

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
والبحث العلمي وزارة التعليم العالي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
عين ة جامع بلحاج بوشعيب تموشنت
Université –Ain Témouchent- Belhadj Bouchaib
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département Hydraulique



Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du diplôme de Master en : Hydraulique Urbaine
Domaine : Hydraulique Urbaine
Filière : Hydraulique Urbaine
Spécialité : Hydraulique Urbaine
Thème

Dimensionnement d'un réseau d'irrigations d'un champ agricole
D'Ain Témouchent

Présenté Par :

- 1) El afifi Abdelghafar Rachad Kamel
- 2) Zellat Leila

Devant le jury composé de :

Dr. Ben aicha Mouhamed	UAT.B.B (Ain Témouchent)	Président
Dr.Nehari Abderhmen	UAT.B.B (Ain Témouchent)	Examineur
Dr. Benchekor Hassiba	UAT.B.B (Ain Témouchent)	Encadrant

Année Universitaire 2022/2023

"بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ"

** وَمَا تَوْفِيقِي إِلَّا بِاللَّهِ

عَلَيْهِ تَوَكَّلْتُ

وَإِلَيْهِ أُنِيبُ **

REMERCIEMENTS

Avant tout, je remercie DIEU qui a illuminé mon chemin et qui m'a armé de courage pour achever mes études.

Au nom de la vertu du travail et de l'esprit d'élévation de la connaissance, je tiens à exprimer tout mon respect à mon encadreur Madame Benchekor Hassiba de m'avoir orienté par ses conseils judicieux dans le but de mener à bien ce travail.

Elle s'est toujours montrée à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi que pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'elle a bien voulu me consacrer et sans qui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

J'exprime ma gratitude et mes sincères remerciements à tous les membres du jury pour avoir bien voulu donner de leur temps pour lire ce travail et faire partie des examinateurs.

Je remercie mes enseignants du département de Génie de l'Eau et de l'Environnement :

Mr Nehari A, Mme Baghli N, Mr Benaicha M, Mme Benchekor H, Mr Guemou B, Mr Benmia, Mr Ryahi et Mr Bergen. Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à tous mes proches, qui m'ont toujours soutenue et encouragée au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous et à toutes.

DÉDICACES

A l'aide de notre Dieu le tout puissant nous avons pu réaliser ce modeste travail que je dédie à :

A celle qui m'a comblé d'amour, de soutien et de tendresse. A toi, mon signe de joie et de bonheur, ma fierté et mon honneur : ma mère.

A celui qui a sacrifié sa vie pour me guider et m'encourager avec ses précieux conseils et son soutien tout au long de mes études : mon père.

Qu'ils trouvent en moi la source de leur fierté à qui je dois tout.

A ma chère grand-mère, que Dieu ait pitié d'elle.

A mon cher frère Ilyes et mon adorable sœur Daouia à qui je souhaite un avenir radieux et plein de réussite.

A mes poussins : Loai, Mohamed, Mostapha et Sofouane.

A toute ma grande famille.

A toute la promo hydraulique.

DÉDICACES

A l'aide de notre Dieu le tout puissant nous avons pu faire ce modeste travail que je dédie à :

A celle qui m'a comblé d'amour, de soutien et de tendresse. A toi, mon signe de joie et de bonheur, ma fierté et mon honneur : ma mère.

A celui qui a sacrifié sa vie pour me guider et m'encourager avec ses précieux conseils et son soutien tout au long de mes études : mon père.

A mes chers frères : Mohamed et Ilyes.

A toute ma grande famille.

A toute la promo hydraulique.

 Rachad 

Liste des Tableaux

Tableau II-1 : Précipitations moyennes interannuelles de 1990 à 2022 de la Station Béni Saf (Source DRE).

Tableau II- 2 : Les trois pluviomètres (2021/2022) (DSA).

Tableau II-3 : Cumul pluviométrie campagne (2021/2022) (DAS).

Tableau II-4 : Les trois pluviomètres (2022/2023) (DSA).

Tableau II-5 : Cumul pluviométrie campagne (2022/2023) (ADS).

Tableau II-6 : Températures moyennes stations Ain Témouchent.

Tableau II-7 : Moyennes Interannuelles du vent : Station de Béni Saf en (2000-2022) (m/s).

Tableau II-8 : Des fréquences de la rose des vents : Station de Béni Saf.

Tableau II-9 : Répartition de l'humidité moyenne mensuelle (1990 -2022) (Source DRE).

Tableau II-10 : Répartition saisonnières de l'humidité moyenne (1990 -2022).

Tableau II-11 : Exploitation agricoles (EAI)/(EAC) Source(DAS).

Tableau III-1 : Répartition Mensuelle de l'évapotranspiration potentielle d'Ain Témouchent Source l'ANRH.

Liste des figures

Figure (I.1) : *Irrigation par aspersion*

Figure (I.2) : *Irrigation par gravitaire*

Figure (I.3) : *Irrigation par pivot*

Figure (I.4) : *Irrigation par gout à gout*

Figure (I.5) : *Irrigation à la raie*

Figure (I.6) : *Installation de tête*

Figure (II.1) : *Situation Géographique, Limites Administratives des Localités de la wilaya d'Ain Témouchent. (APC SIDI BEN ADDA)*

Figure(II.2) : *Histogrammes Température moyenne par le temps*

Figure (II-3) : *Histogrammes du vent par mois*

Figure (II-4) : *Histogrammes de la fréquence des vents par secteur*

Figure (II-5) : *Histogrammes d'humidité moyenne par mois*

Figure (II-6) : *Histogrammes D'humidité moyenne par saison*

Figure (II-7) : *Carte de relief de la zone d'étude (APC sidi ben Adda)*

Figure (III-1) : *Histogrammes de l'évapotranspiration potentielle par mois (Source l'ANRH)*

Figure (III-2) : *Évapotranspiromