseau de canalisations. On y trouve également des accessoires comme les régulateurs de pression et de débit et des manomètres.



**Figure 1.** Schéma de plantation d'un réseau d'aspersion (original, 2018).

L'importance du degré de couverture en matériel mobile, lié à l'organisation des arrosages, les différencie en deux types principaux (Clément et *al*, 1978).

### - Couverture partielle

Avec une couverture partielle de la parcelle en rampes et asperseurs (fig. 2), et la mise en place d'une vanne en tête de chaque rampe, le passage de poste à poste ne nécessite plus que des manœuvres de vannes. On peut utiliser un minimum de matériel et le faire déplacer sur la parcelle pour l'irriguer totalement.

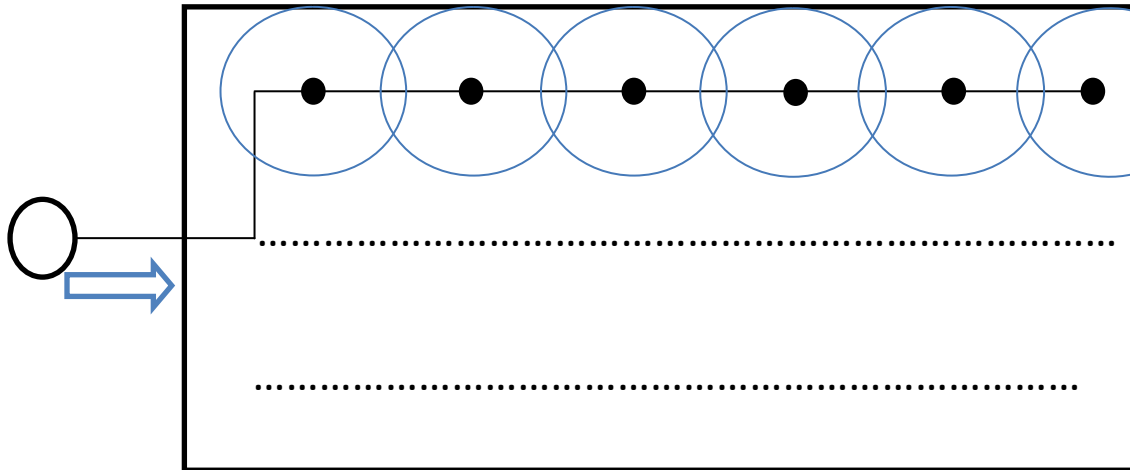


Figure 2. Réseau d'aspersion avec une couverture partielle (Original, 2018).

### - Couverture intégrale

Les équipements de couverture intégrale peuvent être améliorés en approvisionnant le matériel permettant de couvrir tous les postes simultanément (fig. 3). Ce type de couverture nécessite des moyens financiers afin d'équiper toute la parcelle. L'irrigation se fait en un temps record et nécessite un débit élevé et une grande pression.

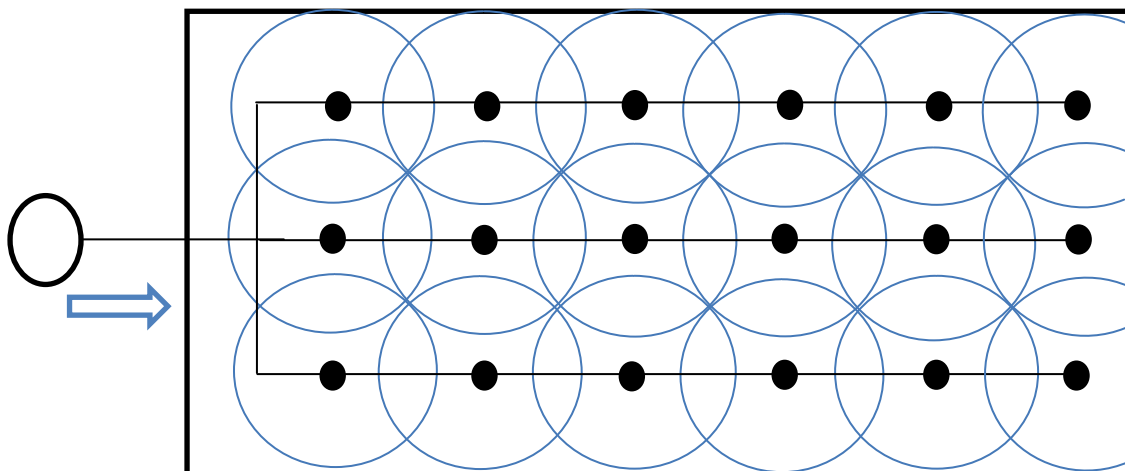


Figure 3. Réseau d'aspersion avec une couverture intégrale (Original, 2018).

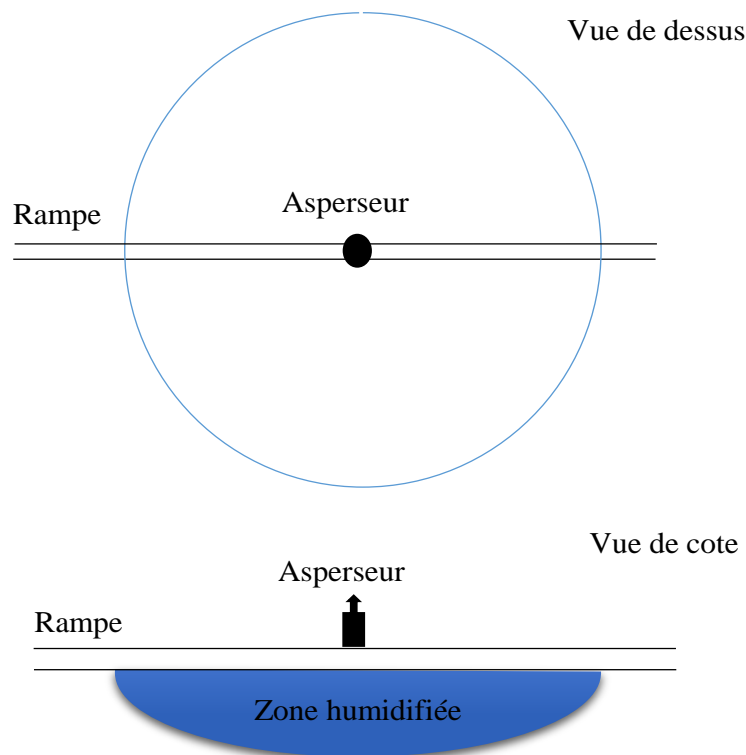
### 2.1.1. Fonctionnement du réseau

L'objectif principal de l'irrigation par aspersion est d'assurer une distribution d'eau aussi uniforme que possible déterminée par le coefficient d'uniformité et par suite garantir l'humidification adéquate de la zone racinaire des plantes (FAO, 1990).

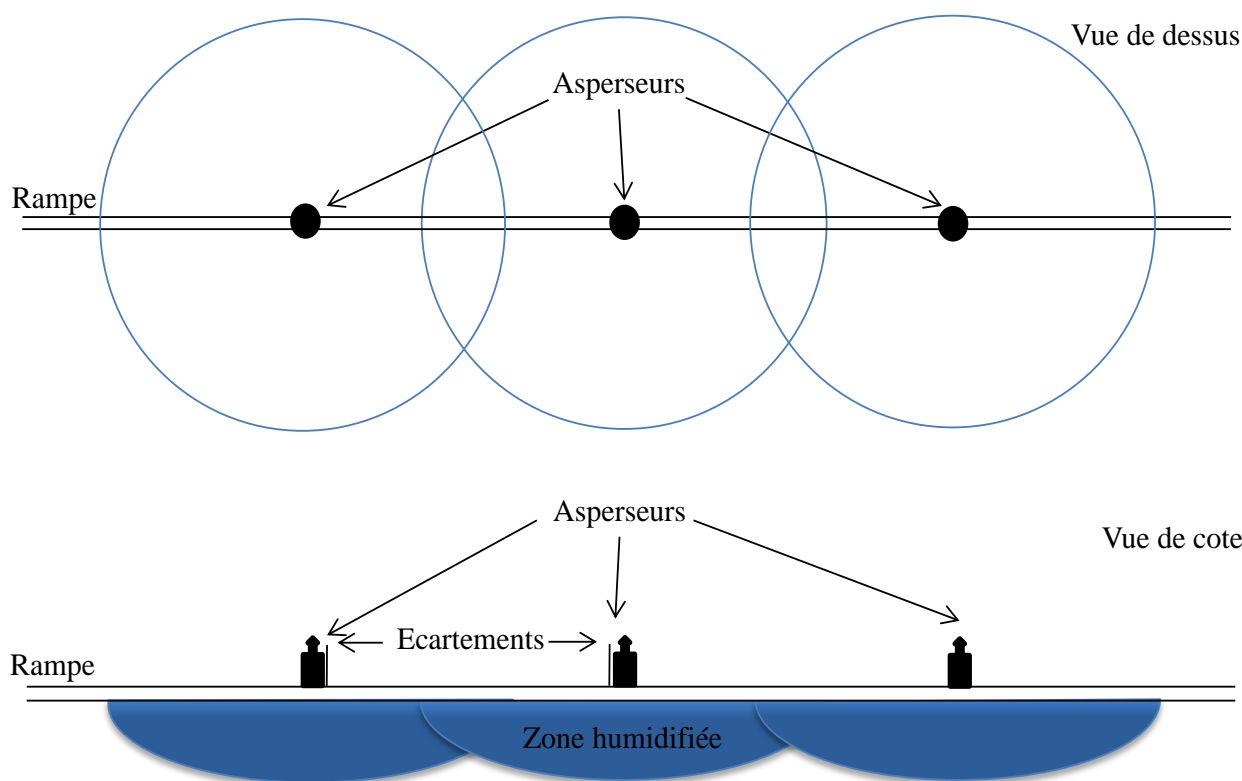
### 2.1.2. Profils d'humectation

Le profil d'humectation d'un asperseur rotatif unique n'est pas uniforme (fig. 4). Normalement la zone humidifiée est de forme géométrique circulaire. Une distribution d'eau plus ou moins uniforme est obtenue par une série d'asperseurs en fonctionnement simultané; leur écartement est tel qu'il y a un chevauchement entre leurs zones d'action.

Pour obtenir une bonne uniformité de distribution d'eau, le chevauchement doit être au moins 65% du rayon d'action des asperseurs (fig. 5). Ce facteur dicte l'écartement optimum des asperseurs sur les rampes d'arrosage. L'uniformité de l'arrosage pourrait être altérée par le vent et par la variation de la pression de service du réseau (FAO, 1990).



**Figure 4.** Profil d'humectation d'un asperseur isolé (Original, 2018).



**Figure 5.** Profils d'humectation des asperseurs en fonctionnement simultané (Original, 2018).

### 2.1.3. Pluviométrie

C'est la dose moyenne d'arrosage des cultures, mesurée en mm/h. La pluviométrie dépend des diamètres des buses, de la pression de service et de l'écartement des asperseurs sur les rampes. Lors de l'établissement d'un réseau d'irrigation par aspersion, il faut faire en sorte que la pluviométrie soit inférieure au taux d'infiltration du sol. De cette façon l'infiltration des eaux d'irrigation est pratiquement complète et les pertes par ruissellement sont minimales (FAO, 1990).

### 2.1.4. Diamètres des gouttes d'eau

Une fois que l'eau est pulvérisée par l'asperseur, elle retombe en gouttelettes de 0,5 à 4,0 mm de diamètre. Les gouttes fines retombent tout près de l'asperseur, tandis que les grosses gouttes retombent à la limite de la zone d'action de l'asperseur. Les grosses gouttes d'eau peuvent détruire les cultures délicates et abîmer les sols fragiles; dans ces conditions il vaut mieux utiliser des asperseurs à faibles débits. Les dimensions des gouttes sont fonction de la pression de service et du diamètre des buses. Quand la pression est faible les gouttes d'eau sont grosses et le jet d'eau ne se pulvérise pas convenablement. En vue d'éliminer les gouttes de gros diamètres qui risquent de détruire les cultures et d'abîmer le sol, on utilise des buses de faibles diamètres, fonctionnant à une pression de service égale ou légèrement supérieure à celle recommandée par les fabricants (FAO, 1990).

## 2.2. Le matériel d'arrosage

### 2.2.1. L'asperseur

C'est l'appareil terminal du réseau d'irrigation qui assure la distribution d'eau aux cultures et c'est à lui que s'apparente la technique d'aspersion, il est l'élément le plus sophistiqué du réseau où se concentre une technologie de pointe. Celle-ci consiste en un ajutage taillé et calibré avec précision dans le bronze ou un autre matériau par où l'eau sort sous forme de jet puissant aussitôt pulvérisé par une cuillère de déflecteur (fig. 6 et fig. 7). L'eau précipite en fines gouttelettes sur le sol, simulant la pluie. Le fonctionnement de cette appareil arroseur situé aux extrémités aval du réseau ne peut avoir lieu qu'à partir d'un certain niveau de pression de l'eau, celle-ci est totalement dépendante de la topographie du terrain, de toute la structure (taille et densité) de la partie amont du réseau (Zella, 2013).

Un asperseur en fonctionnement arrose une surface circulaire avec un apport d'eau plus ou moins régulier, la pluviométrie induite par le jet d'eau diminue au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'arroseur. La circonférence de la station reçoit donc moins d'eau que sa partie centrale, afin d'y remédier les asperseurs doivent être disposés sur les rampes de sortes que leurs jets d'eau se croisent. C'est ainsi que se définissent les écartements entre rampes (Er) et les écartements (Ea) entre asperseurs (Zella, 2013).



**Figure 6.** Asperseur métallique à double buse (*source*: NaanDanJain Ltd, 2015).



**Figure 7.** Asperseur en plastique à double buse (*source*: NaanDanJain Ltd, 2015).

Depuis que cette technique a via le jour, on trouve sur le marché un éventail de types d'asperseurs des plus simples aux plus fantaisistes, tous différents dans leur structure et dans leur fonctionnement. Chaque année, un lot de nouveauté est dévoilé aux utilisateurs, profitant des avancées technologiques dans les autres domaines, rendant plus large et variée la gamme commercialisée des asperseurs. On trouve des asperseurs: métalliques, plastiques, réglables et des micro-asperseurs (Zella, 2013).

### **2.3. Les canalisations d'un réseau d'aspersion**

Le faisceau de canalisation qui se densifie depuis la source d'eau jusqu'au peigne constitue la trame du réseau, formant ainsi les rampes, les portes rampes et les canalisations d'adduction. Ces canalisations se distinguent principalement par leur matériau d'usinage, en acier, en aluminium ou en plastique et se différencient naturellement par leur diamètre. Elles sont destinées au transport de l'eau sous pression, ne représentant pratiquement aucune différence avec celles utilisées en AEP, au point de vue matériaux et montage, seuls les débits à véhiculer sont plus forts entraînant des diamètres élevés. On utilisera souvent le béton armé pour des canalisations de gros diamètres (1 à 3 m) (Zella, 2013).

Les canalisations rigides constituant les rampes sont en acier léger galvanisé, en alliage d'aluminium ou en plastique (PVC, PE et PEHD) tout comme les asperseurs, les rampes sont fabriquées en longueur standard de 3 m, 6 m ou 9 m, avec extrémité mâle et extrémité femelle et un dispositif de fixation. La jonction peut se réaliser par raccord fileté, à crochets ou raccord mécanique à emboîtement ou raccord hydraulique, elles résistent à des pressions de (8 à 10 bars) et leur gamme de diamètre s'étale de 50 à 152 mm (Zella, 2013).



Les canalisations souples et flexibles en polyéthylène (PE) sont de plus en plus utilisées en raison de leur flexibilité et leur moindre encombrement, ce qui leur accorde maniabilité et liberté dans les opérations d'irrigation, de déplacement et de transport. La canalisation plates, du style de celles des pompiers sont aussi utilisés et largement préférées en raison des facilités qu'elles offrent (Zella, 2013).

#### **2.4. Les accessoires**

Les vannes et vannettes, les compteurs d'eau, les régulateurs de débit et de pression, les tés, les raccords, les manomètres (Zella, 2013), sont parmi les accessoires du réseau d'aspersion.

#### **2.5. Alimentation et distribution d'eau**

Les réseaux de distribution sont alimentés en eau par des canalisations d'adduction qui font transiter l'eau depuis la source vers la parcelle cultivée. A ce niveau, une borne d'irrigation sert une ou plusieurs exploitations en fonctions de l'importance du débit et de la proximité des soles à irriguer (Zella, 2013).

Une fois le débit spécifiques d'arrosage déterminé, il doit être amené à la limite de la zone à irriguer, pour être distribué aux parcelles. On distingue 3 types de la distribution: distribution continue, distribution par rotation et distribution à la demande.

#### **2.6. Types d'installation**

Il existe trois types d'installation du système d'aspersion: installations fixes, installations mobiles et installation mixtes.

#### **2.7. Dispositions post dimensionnement**

Les différents qualificatifs utilisés dans la définition des surfaces mise en jeu entretiennent quelque fois la confusion entre surface totale, surface agricole utile, surface irrigable, surface équipée et surface irriguée (Zella, 2013).

##### **2.7.1. Données nécessaires pour l'élaboration du réseau d'aspersion**

**Données de terrain:** carte de positionnement, carte topographique, les dimensions et la géométrie des parcelles, la pédologie et l'hydro-pédologie (texture et structure, point de flétrissement, capacité de rétention RU et RFU, perméabilité K), on peut ajouter la profondeur du sol.

**Données climatiques:** pluviométrie utile ou efficace, rayonnement, humidité de l'air, température et vents. Calcul des besoins en eau théoriques ETP et réelles ETR, besoins de pointe, débit spécifique d'arrosage ( $q_c$ ).

**Données agronomiques:** connaissances des cultures (durée de cycle, période de croissance, profondeur racinaire et le coefficient cultural ( $K_c$ )).

**Données hydrologiques:** débit réserve d'eau en quantité et qualité, pression disponible à la prise, puits, sa profondeur et son débit.

**Données relatives aux matériels d'irrigation du réseau:** type de réseau, et de distribution, de disposition, type de tuyauterie, type d'arroseur, écartement, débit, pression, pluviométrie d'arrosage, automatisme éventuel, surface d'arrosage d'un poste, débit horaire d'arroseur, sa pluviométrie, sa pression requise, le nombre d'arroseurs par rampe, le nombre de rampes et la détermination de diamètre, des pertes de charges, la station de pompage, de l'uniformité d'arrosage et enfin les coûts.

### **2.7.3. Dose d'arrosage**

C'est la quantité d'eau apportée au sol qui fait évoluer son humidité instantanée vers l'humidité à sa capacité de rétention, sur une profondeur donnée du sol prise égale à la taille des racines, son maximum est atteint quand l'humidité inférieure est celle relative au point de flétrissement (Zella, 2013).

$$\text{Dose} = \text{débit} * \text{temps d'écoulement}$$

### **2.7.4. Les besoins en eau de cultures**

Les besoins en eau théoriques sont les reflets des caractéristiques du microclimat de la culture et notamment son bilan énergétique, déterminés par les modèles théoriques appropriés une fois la répartition des cultures envisagées est fixée, leurs besoins pratiques en eau sont également estimés mois par mois avec une fréquence décennale ou quinquennale. Cette estimation permettra de connaître les besoins de pointe et le débit caractéristique d'arrosage, supposé couvrir les besoins du périmètre en période de pointe (Zella, 2013).

## **3. Le dimensionnement**

Le dimensionnement de réseau d'aspersion consiste à déterminer les longueurs, les diamètres le nombre des canalisations qui répondent aux critères techniques (pression, pluviométrie et uniformité), dont le but de satisfaire les besoins de la culture (Zella, 2013).

### **3.1. Calcul de diamètres et des longueurs**

Une première esquisse du réseau avec l'emplacement des asperseurs permet d'avoir une estimation des débits et des longueurs des différentes canalisations. Cette disposition permet aussi de donner une évaluation des diamètres, en se fixant des vitesses de l'eau inférieures à 1,5 m/s, cependant, ses éléments sont déterminés en tenant compte des pertes de charges.

Le calcul des diamètres des canalisations à mettre en place s'effectue en prenant en considération le poste d'arrosage le plus défavorisé, c'est-à-dire celui pour lequel les débits doivent être transportés sur les plus grandes longueurs. Afin de normaliser le matériel, on utilisera un seul diamètre pour chaque canalisation de rang donné (canalisation d'approche, canalisations secondaires, rampe) (Clément et *al*, 1978).

### 3.2. Calcul des pertes de charge totales

Les pertes de charges réparties ou linéaires dans les canalisations sont déterminées sur le plus long trajet de l'eau dans le réseau, le calcul peut être généralisé, conduite par conduite, jusqu'au dernier asperseur, ainsi, on pourra connaître la pression et le débit en n'importe quel point de réseau, pour cela, il existe plusieurs relations de calcul des pertes de charges (Zella, 2013).

Les pertes de charge sont fonction des diamètres des tuyaux, longueur de la canalisation (ainsi ses matériaux), vitesse de l'eau dans les canalisations et les singularités du réseau (coudes, vannes, tés...) (Clément et *al*, 2007).

Dans le calcul des pertes de charge sur un réseau d'irrigation par aspersion, il y'a deux méthodes classiques; celle de Scobey et celle de Christiansen:

#### -Méthode de Scobey

Le calcul de pertes de charge totale selon la formule de Scobey :

$$J = b \frac{Q^x}{D^y}$$

Les valeurs de  $b= 1,643$ ,  $x= 1,89$  et  $y= 4,87$ , sont relatives aux tuyaux en alliage léger et intègrent les pertes de charges singulières due aux joints et raccords.

Le calcul de pertes de charge linéaires relatif à une rampe peut être effectué en calculant tronçon par tronçon les pertes de charges, un abaque basée sur la relation de Scobey permet d'évaluer la perte de charge de manière graphique.

L'autre manière de calcul est effectuée en considérant une rampe équipée de  $N$  asperseurs implantés à écartement constant ( $Ea$ ), le premier asperseur est disposé à une distance  $Ea$  du début de la rampe. Le débit total de la rampe en tête est  $Q$  et le débit moyen de chaque asperseurs est  $q= Q/N$ . Les pertes de charge correspondantes à ces tronçons sont:

$$\Delta H = \left[ b \left( \frac{Q}{N} \right)^x / D^y \right] Ea \sum_{n=1}^{n=N} n^x$$

Le terme entre crochets représente la perte de charge unitaire "Scobey" d'une conduite de diamètre  $D$  et traversée par le débit  $Q$ . Ce terme est multiplié par un autre terme qui représente la longueur de la conduite ( $Ea$ ) et un coefficient réducteur, tenant compte de la réduction progressive du débit. Car les pertes de charge sont plus élevées en tête de rampe où le débit est important et le régime est turbulent comparativement aux pertes de charge en fin de rampe ou les débits s'affaiblissent en raison du débit de route rendant le régime laminaire. Ce deuxième terme peut être assimilé à une longueur fictive de la rampe par laquelle il suffit de multiplier la perte de charge totale (réelle) dans la rampe, on peut écrire alors:

$$\Delta H = J.L_f$$

## - Méthode de Christiansen

Au niveau de la buse de l'asperseur le débit est proportionnellement au carré de la pression de fonctionnement ( $q = \alpha H^{0,5}$ ), sur cette base Christiansen propose de limiter l'écart maximum des débits au débit moyen à 10% ce qui correspond à un écart maximum de la pression à 20% de la pression moyenne. Cette règle qui vise à garantir une uniformité acceptable, impose des contraintes sur les pertes de charges tolérées et par conséquent sur les dimensions (longueur et diamètre) des rampes.

Cette méthodologie est très similaire à celle élaborée par "Christiansen" (1942) dans une conduite à diamètre constant et qui ne comporte pas d'asperseurs. La ligne d'énergie ou charge décroît linéairement de l'amont vers l'aval, en revanche, dans une rampe avec asperseurs le débit dans la rampe diminue après chaque sortie d'eau (asperseur) et la perte de charge unitaire (J) n'est plus par conséquent constante le long de la rampe mais diminue d'amont en aval. La méthode de Christiansen suppose que le débit de chacun des asperseurs est identique au débit moyen et que les (n) sorties sont uniformément réparties sur la longueur de la rampe. L'expression générale de la perte de charge linéaire s'écrit:

$$J = K_1 \frac{V^m}{D^r}$$

La même forme que la relation utilisée par Scobey, V est la vitesse dans la conduite D et le diamètre de la conduite et  $K_1$  un coefficient de rugosité, m et r sont des exposants avec:

- .m= 1 en (régime laminaire) ;
- .m= 1,75 en (régime turbulent) ;
- .m= 2 en (régime turbulent rugueux).

Les pertes de charge sont:

$$\Delta H = Fc \frac{K_2 L_r Q^m}{D^{2^{m+r}}}$$

Cette équation montre que l'on peut déterminer la perte de charge dans la rampe en multipliant celle d'une conduite véhiculant un débit Q et ayant un diamètre D et une longueur L par un coefficient de correction Fc, fonction de nombre total des asperseurs N et de l'exposant m.

### 3.3. Efficience d'application de l'eau

Dans un réseau d'aspersion, les pertes sont surtout dues aux fuites dans les jonctions entre canalisations, au niveau de prises d'eau, de téés etc. Lors de la répartition d'eau, les pertes par évaporation, par interception sur le feuillage, par l'arrosage des surfaces non cultivées et par la percolation profonde. Les pertes par évaporation sont aussi avantageées par le vent, notamment quand les gouttelettes sont trop fines, en revanche l'aspersion augmente considérablement l'humidité de l'air, en conséquence elle fait baisser le pouvoir évaporant de l'atmosphère, ce qui diminue l'évapotranspiration (Zella, 2013).

### **3.4. L'uniformité d'arrosage**

Le choix des asperseurs et des dimensions du réseau doit converger vers une distribution homogène de l'eau sur la surface parcellaire.

Actuellement, Il y'a des nouvelles méthodes de calcul, utilisant les logiciels permettant le dimensionnement des réseaux. Le dimensionnement d'un réseau d'irrigation se fait très rapidement et automatiquement en introduisant quelques données. Ils se représentent sous forme de boîte noire dont il est impossible de connaître leurs algorithmes, tels que Hydrocalc, IrriPro et CATCH 3D. Ces programmes permettant de résoudre diverses équations complexes et enfin calculer les différents paramètres hydrauliques.

#### **- Logiciel Hydrocalc**

C'est un outil convivial et simple pour effectuer des calculs hydrauliques de base, permet aux concepteurs, distributeurs et utilisateurs finaux d'évaluer la performance des composants de micro-irrigation et l'aspersion. Il dimensionne un réseau d'aspersion très rapidement avec une meilleure uniformité de distribution de l'eau dans la parcelle. C'est un logiciel de planification du système d'irrigation et il est conçu pour aider l'utilisateur à définir les paramètres d'un système d'irrigation.

La conception du logiciel pour le système d'irrigation est conçu pour aider les utilisateurs à définir leurs paramètres du système d'irrigation. Ils seront en mesure d'exécuter le programme avec tous les paramètres correspondant à l'analyse de sortie et modifier les données d'entrée pour un bon ajustement du système d'irrigation mis en place.

#### **- Logiciel IrriPro**

Le logiciel d'irrigation IrriPro est basé sur un algorithme innovant qui permet la conception, la gestion et l'analyse des réseaux d'irrigation notamment de micro-irrigation et permet un dimensionnement rapide et approprié des systèmes d'irrigation avec la rigueur scientifique nécessaire et la réduction du temps nécessaire à un projet.

IrriPro est capable de connaître le comportement de la plante et la qualité de l'irrigation en calculant la solution exacte de la distribution de l'eau dans chaque point du réseau, même en présence d'une pente, même si la surface à irriguer est de forme variable et même si le réseau est composé de plusieurs dizaines de milliers d'émetteurs. Si la morphologie du terrain et des équipements d'irrigation (tuyaux et émetteurs) est connue, l'application permet de réaliser la conception d'un système en quelques minutes, aidant l'utilisateur à traiter et exporter des nomenclatures, des rapports et des dessins techniques. Il peut même faire appel à des photos satellitaires prises de Google.

#### **- Logiciel CATCH 3D**

C'est un outil simulateur qui dimensionne les réseaux d'aspersion, avec une évaluation de performance d'uniformité de distribution. Le logiciel CATCH 3D est conçu pour simuler et

tracer en trois dimensions les densités d'aspersion dans la disposition rectangulaire ou triangulaire en recouvrant la tête d'appareil d'arrosage.

L'utilisation de logiciel CATCH 3D, semble intéressante; dans le cas d'irrigation par aspersion, puisque il nous permet de tester l'uniformité d'arrosage notamment en aspersion et par couverture totale. Les résultats de CATCH 3D peuvent être imprimés sur une imprimante matricielle, ou les graphiques de 3 dimensions peuvent être réalisés sur l'écran ou imprimés sur papier. Les paramètres des calculs de CATCH 3D incluent des évaluations de coefficient de l'uniformité ( $C_u$ ) et l'uniformité de la distribution de l'eau dans la parcelle.

#### **4. Les besoins en eau des cultures**

Après avoir dimensionné un réseau d'aspersion et fixé la culture (pomme de terre), il faut connaître les besoins en eau de cette dernière pour apporter la quantité d'eau exacte et nécessaire pour le développement et éviter le déficit hydrique.

Les cultures se développent, puisent du sol l'eau et les éléments nutritifs et la quantité d'eau donnée à la culture n'est pas entièrement absorbée par la culture. Une partie percole et se perd en profondeur. L'eau qui constitue la plante est libérée par transpiration à travers l'appareil foliacé, le reste est évaporé par le sol. L'ensemble de ces deux actions est l'évapotranspiration. Ce phénomène conditionne et détermine les besoins en eau des cultures. Selon Doorenbos et Pruitt (1975) cité par Ammar Boudjellal et Bammoun (2006) le climat est l'un des facteurs qui influe le plus sur le volume d'eau que la culture perd par évapotranspiration. La consommation en eau des plantes est fonction de l'évapotranspiration et de l'énergie solaire qui est à l'origine d'une demande potentielle en eau ou évapotranspiration potentielle (ETR).

L'évapotranspiration est la consommation en eau des plantes exprimée en (mm) d'eau d'une culture annuelle suivant son stade de développement végétatif et en absence de facteur limitant, et d'une évapotranspiration maximale exprimée en (mm) d'eau (ETM).

##### **4.1. La détermination des besoins en eau des cultures**

La détermination des besoins en eau d'une culture nécessite la connaissance de divers paramètres comme la réserve en eau du sol (RU) et la réserve facilement utilisable (RFU). Aussi la plante elle-même que les données climatiques ou pédologiques de la région.

D'après Doorenbos et Pruitt (1975) cité par Ammar Boudjellal et Bammoun (2006) l'estimation de l'évapotranspiration en vue de la programmation de l'irrigation doit se faire en se basant sur le calcul de l'évapotranspiration maximale et de la pluie efficace ( $P_e$ ).

Connaître la valeur des besoins en eau des cultures est à la base de:

**-Projet d'irrigation:** conception des réseaux d'irrigation (calcul du débit de dimensionnement des ouvrages).

**-Gestion des réseaux d'irrigation:** prévision à court terme programmation des apports d'eau et le pilotage des irrigations.

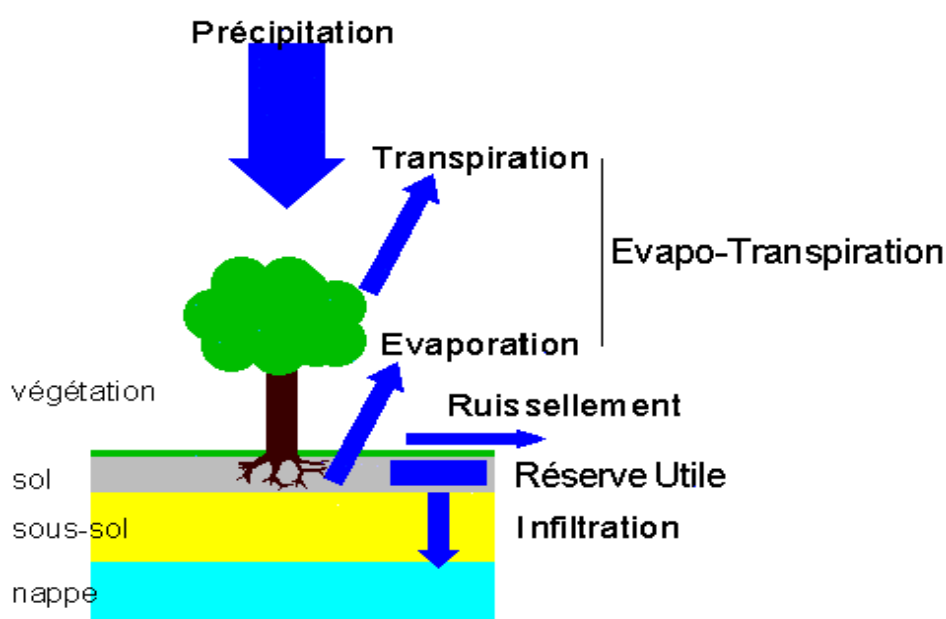
**-Planification de l'utilisation des ressources hydrauliques:** volume d'eau nécessaire pour l'irrigation, surfaces irrigables au vu des ressources, etc.

#### 4.2. L'évapotranspiration

L'évapotranspiration se définit comme étant le rejet global de vapeur d'eau par le sol et par les feuilles d'une plante (fig. 8). On distingue deux types d'évapotranspiration:

L'évapotranspiration potentielle (ETP) et l'évapotranspiration réelle (ETR).

Le rythme de la consommation d'eau d'une culture, et pour des périodes données est défini par le coefficient cultural ( $K_c$ ), qui est le rapport de (ETM/ETP). Ce coefficient cultural permet d'estimer une ETM à partir d'une ETP.



**Figure 8.** Le bilan hydrique (*source*: Bergeron et Painchaud, 2013).

### 5. Besoin en eau d'irrigation

Le besoin d'irrigation est défini comme étant le volume d'eau qui devra être apporté par irrigation en complément à la pluviométrie et éventuellement d'autres ressources telles que les remontées capillaires (l'apport d'une nappe phréatique), la réserve en eau initiale dans le sol, et la fraction de lessivage (lorsque la salinité influe sur la disponibilité en eau pour les plantes).

#### 5.1. Détermination des besoins en eau d'irrigation suivant le calendrier cultural

Les besoins en eau d'irrigation, sont la quantité d'eau que l'on doit apporter à la culture pour être sûr qu'elle reçoit la totalité de son besoin en eau. Si l'irrigation est la seule ressource en eau, le besoin en eau d'irrigation sera au moins égal aux besoins en eau de la culture et il est souvent plus important en raison des pertes à la parcelle (besoins de lessivage) percolation profonde, inégalité de répartition...

La détermination des besoins en eau d'irrigation nécessite de connaître certains paramètres de la culture et du sol comme: la durée des phases de croissance (en jour), les coefficients culturaux ( $K_c$ ) pour chaque phase de croissance, la profondeur d'enracinement en (mètre), RFU du sol...

## **5.2. Coefficient cultural**

Le coefficient cultural ( $K_c$ ) est le rapport entre l'évapotranspiration de la culture ( $ET_c$ ) et l'évapotranspiration potentielle ( $ET_0$ ), il intègre les effets des 4 caractéristiques primaires qui distinguent une culture de la culture de référence qui sont: la hauteur de la culture, la résistance de surface sol, l'albédo, l'évaporation de sol (Allen et *al*, 1998) cité par Ammar Boudjellal et Bammoun (2006).

Les facteurs qui influent sur la valeur de  $K_c$  sont: les caractéristiques de la culture, les dates de plantation ou de semis, le rythme de son développement et la durée de son cycle végétatif, les conditions climatiques, en particulier au début de la croissance et la fréquence des pluies ou des irrigations. On distingue les 3 valeurs de  $K_c$  (initial, mi-saison, et d'arrière-saison). Les valeurs les plus élevées du  $K_c$  sont observées au printemps et en automne, lorsque le sol est encore humide. Les valeurs les plus basses sont notées en été (Allen et *al*, 1998) cité par Ammar Boudjellal et Bammoun (2006).

## **6. Le pilotage de l'irrigation**

Le pilotage de l'irrigation, appelée encore conduite ou programmation des arrosages, consiste à répondre à 3 questions essentielles: quand irriguer, quelle dose prévoir, comment l'apporter (Ammar Boudjellal et Bammoun, 2006). Le pilotage de l'irrigation aura donc pour but, d'éviter le stress hydrique sur l'ensemble du cycle de la culture. L'opération de pilotage est délicate, nécessite la combinaison de plusieurs facteurs qui sont: climat, sol, plante, et moyens techniques; permet l'établissement d'un calendrier d'irrigation où est définie pour chaque irrigation la date et la dose jugées optimales. Les décisions à prendre pour conduire les irrigations sont:

### **6.1. Choix de la date d'irrigation**

Ce qui répond à la question « quand irriguer? » qui nécessite la connaissance de la réserve en eau du sol (RU et RFU), et le suivi de l'état hydrique de la plante, pour déclencher l'irrigation.

### **6.2. Choix de la dose et de la fréquence d'irrigation**

Il s'agit de savoir combien doit-on apporter à la culture et à quelle fréquence, on connaissant au préalable ses besoins en eau et le rendement qu'on espère obtenir. Dans la pratique, on a 3 possibilités de choix:

- Dose fixe et intervalle entre irrigation variable,
- Dose variable et intervalle fixe,
- Dose variable et intervalle variable.



### 6.3. Calendrier d'irrigation

Nous avons fixé les critères de la conduite d'irrigation comme suit:

- Irriguer quand la RFU est épuisée à 100% pour les cultures maraîchères et irriguer quand 50 mm de l'humidité du sol sera tarit pour les arbres fruitiers,
- Remplir la RFU à 100% (ramener la RFU à la capacité au champ),
- Début de pilotage: la première date de plantation de chaque culture.

Sur cette base l'irrigation se fait sans restriction imposée sur les fréquences d'irrigation et la disponibilité en eau, donc c'est une irrigation du confort hydrique.

### 7. Les expériences d'irrigation d'aspersion dans le monde

Dans le monde, plusieurs auteurs se sont penchés sur le dimensionnement des réseaux d'aspersion, c'est le cas de Christiansen qui a développé sa propre méthode devenue universelle. Elle est basée sur le calcul de la perte de charge de la rampe sans les asperseurs et le résultat est multiplié par un coefficient (tabulé) fonction du nombre d'asperseurs sur la rampe. Le coefficient d'uniformité est calculé, s'il n'est pas élevé, on refait les calculs avec d'autres dimensions.

En Tunisie (Yacoubi et *al*, 2004), l'étude des performances des systèmes d'irrigation d'aspersion a été menée sur la pomme de terre. Il a été constaté que l'uniformité d'arrosage change avec la dose d'irrigation. Ainsi l'uniformité a été de 86% pour une dose de 320 mm et 88% pour une dose de 430 mm.

Dans le même pays (M'Sadak et *al*, 2017), ont évalué expérimentalement l'uniformité des asperseurs sur un terrain nu en utilisant des pluviomètres. Le diagnostic de fonctionnement a permis d'établir expérimentalement les courbes pluviométriques des quatre asperseurs en collectant l'eau dans des pluviomètres. Ces courbes traduisent la dose apportée sur toute la surface irriguée. Les tests d'uniformité ont couvert une gamme de vitesses du vent dominant de 1 à 6 m/s et une gamme de pressions de 1,6 à 2,0 bars. Le bilan de fonctionnement a montré que les asperseurs sont en bon état de fonctionnement, vu la correspondance entre débits de busage théorique et pratique. L'étude a décelé également une sensibilité de l'aspersion classique au vent. L'évaluation de l'effet de la pression de service a montré qu'avec une pression faible, les gouttes d'eau sont grosses, alors qu'avec une pression un peu plus élevée, la portée du jet est plus importante et les gouttes sont plus fines, d'où le transport par le vent est favorisé, et par conséquent, une régulation de la pression est indispensable.

Aussi (Douh et *al*, 2012), ont étudié la variation de l'uniformité de distribution des eaux d'irrigation et le coefficient d'uniformité selon de la longueur de la rampe, la vitesse d'avancement, la variation de pression et le numéro de la travée par rapport au tour central. Il s'agit d'un pivot et les résultats de l'uniformité de la pluviométrie relevés après avoir procédé à l'entretien nécessaire confirment qu'il y'ait un rôle efficace pour améliorer les performances des systèmes d'irrigation.

Le travail fait sur sol argilo-limoneux, avec un rampe frontale de 360 m de longueur et de 15 m de hauteur et un écartement entre asperseurs de 4 m, avec une portée de 3 m. Deux valeurs

de pression:  $P_1 = 2$  bars avec une pluviométrie de 3,66 mm et  $P_2 = 2,3$  bars avec une pluviométrie de 5,74 mm ont été testées.

Ils ont trouvé que le Cu varie de 70 à 80%, pour une vitesse d'avancement de 25% à 50%. Donc les vitesses d'avancement de la rampe frontale et les coefficients d'uniformité sont inversement proportionnels (plus la vitesse d'avancement est importante, plus le coefficient d'uniformité diminue). Ont trouvé aussi, un Cu de 72.11% pour  $P_1 = 2$  bars et de 82.99% pour  $P_2 = 2,3$  bars. Donc le coefficient d'uniformité est directement influençable par la variation de pression.

En France (Geynet et Boyer, 2002), ont réalisé un essai comparatif de deux matériels d'irrigation sur pomme de terre. En utilisant l'aspersion en couverture intégrale selon un dispositif de 15x15m, pluviométrie 5 mm/h et goutte à goutte avec un écartement entre goutteurs de 30 cm, débit 270 l/h/100 m, avec un apport de doses d'irrigations identiques, dans une parcelle de 90x220 m, avec espacement de 0,8 m entre chaque butte.

Le volume d'eau d'irrigation par aspersion enregistré sur la campagne a été de 2520 m<sup>3</sup>/ha soit 252 mm, en ajoutant les précipitations, cette modalité a eu un apport d'eau total de 387 mm, et le volume d'eau d'irrigation par goutte à goutte de 2828 m<sup>3</sup>/ha, soit 283 mm, en ajoutant les précipitations, cette modalité a eu un apport d'eau total de 418 mm.

Des essais réalisées dans le même pays (Siri et Boyer, 2006) sur trois modèles d'aspersion: couverture intégrale classique équipée d'asperseurs à batteur Rain Bird, 15x18m, pluviométrie 10 mm/h, 4 rampes de 170 m, couverture mécanisable équipée de mini-asperseurs Plastro Ultima, 556 l/h à 3 B non autorégulé, 12x12m, sur pique 0,80 m, pluviométrie 3,8 mm/h, 2 rampes de 170 m, couverture mécanisable équipée de mini-asperseurs Naan-Dan Mankad super 10, 450 l/h à 3 B, maillage 12x12m, sur pique 0,80 m, pluviométrie 3,1 mm/h, 2 rampes de 170 m.

En absence de vent, les résultats reflètent:

Asperseurs à batteur: pression entrée de rampe de 5 bars, Cu moyen de 84,4%, pluviométrie moyenne de 12,1 mm/h, et une pluviométrie théorique de 10 mm/h.

Modalité ULTIMA: pression entrée de rampe de 3 bars, Cu de 86,8%, pluviométrie moyenne de 3,6 mm/h et une pluviométrie théorique de 3,8 mm/h.

Modalité MANKAD SUPER 10: pression entrée de rampe de 3 bars, Cu de 83,2%, pluviométrie moyenne de 3,4 mm/h et une pluviométrie théorique de 3,1 mm/h.

## Chapitre 2. Matériels et méthodes

Notre étude porte sur l'irrigation d'une parcelle de pomme de terre (variété Spunta) dans la région de Tipaza. Le but est d'atteindre un meilleur dimensionnement de réseau d'aspersion qui permet une distribution uniforme de la pluviométrie des asperseurs, mesurée par le coefficient d'uniformité (Cu).

Dans ce chapitre nous présente les matériels de notre travail et les méthodes du calcule:

### 1. Matériels

#### 1.1. Situation géographique de la zone d'étude

Notre travail s'effectue dans une parcelle dans la région de Tipaza. La wilaya de Tipaza se situe au Nord du Tel central (60 km à l'Ouest d'Alger), son chef-lieu se situe sur la latitude:  $36^{\circ} 58' 33''$  N, la longitude:  $2^{\circ} 41' 66''$ , l'altitude: 36 m (169 m de nos parcelle). La parcelle occupe une superficie de 4 ha, de forme carrée au milieu des exploitations (fig. 9).



**Figure 9.** Photo par satellites de Tipaza avec localisation de notre parcelle (Google earth).

#### 1.2. Sol

Le sol de la parcelle est bien drainé de texture limono-argileuse et possède un réserve utile  $RU = 140$  mm à 1 m de profondeur (Ammar Boudjellal et Bammoun, 2006).

### 1.3. Climat

Sur le plan climatique, la région de Tipaza se situe dans un seul étage bioclimatique subdivisé en deux variantes:

- L'étage subhumide caractérisé par un hiver doux dans la partie Nord;
- L'étage subhumide caractérisé par un hiver chaud dans la partie Sud.

La température varie en moyenne entre 33°C pour le mois le plus chaud de l'été (juillet, août), et à 5,7°C pour les mois les plus froids (décembre à février), selon les données de la station de Merad (1978-2007).

Les précipitations moyennes enregistrées par la station de Merad font ressortir une pluviométrie moyenne annuelle à l'ordre de 603 mm (Gutipaza@andi.dz, 2013). On trouve 3 saisons:

- **Saison pluvieuse:** de novembre à janvier,
- **Saison moyenne:** de mars à mai, et octobre,
- **Saison sèche:** de juin, jusqu'à septembre.

**Tableau 2.** Données climatiques de la wilaya de Tipaza (*source:* Ammar Boudjellal et Bammoun, 2006).

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Pluie (mm)	82,3	64,1	56,9	49,9	36,9	6,7	2,6	4,3	26,4	50,5	79,2	81
T max (°C)	16	16,5	18,5	20,1	23	27,1	30,2	31,5	28,3	24,8	20,1	17,2
T min (°C)	8,4	8,4	9,9	11,8	14,4	17,8	20,6	21,9	19,5	16,6	12,3	9,8

Concernent l'humidité relative relevée à la station de Staoueli, le mois le plus humide est le mois de janvier avec une humidité moyenne de 72,8%. Alors que le mois le moins humide coïncide avec le mois de juin avec 60,2%.

La zone littorale est exposée aux vents marins salés. Sinon les vents dominants soufflent du Nord Est et d'Ouest; la vitesse moyenne est de l'ordre de 2,5 à 3 m/s. Les vents du Nord sont généralement froids se produisent durant la quasi-totalité de l'année (le max en hiver d'où la nécessité d'utiliser les brises vent). Quant aux vents du Sud (Sirocco), souvent chauds et secs ils soufflent en moyenne 13 jours par an (Juillet, Août) d'après Seltzer (1946) in Ammar Boudjellal et Bammoun (2006). L'insolation moyenne mensuelle à Tipaza est donnée selon le tableau suivant:

**Tableau 3.** Insolation moyenne mensuelle (latitude 36°) (*source:* Ammar Boudjellal et Bammoun, 2006).

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Moyen (heure)	304,1	307,8	360,4	386,1	428,6	433,5	447,5	425,7	379,2	357,7	313,9	303,2

Les superficies relatives des plaines (35,8%) ainsi que les collines et des piémonts (33,8%) donnent à ce secteur une place particulièrement importante dans la vie économique de la Wilaya. Les superficies irriguées représentent environ 23% de la SAU, dont 12% irriguées par les méthodes gravitaires connues pour leur mauvaise efficacité d'utilisation de l'eau (DSA, 2004).

#### **1.4. Plante (culture maraîchère)**

##### **1.4.1. La pomme de terre**

La pomme de terre est une plante annuelle exigeante en eau à multiplication végétative (fig. 10), leur cycle de la vie 90 à 120 jours (selon la variété). Les racines peuvent se développer jusqu'à 50 cm dans le sol (Thibault, 2003). Sa reproduction est alors assurée par le tubercule, qui donne naissance à des germes. Les bourgeons aériens des germes se développent en rameaux feuillés, tandis que les bourgeons souterrains évoluent en stolons. Lorsque les stolons cessent leur élongation et que des renflements apparaissent, alors le stade de tubérisation est atteint. Une fois formés, les tubercules commencent leur grossissement (Arvalis et Vannetzel, 2011).

La plante du pomme terre aime les climats tempérés, humides et brumeux, sols profonds, sains et de bonne fertilité, limoneux- argileux (pH de 5,8 à 6,5 et salinité: 1,9 à 3,2 g / l), une température optimum 15 à 21°C, redoute le gel et la sécheresse (Itcmi@yahoo.fr, 2010).



**Figure 10.** La plante de la pomme de terre.

Les besoins en eau vont principalement avec la profondeur du système racinaire et varient selon la période. Ils se situent aux environs 3 à 4 mm d'eau/jour avant la tubérisation et de 5 à 6 mm/jour dès la formation des tubercules (Thibault, 2003).

## - La culture de la pomme de terre dans le monde

La pomme de terre joue un rôle clé dans le système alimentaire mondial. C'est la principale denrée alimentaire non céréalière du monde selon la FAO.

Selon les historiens, l'entrée de la pomme de terre en Algérie remonte au milieu de la première décennie du dix-neuvième siècle, elle a été cultivée principalement pour l'exporter vers le marché Français. Après l'indépendance, elle est devenue un produit important pour la consommation locale, et elle est devenue de plus en plus importante dans le régime alimentaire, elle représente la première culture maraîchère du point de vue superficie et production, selon le Ministère de l'Agriculture.

Les variétés les plus cultivées en Algérie sont Spunta, Nicola, Diamant, Atlas, Désirée...

## - Zones de production en Algérie

Littoral, sublittoral, atlas tellien et hautes plaines.

**Primeur:** Boumerdes, Tipaza, Skikda, Alger, Mostaganem, Tlemcen

**Saison:** Ain-defla, Mascara, Mila, Souk Ahras, Boumerdes, Mostaganem, Sétif, Tizi-Ouzou, Tiaret, Tlemcen, Batna, Chlef, Bouira, El-Oued.

**Arrière-saison:** Ain-Defla, Mascara, Guelma, Chlef, El oued, Tlemcen, Mostaganem, Djelfa...

### 1.4.2. La variété Spunta

Spunta est bonne résistance à la chaleur et à la sécheresse, s'adapte à de très nombreux environnements, peut être cultivée sur tous types des sols (on obtient une bonne structure de sol lourd), Spunta a un cycle végétative de 90 jours de plantation, et peut être plantée précocement, mais il faut éviter de planter dans des conditions trop froides (www.hzpc.com, 2018).



**Figure 11.** Le tubercule de la variété Spunta (*source: www.hzpc.com, 2018*).

## - La plantation

Labour: 25 à 30 cm ;

Distances de plantation: entre billons: 0,75 m et entre plantes: 0,30 m ;

Calibre: 28- 55 mm ;

Densité: 37 000 à 45 000 plants / ha ;

Profondeur: 5 à 7 cm ;

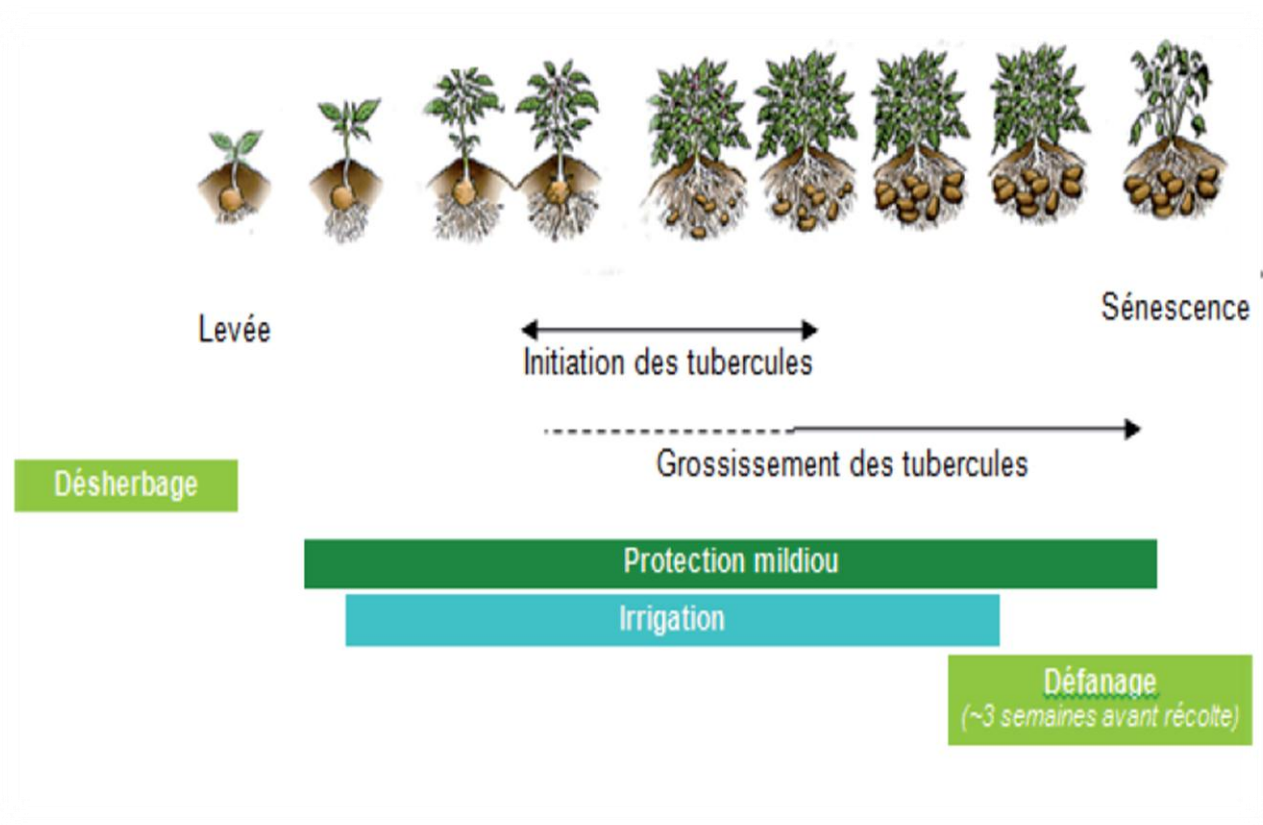
Quantité: 25 à 27 Qx / ha.

Date de plantation: les trois calendriers de culture de pomme de terre:

- **Primeurs:** 15 novembre - 15 janvier ;
- **Saison:** 15 janvier -15 mars ;
- **Arrière-saison:** 15 août -15 septembre.

## -Cycle végétatif

Après la plantation, le cycle végétatif de la plante de la pomme de terre passe par plusieurs étapes: Initiation (levée), développement et mi-saison (croissance, développement des tubercules et floraison) et arrière-saison (sénescence et maturation). Le schéma (fig. 12) résume ce cycle.



**Figure 12.** Schéma du cycle de production (*source*: Arvalis et Vannetzel, 2011).

## 1.5. Irrigation

La pomme de terre est irriguée par aspersion (fig. 13) selon les besoins en eau estimés:

**Culture de saison:** 4000 à 6000 m<sup>3</sup>/ha ;

**Culture d'arrière-saison:** 3000 à 4000 m<sup>3</sup>/ha ;

**Culture de primeur:** 2000 à 3000 m<sup>3</sup>/ha.

Les quantités d'eau consommées varient en cours de végétation, elles sont faibles au début, très élevées au moment de la formation des stolons et des tubercules (50 à 60 jours après plantation) et minimales lors de la maturation (Itcmi@yahoo.fr, 2010).



**Figure 13.** L'irrigation de la pomme de terre par aspersion (Original, 2018).

### - La culture de la pomme de terre en Tipaza

La culture de pomme de terre peut avoir 3 cycles de production (saison, primeur et arrière-saison) dont les besoins en eau totaux d'après Doorenbos et Kassem (1987) cité par Ammar Boudjellal et Bammoun (2006) sont généralement entre 500 et 700 mm dans la wilaya de Tipaza ces besoins (ETM) en année normale sont de:

- Pomme de terre d'arrière-saison ~ 346 mm/ ha,
- Pomme de terre de saison ~ 486 mm/ ha,
- Pomme de terre de primeur ~ 160 mm/ ha.



### - Les besoins en eau

Les besoins en eau vont principalement avec la profondeur du système racinaire et varient selon la période. Ils se situent aux environs 3 à 4 mm d'eau/jour avant la tubérisation et de 5 à 6 mm/jour dès la formation des tubercules (Thibault, 2003).

### - Les besoins en eau d'irrigation

Les besoins d'irrigation de la pomme de terre les plus élevés sont de 353 mm pour une culture de saison et ils ne sont que de 95 mm pour une culture d'arrière-saison et nuls pour la culture de primeur (Ammar Boudjellal et Bammoun, 2006).

## 1.6. Matériels d'irrigation

### - Réseau

Le réseau d'irrigation par aspersion qui consiste de: la source d'eau (le barrage), la borne d'irrigation, la vanne, les canalisations (le conduite principale, le conduite secondaire en PVC et en aluminium), les raccords les portes rampes, les rampes et les asperseurs en plastique. On a deux réseaux identiques, le réseau se compose de 6 rampes identiques (couverture intégrale de 12x12m), avec une alimentation au milieu de la conduite porte rampe (fig. 14).

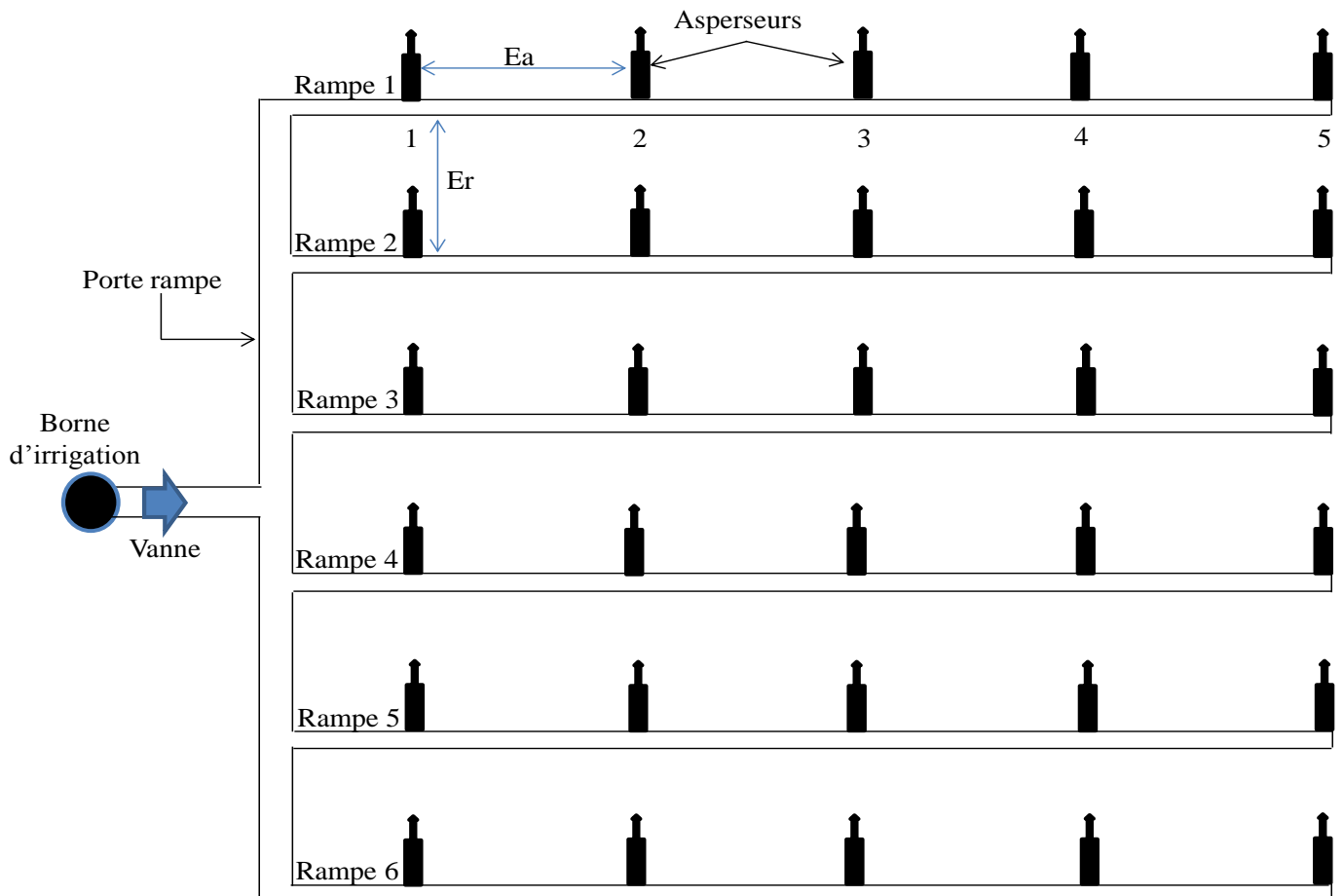


Figure 14. Schéma d'un réseau d'aspersion avec 6 rampes (Original, 2018).

**Porte rampe:** deux canalisations ont été testées, il s'agit d'un tuyau en PVC de Ø: (160/152,4 mm), et d'Aluminium de Ø: (100/98 mm). La longueur totale est de 60 m.

**Rampe:** on a utilisé deux types de rampes différentes, l'une en plastique PVC ayant les caractéristiques de PN= 6 bars, avec trois diamètres: Ø<sub>1</sub>: (50/47 mm), Ø<sub>2</sub>: (63/59,2 mm) et Ø<sub>3</sub>: (75/70,6 mm). L'autre en Aluminium de PN= 6 bars, avec Ø: (100/98 mm).

Le teste a été réalisé sur une gamme de longueurs variant de 30 à 2000 m:

**Tableau 4.** Longueurs différentes de rampe.

L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	L <sub>6</sub>	L <sub>7</sub>	L <sub>8</sub>	L <sub>9</sub>
30	100	150	180	200	450	1000	1800	2000

**Asperseur:** on a choisi un type d'asperseur en plastique dont les caractéristiques sont les suivantes:

Arroseur en plastique 5035 SD à batteur 3/4" mâle à buses à baïonnette (fig. 15). Avec un écartement jusqu'à 20 m, et un débit de 1.24 à 3.54 m<sup>3</sup>/h, et une pression de fonctionnement est de 3 à 5 bars.

Dans notre cas, on utilise:

Ecartement de 12x12m, Qa= 3,07 m<sup>3</sup>/h (une portée de 17,5 m, selon le catalogue).



**Figure 15.** Asperseur sur frondaison 5035 SD.

## 2. Méthodes de calcul

Le but de notre étude est d'atteindre le meilleur dimensionnement de réseau de l'aspersion qui permet une distribution uniforme au niveau de chaque asperseur et pour cela l'étude se base sur les calculs de la variation de débit au niveau de chaque élément de système et surtout au niveau de la rampe.

### 2.2. Méthodes informatisées

Dans ce cas de cette étude, on utilise le logiciel Hydrocalc.

#### 2.2.1. Logiciel Hydrocalc

Le logiciel comprend une ouverture fenêtre principale cinq programmes informatiques, une langue jeu de fenêtre et une base de données qui peut être modifié et mis à jour par l'utilisateur. Il contient 6 programmes du calcul (émetteur, porte rampe, canalisation, raccourci, vanne, calcul), et une fenêtre qui est les paramètres de langue d'utilisation (fig. 16).



Figure 16. Planification de logiciel Hydrocalc.

## - Les entrées

**Porte d'émetteurs:** type d'émetteur,  $Q_a$ , espacement, type de tube, diamètres, longueurs, pression à la fin, K, pression nominal du tube et la méthode du calcul.

**Porte rampe:** type de tube, diamètres,  $Q_i$ , longueur, nombre de rampes et la pression initial.

**Pluviométrie:**  $Q_a$ ,  $E_a$  et nombre de rampes.

**Fréquences d'irrigation:** demande en eau, pluviométrie et durée d'irrigation.

## - Les sorties

Il contient les résultats suivants:

**Débit moyen d'émetteur:** calculé en divisant le débit d'entrée dans la rampe par le débit total des émetteurs.

**Débit d'entrée dans la rampe:** le débit cumulé le long de la ligne entière.

**Variation de débit:** est la différence en pourcentage entre la libération de l'émetteur maximale à la décharge de l'émetteur minimum.

$$FV(\%) = [(Q_{\max} - Q_{\min}) / Q_m] * 100$$

Avec:

FV: variation de débit en pourcent (%);

$Q_{\min}$ : débit minimal ( $Q_m$ );

$Q_{\max}$ : débit maximal ( $Q_i$ );

$Q_m$ : débit moyen d'émetteur.

**Emission uniformité ou Uniformité d'émission:** est le résultat de la formule suivante comme spécifié par le ASAE:

$$EU(\%) = (Q_{\min} / Q_{\max}) * [1 - 1.27 * CV / n^{1/2}]$$

Avec:

EU: émission d'uniformité (Cu) en pourcent (%);

$Q_{\min}$ : débit minimal ( $Q_m$ );

$Q_{\max}$ : débit maximal ( $Q_i$ );

CV: coefficient de variation de débit et n: nombre d'émetteurs.

**Pression min/max d'émetteur:** la pression dans l'émetteur avec une pression extrême (minimale ou maximale) (pas nécessairement au début ou à la fin de ligne).

**Vitesse d'entrée:** la vitesse maximale à l'entrée de la rampe.

**Longueur totale:** le résultat du calcul ou de la valeur donnée pour la longueur de la rampe.

**Nombres des émetteurs:** le nombre cumulé d'émetteurs le long de la longueur donnée.

**Pressions dans la rampe:** la pression au début de la rampe et donne la pression de tous émetteurs.

**Pression dans la porte rampe:** la pression à l'extrémité de la ligne.

**Pluviométrie d'émetteurs (arrosage) et la Fréquence d'irrigation.**

Ces valeurs ne se rapportent pas aux distances saisies au cours de la topographie de la ligne. Les définitions visent à donner une image au sujet des pertes de pression le long de la ligne.

### 2.2.2. Le calcul des besoins en eau des cultures

Dans un premier temps, la détermination des besoins en eau d'une culture nécessite la connaissance de divers paramètres, aussi bien la plante elle-même que les données climatiques ou pédologiques de la région. L'estimation de l'évapotranspiration pour l'irrigation doit se faire en se fondant sur le calcul de l'ETM et de  $P_e$ .

#### - Besoin en eau de culture (ETM)

En matière d'irrigation, on cherche à placer les plantes dans des conditions de production optimales et on base l'irrigation sur la valeur de l'évapotranspiration maximale (ETM) qui est une valeur ponctuelle liée à l' $ET_0$  qui est relative à une région par un coefficient cultural, donnée par la formule de base de l'approche climatique:

$$ETM = K_c \times ET_0$$

ETM: évapotranspiration maximale d'une culture (mm),

$K_c$ : coefficient cultural,

$ET_0$ : évapotranspiration de référence (mm).

#### - Besoin en eau d'irrigation

Le besoin d'irrigation (BI) est le volume d'eau qui devra être apporté par irrigation en complément à la pluviométrie. Avec:

$$BI = ETM - P_e$$

### **- Choix du coefficient cultural**

En choisissant le  $K_c$  approprié pour une culture donnée et pour chaque mois du cycle végétatif, il faut tenir compte du rythme de son développement, l'époque de plantation ou de semis, les conditions climatiques notamment le vent et l'humidité, et également la particularité de la formule utilisée pour le calcul de l' $ET_o$ . Selon Tuzet et Perrier (1998) cité par Ammar Boudjellal et Bammoun (2006), le  $K_c$  varie essentiellement avec les caractéristiques propres de la culture et seulement un peu avec le climat.

### **- Le choix des critères de la conduite des irrigations**

Calcul de la pluie efficace ( $P_e$ ), fixe le calendrier d'irrigation (pilotage d'irrigation) et l'efficacité d'irrigation qui peut varier cette efficacité selon le système d'irrigation utilisée et la nature du sol.

## Chapitre 3. Résultats et interprétations

### Généralités

Dans ce chapitre on présente les résultats de notre travail sur le dimensionnement du réseau (calcul de diamètres, longueurs, pression, débit, Cu et de pluviométrie d'arrosage) et l'humidité du sol de Tipaza (K, RU et RFU), enfin a détermination des besoins en eau (ETM), les besoins en eau d'irrigation (BI), la dose d'irrigation de notre plante (pomme de terre variété Spunta).

#### 1. Le réseau

Les résultats se fait à propos les données suivants:

Réseau de 6 rampes à une couverture intégrale de  $E_a = 12 \times 12 \text{m}$ ,  $Q_a = 3,07 \text{ m}^3/\text{h}$ .

##### 1.1. Calcul du coefficient d'uniformité

Selon le logiciel Hydrocalc, les résultats du coefficient d'uniformité au niveau de la rampe testée pour quatre diamètres différents et neuf longueurs sont exprimés dans le tableau 5.

**Tableau 5.** Coefficient d'uniformité (Cu) pour différentes longueurs et diamètres de rampe.

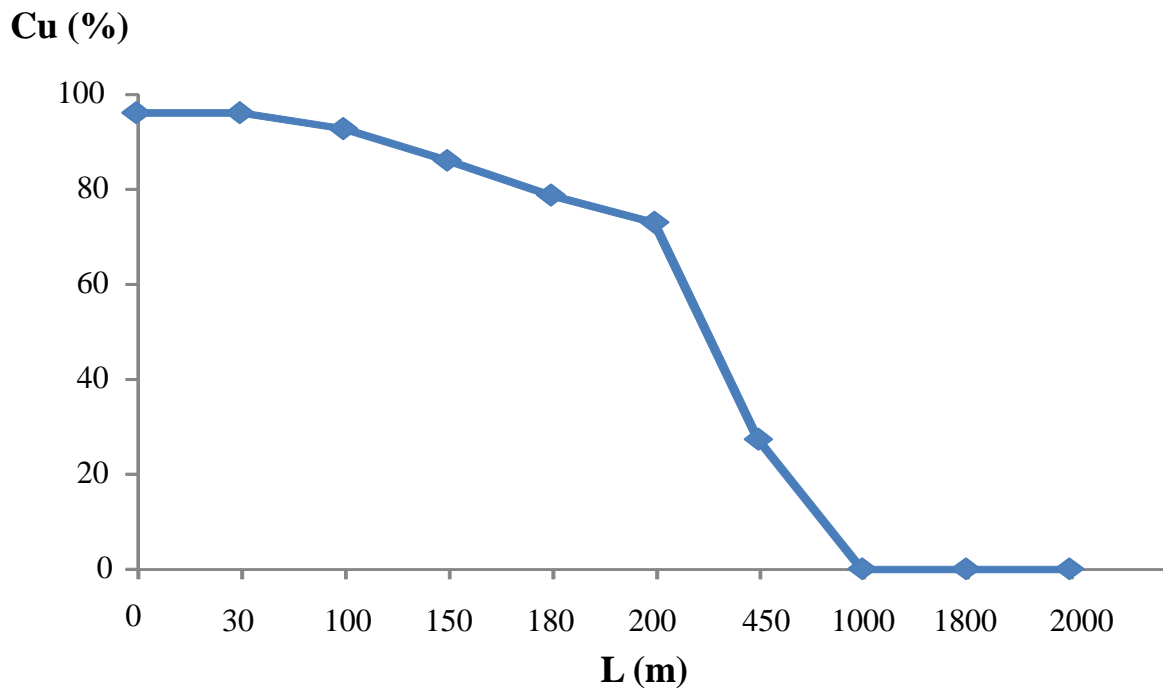
L (m)	PVC Ø: 50 mm (Cu %)	PVC Ø: 63 mm (Cu %)	PVC Ø 75 mm (Cu %)	Aluminium Ø: 100 mm (Cu %)
<30	96,13	96,17	96,18	96,19
30	96,13	96,17	96,18	96,19
100	92,74	95	95,67	96,08
150	86,07	92,64	94,61	95,85
180	78,72	89,77	93,27	95,57
200	72,99	87,29	92,15	95,31
450	27,30	50	68,05	88,72
1000	0	8,53	13	54
1800	0	0	0	12,9
>2000	0	0	0	0

On constate que plus la longueur de la rampe augmente (aussi le nombre d'asperseurs), le Cu diminue de 96% pour une longueur de 30 m (N= asp.) à 0 % pour une longueur en PVC ( $\varnothing= 50$  mm) égale à 1000 m.

Le Cu s'annule pour une longueur de 1800 m en PVC ( $\varnothing= 63$  mm) et en PVC ( $\varnothing= 75$  mm).

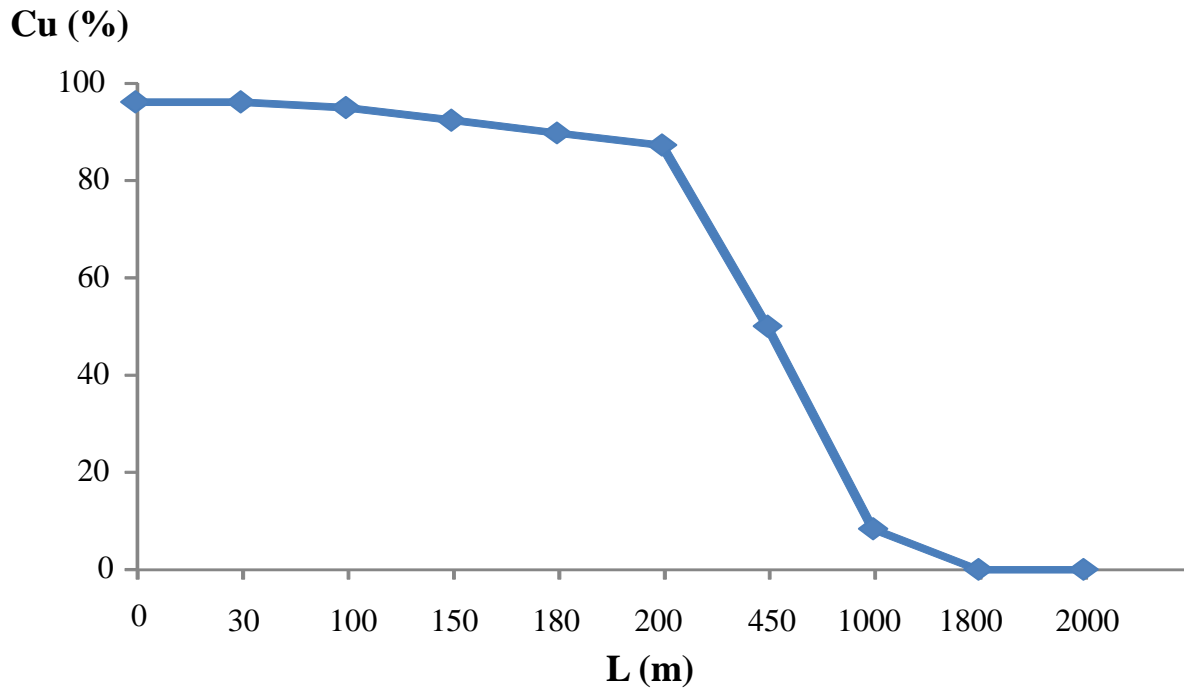
Pour l'Aluminium ( $\varnothing= 100$  mm), le Cu s'annule pour une longueur de 2000 m.

Les résultats en exprimé dans les graphes suivantes:

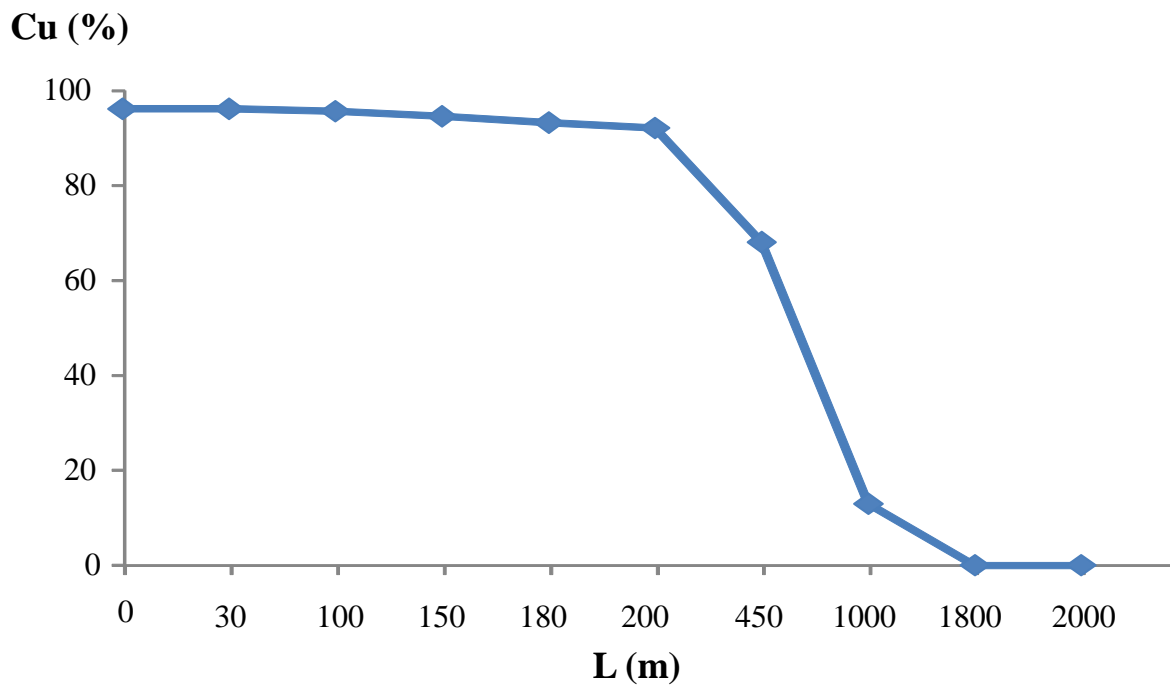


**Figure 17.** Cu de PVC diamètre  $\varnothing$ : 50 mm.

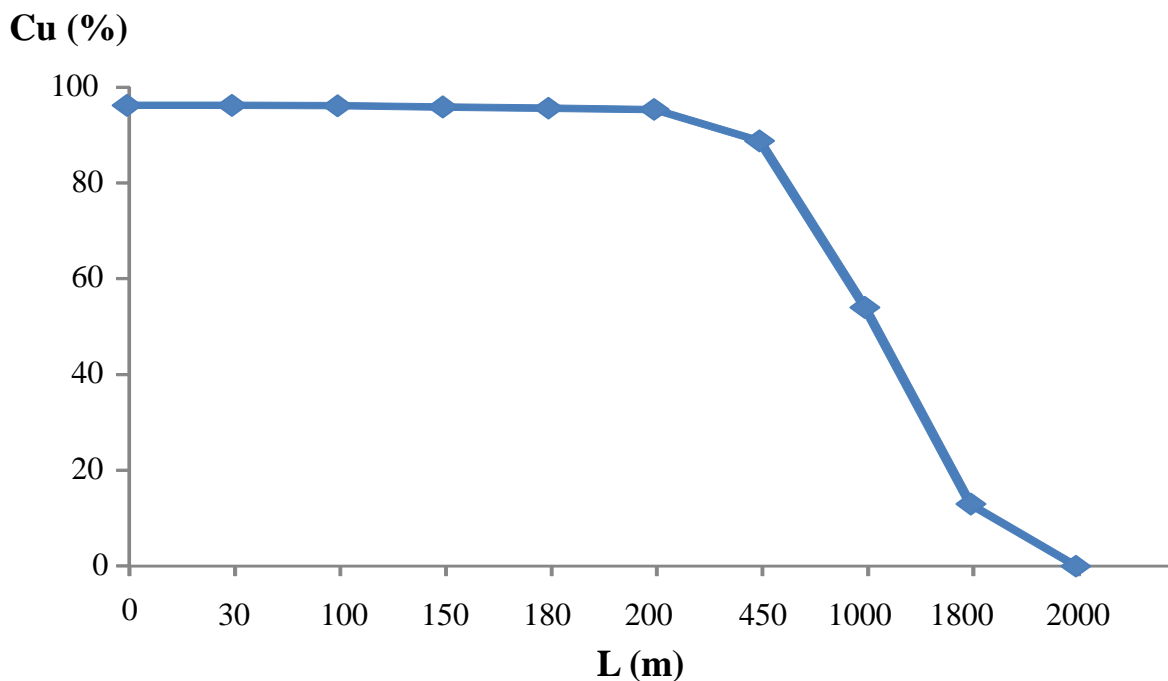




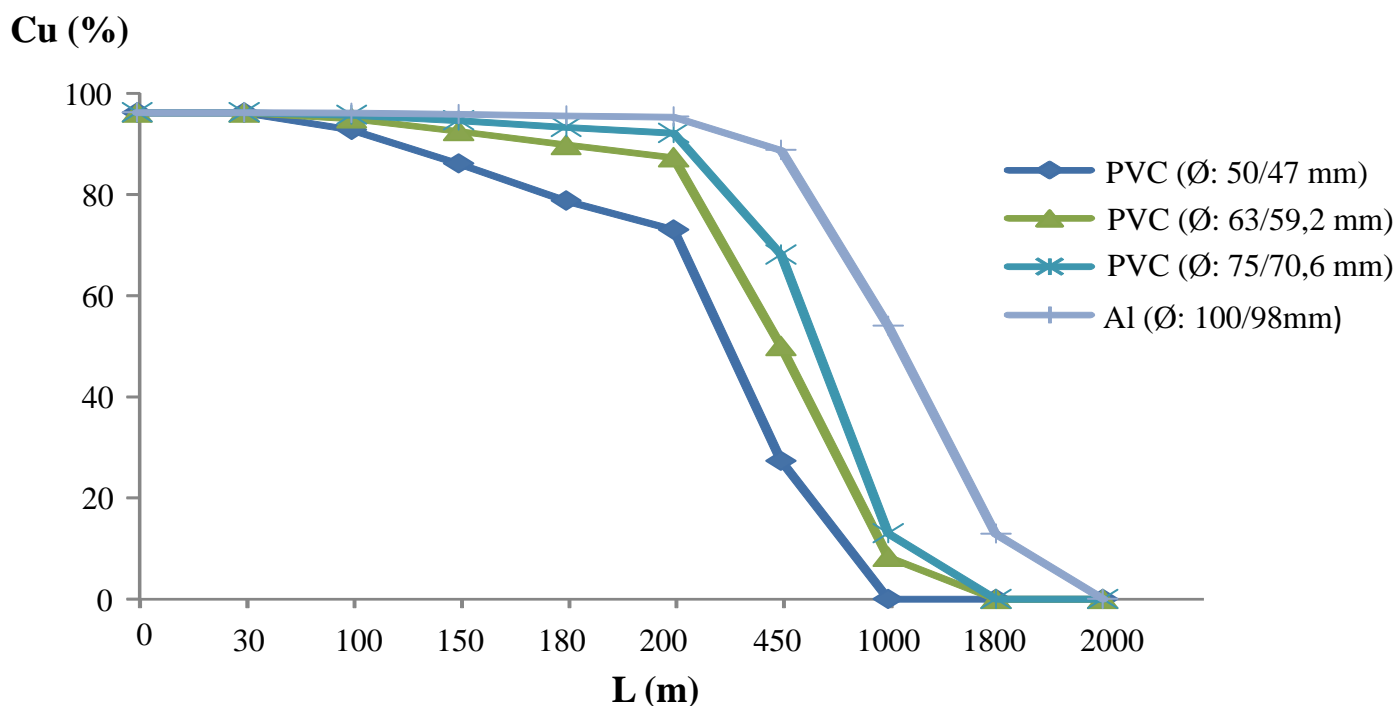
**Figure 18.** Cu de PVC de diamètre Ø: 63 mm.



**Figure 19.** Cu de PVC de diamètre Ø: 75 mm.



**Figure 20.** Cu de l'Aluminium diamètre Ø: 100 mm.



**Figure 21.** Cu des différentes longueurs et diamètres.

On remarque que les valeurs de Cu sont presque constantes pour tous les diamètres dans les premiers 200 m, après le Cu commence à diminuer rapidement pour s'annuler au-delà d'une longueur de 1000 m.

Après cette série de tests des diamètres et des longueurs, on peut à présent choisir le réseau optimal avec une canalisation principale PVC ( $\varnothing$ : 160/152,4 mm,  $L_p= 6$  m, PN= 6 bars), une canalisation porte rampe en PVC ( $\varnothing$ : 160/152,4 mm,  $L_{pr}= 60$  m, PN= 6 bars, et 6 rampes en PVC ( $\varnothing$ : 75/70,6 mm,  $L_r= 200$  m, PN= 6 bars) et un asperseur type 5035 SD ( $Q_a= 3,07$  m<sup>3</sup>/h). L'écartement entre rampes est égal à 12 m sur chaque rampe sont installés des asperseurs identiques avec un écartement de 12 m (on utilise 3 réseaux identiques pour couvrir toute la surface de la parcelle). D'après le logiciel Hydrocalc, on obtient les résultats du dimensionnement:

- Cu (moyen) = 92,15% ;

- Débit d'entrée:

$$Q \text{ de la rampe } R_1 = 57,13 \text{ m}^3/\text{h};$$

$$Q R_2 = 57,10 \text{ m}^3/\text{h} ;$$

$$Q R_3 = 57,06 \text{ m}^3/\text{h}.$$

- Débit moyen:

$$Q_m R_1 = 3360,8 \text{ l/h} ;$$

$$Q_m R_2 = 3358,8 \text{ l/h} ;$$

$$Q_m R_3 = 3356,8 \text{ l/h}.$$

- Pluviométrie moyenne d'asperseur: 23,33 mm/h ;

- Perte de charge:

$$\Delta H R_1 = 12,59 \text{ m};$$

$$\Delta H R_2 = 12,58 \text{ m};$$

$$\Delta H R_3 = 12,57 \text{ m}.$$

## 1.2. Calcul du débit total dans la borne

$$Q_{tot} = \sum Q \text{ des rampes} = 171,301 \text{ m}^3/\text{h} + 171,301 \text{ m}^3/\text{h} = 342,602 \text{ m}^3/\text{h}.$$

## 1.3. Calcul de la perte de charge dans la conduite principale

$$R_e = \frac{V \cdot D}{\gamma}, \text{ et } \gamma = 0,1006 \times 10^{-6} \text{ en } T = 20 \text{ }^\circ\text{C}.$$

$$V = \frac{4Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 342,602 \text{ m}^3/\text{h}}{3,14 \cdot (0,16)^2} = 17\,048 \text{ m/h} = 4,73 \text{ m/s}.$$

$$R_e = \frac{V \cdot D}{\gamma} = \frac{4,73 \text{ m/s} \cdot 0,16 \text{ m}}{0,1006 \cdot 10^{-6}} = 1202787,33 \text{ (Régime turbulent)}.$$

$$\Delta H = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$\lambda = \frac{0,3165}{Re^{0,25}} = \frac{0,3165}{(1202787,33)^{0,25}} = 0,0169.$$

$$\Delta H = 0,0169 \cdot \frac{6 \text{ m}}{0,16 \text{ m}} \cdot \frac{(4,73 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 9,81} = 0,722 \text{ m}.$$

#### 1.4. Calcule la pression totale dans la borne

$$P_{tot} = P_{pr} + \Delta H = 45,59 \text{ m} + 0,722 \text{ m} = 46,312 \text{ m}.$$

La figure 22 est présente la pression et le débit ( $Q_{tot}$  et  $P_i$ ) dans la borne d'irrigation, sur la porte rampe et sur les rampes ( $P_i$ ,  $P_f$  et  $Q_i$ ,  $Q_m$  de chaque rampe):

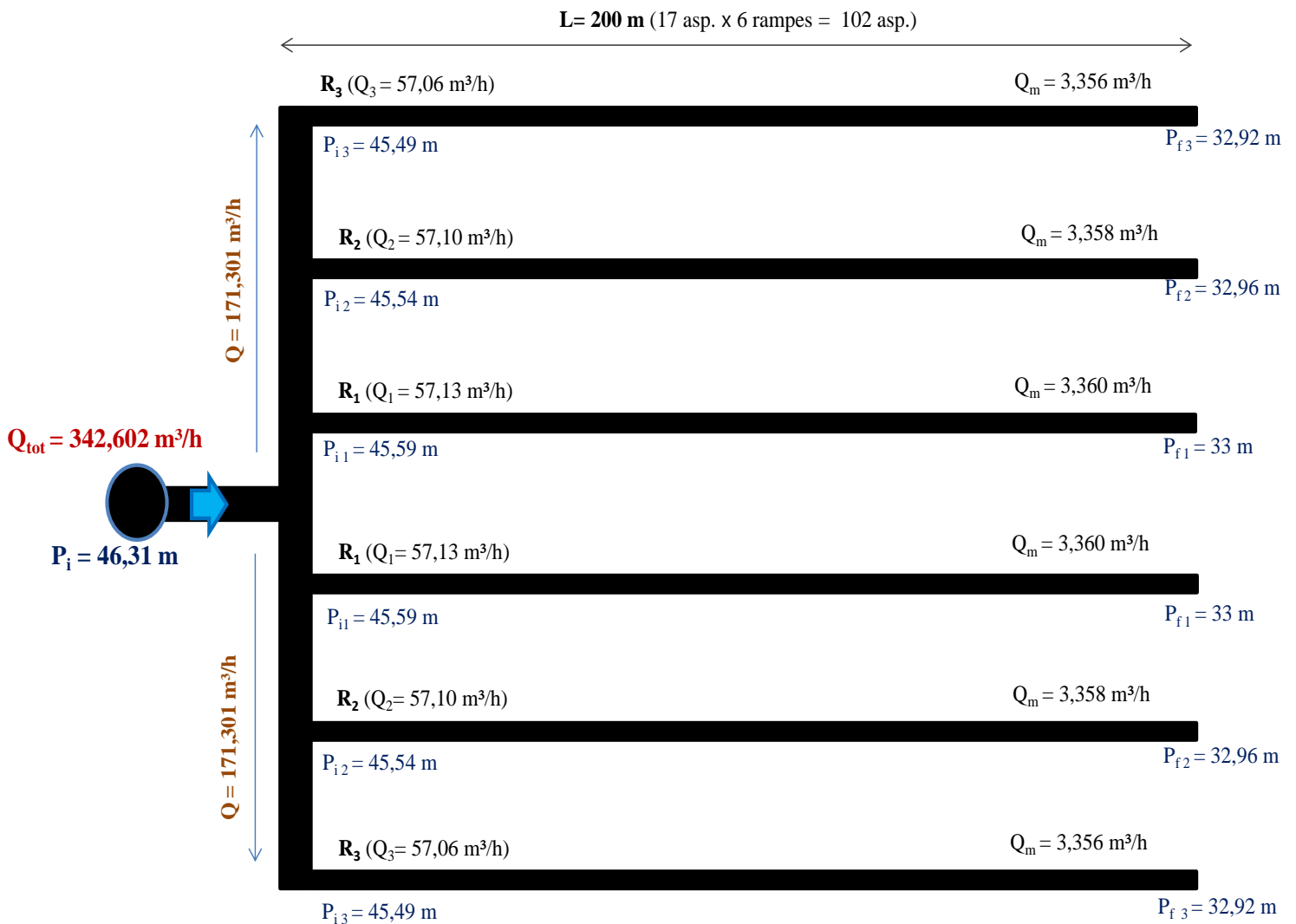
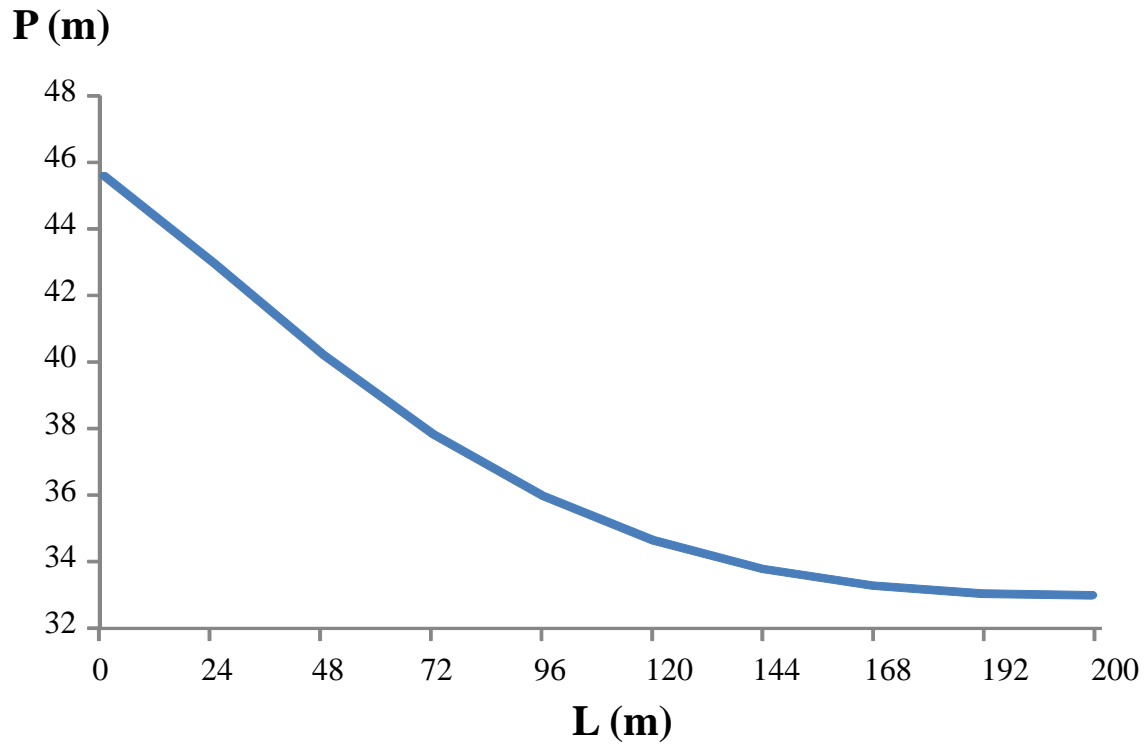


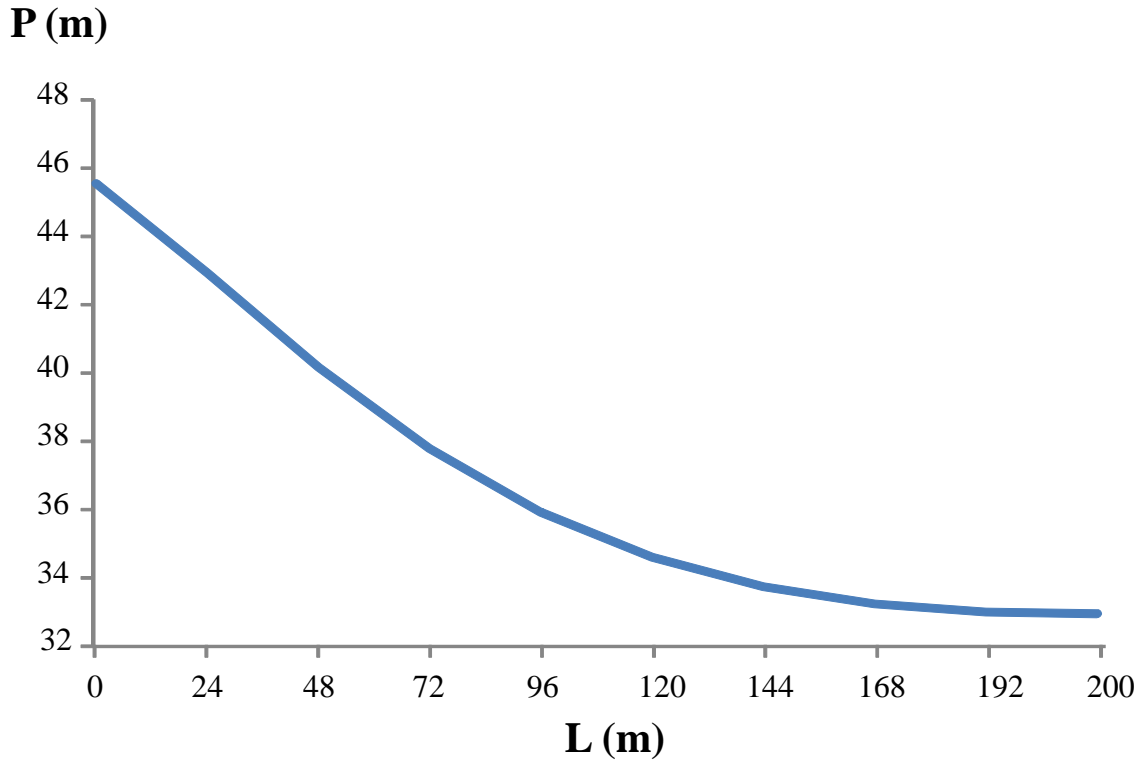
Figure 22. Schéma de réseau d'aspersion en PVC ( $\text{Ø}$ : 75 mm).

### 1.5. La variation de la pression dans rampes

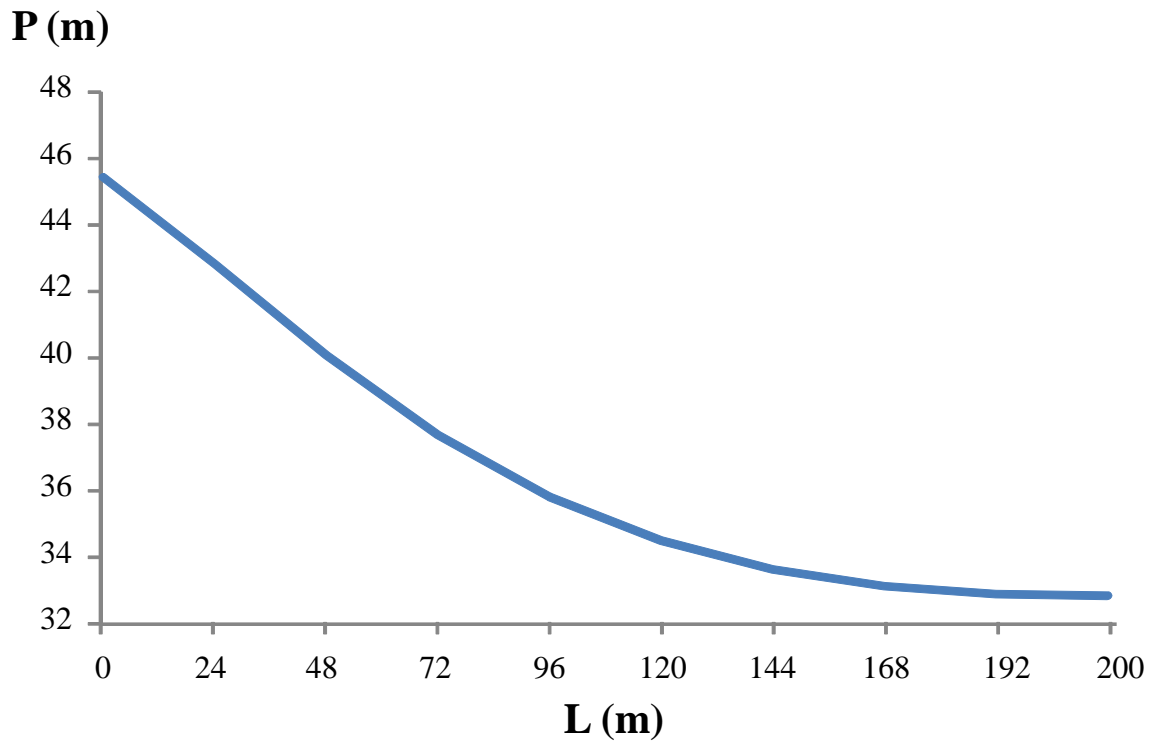
On a testé la variation de pression dans les 3 rampes de notre réseau de longueur de 200 m. Les graphes suivante se exprimé la variation de la pression dans chaque rampe:



**Figure 23.** La variation de la pression dans la rampe 1.



**Figure 24.** La variation de la pression dans la rampe 2.



**Figure 25.** La variation de la pression dans la rampe 3.

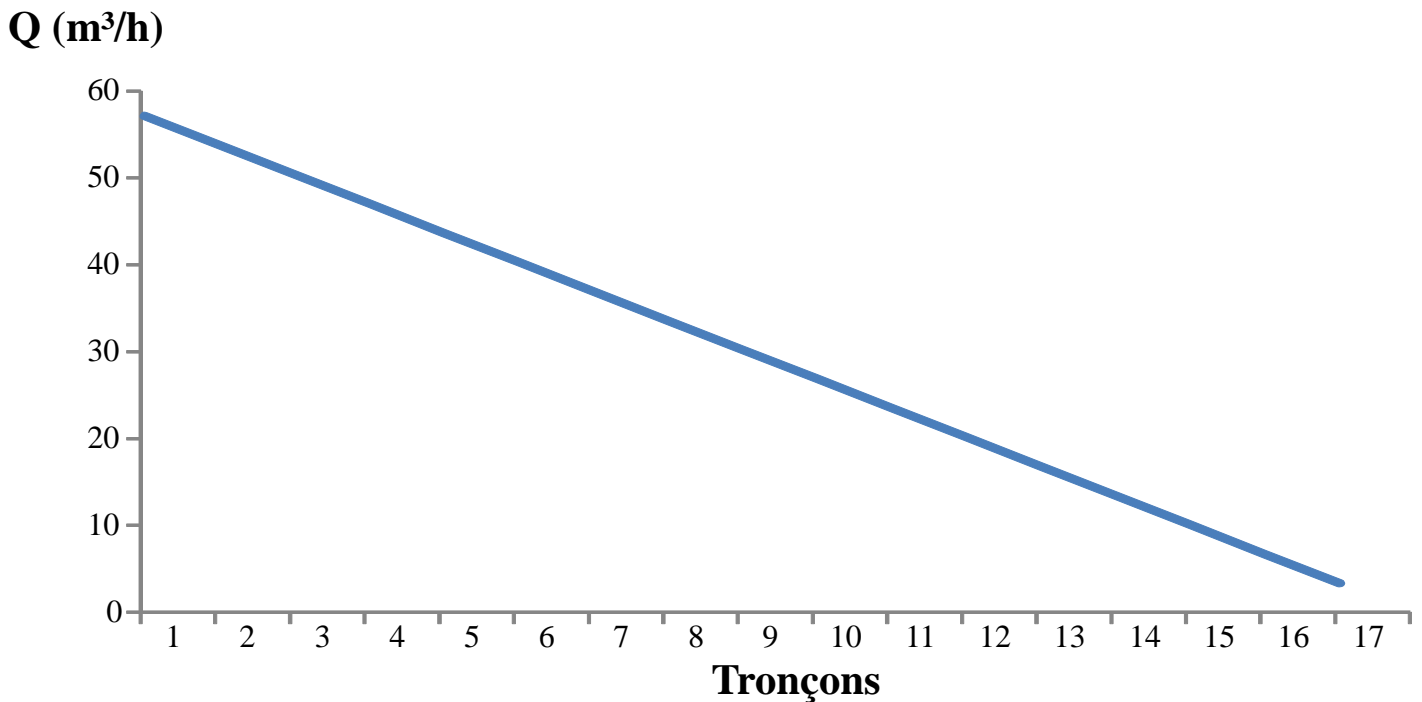
On constate que la pression est presque la même dans les 3 rampes:

- Rampe 1:  $P_i = 45,59$  m à  $P_f = 33$  m;
- Rampe 2:  $P_i = 45,54$  m à  $P_f = 32,96$  m;
- Rampe 3:  $P_i = 45,49$  m à  $P_f = 32,92$  m.

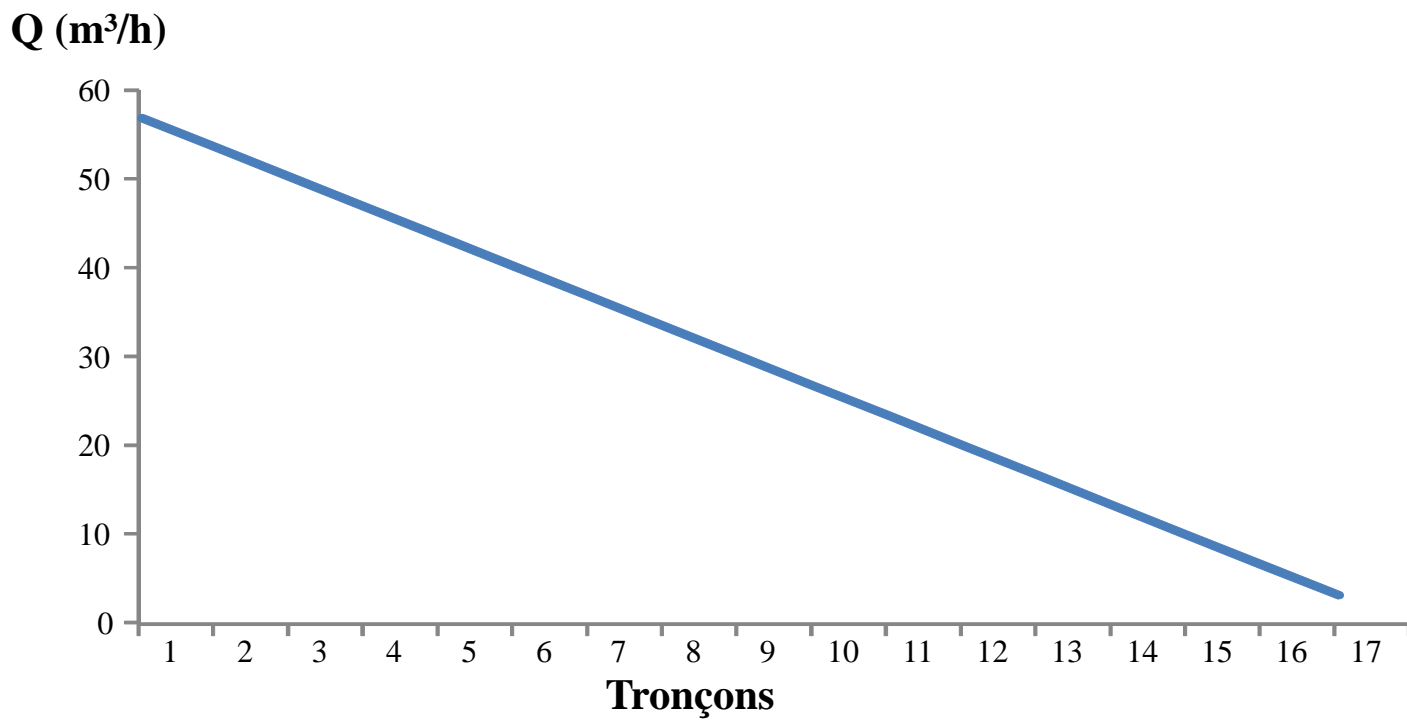
On remarque que la pression est diminuée rapidement dans les premiers 40% asperseurs. Aussi 3/4 de perte de charge ( $\Delta H$ ) est dans des 2/5 premiers asperseurs.

### 1.6. La variation de débit dans les tronçons

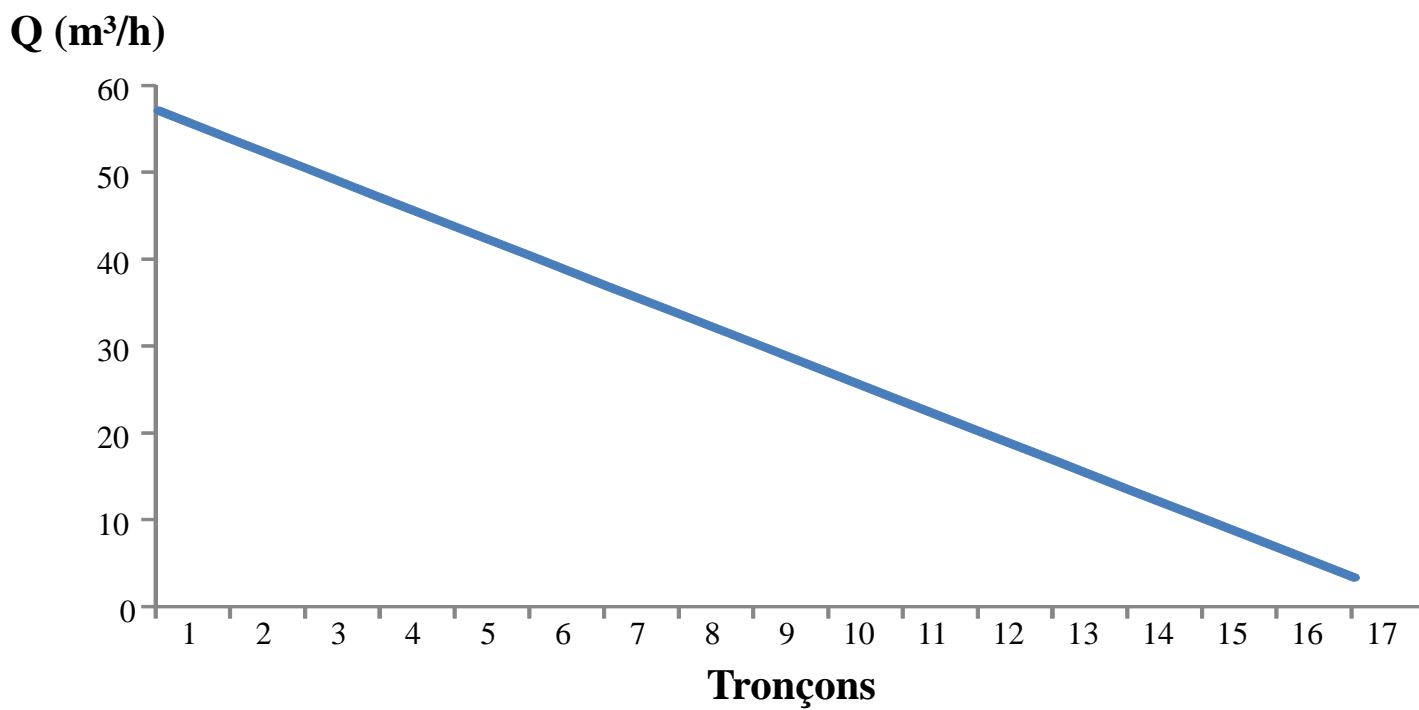
Aussi, on a testé la variation de débit dans les trois rampes de notre réseau de longueur de 200 m. Les graphes suivante se exprimé la variation de débit dans les 17 tronçons (200 m/ 17 asp. = 17 tronçons).



**Figure 26.** La variation de débit dans la rampe 1.



**Figure 27.** La variation de débit dans la rampe 2.



**Figure 28.** La variation de débit dans la rampe 3.



On remarque que le débit (Q) est diminué rapidement (régime turbulent) jusqu'à le dernier tronçon qui porte le dernier asperseur (Q<sub>m</sub>) (régime laminaire):

- Rampe 1: Q<sub>i</sub>= 57,13 m<sup>3</sup>/h à Q<sub>m</sub>= 3,360 m<sup>3</sup>/h;
- Rampe 2: Q<sub>i</sub>= 57,10 m<sup>3</sup>/h à Q<sub>m</sub>= 3,358 m<sup>3</sup>/h;
- Rampe 3: Q<sub>i</sub>= 57,06 m<sup>3</sup>/h à Q<sub>m</sub>= 3,356 m<sup>3</sup>/h.

## 2. Calcule des besoins de la plante (Spunta)

### 2.1. Données climatiques de Tipaza

#### Pluviométrie

Pluie totale: 540 mm/an;

Pluie efficace: 486 mm/an.

ET<sub>o</sub>: 1243 mm/an.

**Tableau 6.** Les données climatiques de la wilaya de Tipaza.

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Pluie (mm/mois)	81,8	64,1	56,8	49,6	36,7	6,7	2,6	4,3	26,6	50,6	79,8	81,1
Pluie efficace (mm/mois)	71,1	57,5	51,6	45,7	34,5	6,6	2,6	4,3	25,5	46,5	69,6	70,6
ET <sub>o</sub> (mm/j)	1,53	2,12	2,98	3,63	4,14	5,05	5,58	5,21	4,05	2,87	1,98	1,66

### 2.2. Sol

**Texture:** limono-argileux (moyenne).

**RU:** 140 mm/m (on a utilisé de 70 mm selon la profondeur racinaire de la pomme de terre qui est de 0.5 m).

**Perméabilité:** K= 10<sup>-6</sup> m/s.

### Les besoins mensuels en eau:

Les besoins en eau mensuels dans la wilaya de Tipaza sont synthétisés dans le tableau 7:

**Tableau 7.** Les besoins mensuels en eau dans la wilaya de Tipaza.

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Pluie totale (mm)	62,69	30,66	52,53	44,22	32,99	0	0	2,78	17,17	31,35	42,13	36,76
Pluie efficace ( $P_e$ ) (mm)	55,27	27,45	47,77	40,88	30,97	0	0	2,71	16,32	28,24	36,79	31,89
ETM (mm)	30,21	19,15	46,98	70,27	120,84	74,95	201,65	46,15	48,58	38,38	27,07	17,15
Besoins d'irr. (ETM- $P_e$ ) (mm)	-	-	-	29,39	89,87	74,95	201,65	43,44	32,26	10,14	-	-
RFU (mm) (RU=70 mm)	46,66	46,66	46,66	17,05	0	0	0	0	0	0	46,66	46,66

### 3. La plante

#### 3.1. Pomme de terre (Spunta)

Elle demande un sol poreux, bien aéré, bien drainé.

- **Profondeur racinaire:** 50 cm.
- **Cycle:** 90 jours (culture de saison):

Initiation: 20 jours.

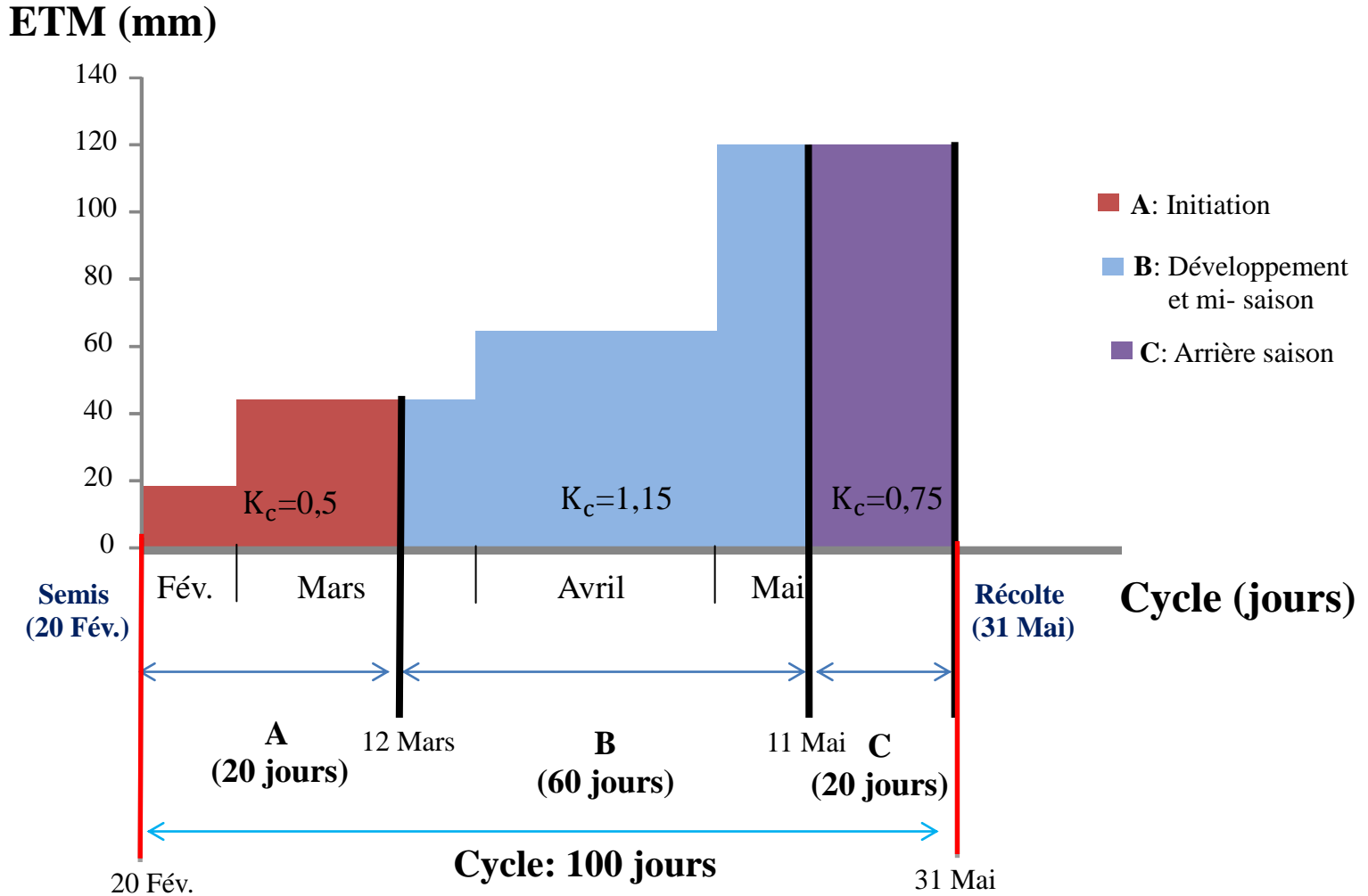
Développement et mi- saison: 60 jours.

Arrière-saison: 20 jours.

- **Coefficient cultural:**  $K_c$  init.= 0,5 et  $K_c$  mid.= 1,15 et  $K_c$  fin.= 0,75
- **Date de plantation (semis):** 20 Fév.
- **Date de récolte:** 31 Mai.

### 3.2. Besoin en eau

Les besoins en eau (ETM) sont de 287,24 mm/cycle. Selon les données du tableau 7, les besoins en eau de la pomme de terre et son  $K_c$  sont exprimés dans la figure suivante:



**Figure 29.** Les besoins en eau (ETM) selon la durée de cycle de développement de Spunta.

**A:** 20 Février à 12 Mars (Février: 19,15 mm et Mars: 46,98 mm).

**B:** 12 Mars à 11 Mai (Mars: 46,98 mm, Avril: 70,27 mm et Mai: 120,84 mm).

**C:** 11 à 31 Mai (Mai: 120,84 mm).

D'après la figure 29, on constate que les mois de Février et de Mars les besoins en eau est peu parce que le sol est saturé  $RFU = 100\%$  (46,66 mm). Aussi, il y'a pas des besoins d'irrigation (BI) parce que la pluie efficace ( $P_e$ ) est supérieure a les besoins en eau (ETM).

En Avril, on a l'ETM est supérieure que la  $P_e$ , alors le RFU= 37% (17,05 mm). Donc on a trouvé que BI de 29,39 mm/mois (0,979 mm/j).

En Mai, on a l'ETM est supérieure que la  $P_e$  et le RFU est nulle. Donc on a trouvé que BI de 89,87 mm/mois (2,89 mm/j).

### 3.3. Besoin en eau d'irrigation

Les besoins en eau d'irrigation (BI) sont de 119,29 mm/cycle. La figure suivante représente les BI:

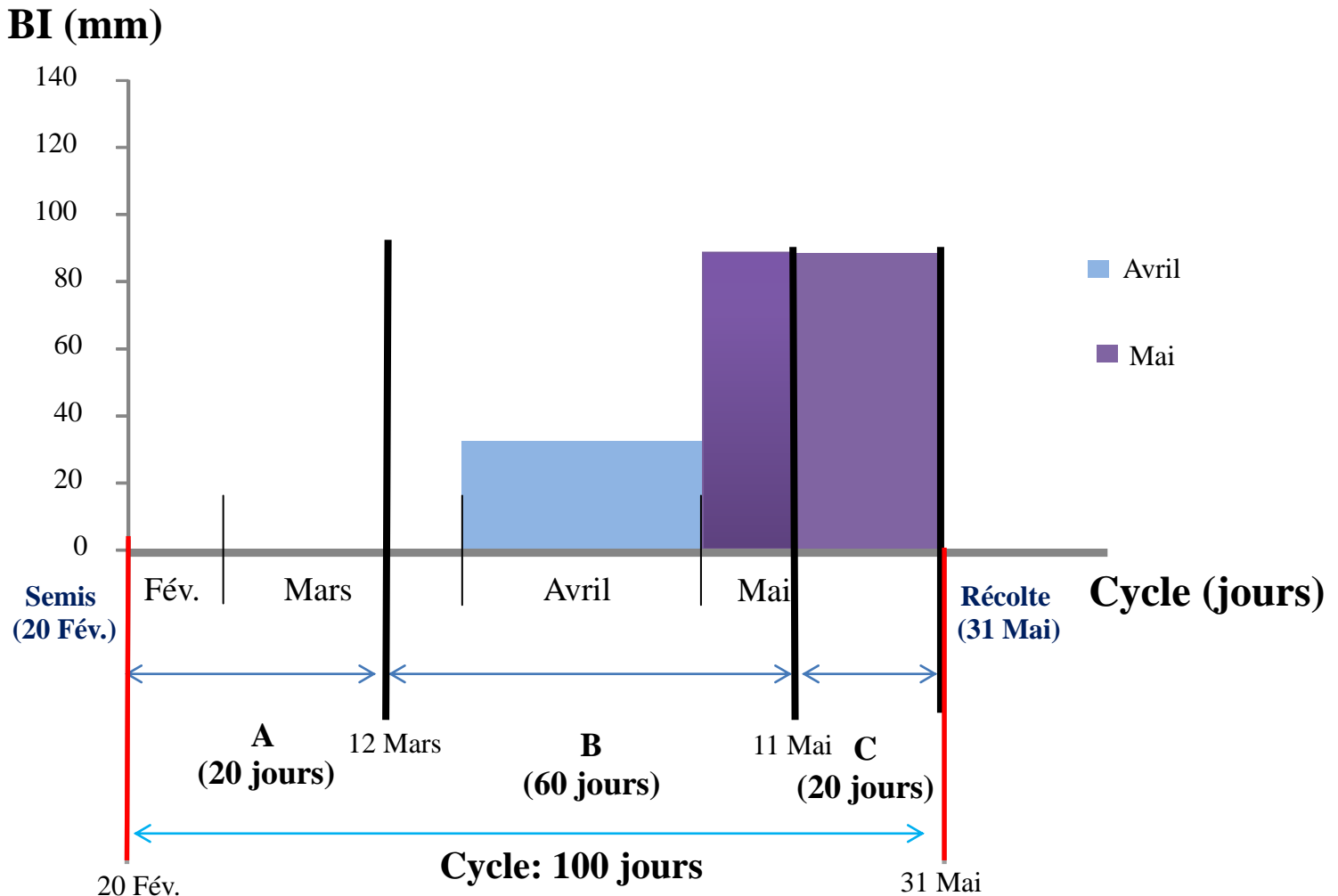


Figure 30. Les besoins en eau d'irrigation (BI) selon la durée de cycle de développement de Spunta.

D'après la figure 30, on trouve que:

**A. Les mois de Février et de Mars**

RFU= 46,66 mm ;

BI= 0 mm.

Donc: pas d'irrigation.

**B. Le mois d'Avril**

RFU= 17,05 mm ;

BI = 29,39 mm/mois (0,979 mm/j).

Donc il y'a déficit hydrique, alors il faut d'irriguer.

**C. Le mois de Mai**

RFU= 0 mm ;

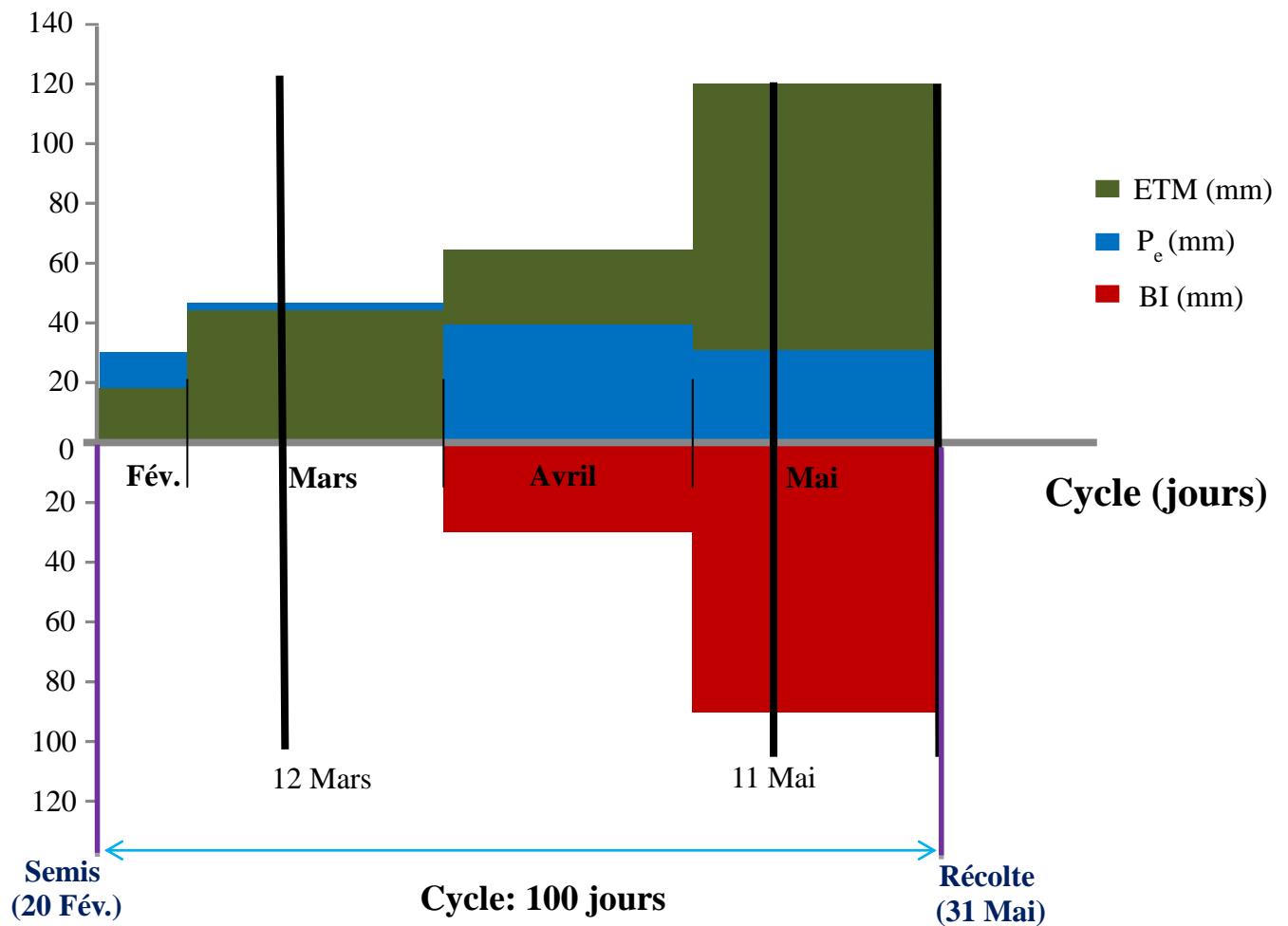
BI= 89,87 mm/mois (2,89 mm/j).

Donc il y'a un déficit hydrique, alors il faut d'irriguer.

**3.4. Bilan hydrique**

La figure suivante représente le bilan hydrique (ETM,  $P_e$  et BI) de la pomme de terre selon le cycle de développement:

## Bilan hydrique (mm)



**Figure 31.** Graphique récapitulatif du bilan hydrique.

ETM: les besoins en eau;

$P_e$ : la pluie efficace;

BI: les besoins en eau d'irrigation.

### 3.5. Calcul du nombre d'irrigation

D'après la figure 31, on a:

#### - Avril

$RFU_i = 46,66$  mm,  $RFU_f = 17,05$  mm et  $BI = 29,39$  mm. Donc il y'a un manque d'eau, alors il faut d'irriguer.

**Temps d'épuisement de RFU:**

$$ETM / 30 \text{ j} = \frac{70,27 \text{ mm}}{30 \text{ jours}} = 2,34 \text{ mm/j.}$$

$$RFU / 2,34 \text{ mm} = \frac{46,66 \text{ mm}}{2,34 \text{ mm/j}} \approx 20 \text{ jours.}$$

**La dose d'irrigation:** est de 29,39 mm, avec une seule irrigation.

**Le temps nécessite pour donner la dose d'irrigation:**

$$T = \frac{\text{la dose}}{\text{pluviométrie moyenne}} = \frac{29,39 \text{ mm}}{23,33 \text{ mm/h}} = 1 \text{ h et } 15 \text{ min.}$$

**- Mai**

$RFU_i = 17,05 \text{ mm}$ ,  $RFU_f = 0 \text{ mm}$ . On a  $P_e = 30,97 \text{ mm}$  et  $BI = 89,87 \text{ mm}$ . Donc il y'a un manque d'eau, alors il faut d'irriguer.

La quantité d'eau disponible:  $RFU + P_e = 17,05 \text{ mm} + 30,97 \text{ mm} = 48,02 \text{ mm}$ .

**Temps d'épuisement de RFU:**

$$ETM / 31 \text{ j} = \frac{120,89 \text{ mm}}{31 \text{ jours}} = 3,89 \text{ mm/j.}$$

$$RFU / 3,89 \text{ mm} = \frac{17,05 \text{ mm}}{3,89 \text{ mm/j}} \approx 4 \text{ jours.}$$

**La dose d'irrigation:**

$BI - \text{quantité d'eau dispo.} = 89,87 - 48,02 = 41,85 \text{ mm}$ , avec une seule irrigation.

**Temps nécessite pour donner la dose:**

$$T = \frac{\text{la dose}}{\text{pluviométrie moyenne}} = \frac{41,85 \text{ mm}}{23,33 \text{ mm/h}} = 1 \text{ h et } 47 \text{ min.}$$

**- Le temps d'infiltration (Ti) de l'eau dans le sol**

C'est la pluviométrie moyenne sur la perméabilité de sol (K).

La pluviométrie est de 23,33 mm, alors de 0,0233 m. On a le sol limono argileux, alors on utilisé le  $K = 10^{-6} \text{ m/s}$ , et  $K = 3,6 \times 10^{-3} \text{ m/h}$ .

$$T_i = \frac{\text{pluviométrie moyenne}}{K} = \frac{0,0233 \text{ m}}{3,6 \cdot 10^{-3} \text{ m/h}} = 6 \text{ h et } 28 \text{ min.}$$

## **Conclusion générale**

Le dimensionnement du réseau d'aspersion se fait pour l'évaluation de sa performance, l'uniformité de distribution de l'eau dans les rampes, garantir un bon fonctionnement du réseau pour donner la quantité exacte de l'eau à la plante et éviter les pertes par ruissellement (application de l'eau à un taux inférieur à la capacité d'infiltration du sol). L'aptitude à une distribution la plus uniforme possible de l'eau est la caractéristique essentielle d'un système d'irrigation pour des raisons de reproductibilité et de rentabilité des cultures.

L'évaluation des performances de l'irrigation par aspersion sur une culture de pomme de terre a permis de mettre en évidence une situation où la majoration des apports d'eau, initialement prévue pour minimiser les zones sous-irriguées, a eu pour effet une réduction de l'efficacité de l'application d'eau essentiellement due à des pertes par percolation profonde. Pour donner une quantité exacte de l'eau à la plante, il faut connaître les données climatiques ( $T^{\circ}$  et  $P_e$ ), les données de sol ( $K$ , texture, RU et RFU) et les paramètres de cette culture (ETM,  $K_c$ , BI et les doses d'irrigation).

Le but de notre étude est d'atteindre le meilleur dimensionnement de réseau de l'aspersion qui permet une distribution uniforme au niveau de chaque asperseur et pour cela l'étude se base sur les calculs de la variation de débit et de pression au niveau de chaque élément de système et surtout au niveau de la rampe par l'utilisation de logiciel Hydrocalc pour satisfaire les besoins de la culture de la pomme de terre.

Avec logiciel l'Hydrocalc, on peut choisir les dimensions optimales des conduites fournissant de manière exacte tous les paramètres de l'irrigation et surtout une meilleure uniformité d'arrosage.



**Chapitre 1.**  
**Recherches**  
**bibliographiques**

# **Chapitre 2.**

# **Matériels et**

# **méthodes**

# **Chapitre 3.**

## **Résultats et**

### **interprétations**

# **Conclusion générale**

## Références

- Ammar boudjellal A. et Bammoun R. (2006). Détermination des besoins en eau des cultures à l'aide de logiciel Cropwat 4.3 dans la wilaya de Tipaza. Mémoire d'irrigation. ENSA. Alger. 95 P.
- Arvalis et Vannetzel E. (2011). Cultiver la pomme de terre de plein champ et agriculture biologique. Institut de végétal, 6 P.
- Bergeron D. et Painchaud J. (2013). Les systèmes d'irrigation, des investissements qui rapportent. Centre de services agricoles de Québec, 55 P.
- Clément R., Galland A. et Meylan J. (1978). Système d'irrigation. ed. Eyrolles, 48 P.
- Clément M., Audoye P. et Chosset J. C. (2007). Base de technique de l'irrigation par aspersion. ed. Lavoisier, France, 474 P.
- Douh B., Chehaibi S. et Zouaghi M. (2012). Analyse diagnostique du maintien en état de fonctionnement des systèmes d'irrigation mécanisée par aspersion. Larhyss Journal, 15 P.
- DSA (2004). Rapport statique agricole de la DSA, wilaya de Tipaza. Direction des services agricoles.
- FAO (1990). Méthodes d'irrigation. Gestion des eaux en irrigation, 74 P.
- FAO (2014). Cultures irriguées, superficie équipée. doc. pdf. 2 P.
- Genyet M. et Boyer I. (2002). Essai comparatif de deux matériels d'irrigation sur pomme de terre, aspersion en couverture intégrale et goutte à goutte. Ardepi. 6 P.
- Howell T. A. (2002). Les différents systèmes irrigation. Drupal-Flehetna, doc.pdf.
- Kamal H. A. (2015). Uniformité de distribution d'eau en performance affectée par sprinkler. Research gate, 15 P.
- Ministère de l'agriculture et développement rurale (2004). Les statiques agricoles de production et superficies «série B».
- M'sadak Y., Manai A., El jandoubi N. et Hamza M. E. (2017). Evaluation expérimentale de l'irrigation par aspersion mon mécanisée dans le contexte tunisien. UFAS-SETIF 1. 10 P.
- Naan Dan Jain Ltd (2015). Catalogue d'aspersion. A jain irrigation company. France, Toulouse. 36 P.
- Siri F. et Boyer I. (2006). Essai mini-aspersion mécanisée sur carotte. Ardepi, 13 P.
- Thibault P. (2003). L'importance d'irrigation adéquate dans la culture de la pomme de terre. Colloque sur pomme de terre, 5 P.
- Walter H. et Kandiah A. (1997). Harnessing water to food a hungry word.doc. pdf.

Yacoubi S., Zairi A., Oueslati T., Slatni A., Amami H., Ajmi T., Ben Nouna B. (2004). Influences des performances de l'irrigation par aspersion et du pilotage de l'irrigation et impact sur le rendement de la pomme de terre. INCO-WADEMED, 14 P.

Zella L. et Smadhi D. (2007). Evolution de l'irrigation. Revue Larhyss, 16 P.

Zella L. (2013). L'irrigation par aspersion. ed. OPU, 143 P.

Zella L. (2015). Irrigation, eau, sol et plante. ed. OPU, 388 P.

### **Liste des sites web**

- Gutipaza@andi.dz (2013). Agence nationale de développement de l'investissement (Tipaza) 17 P.
- www.Hzpc.com (2018). SPUNTA.
- Itcmi@yahoo.fr (2010). Fiche techniques valorisée des cultures maraîchères et industrielles. Institut technique des cultures maraîchères et industrielles, 10 P.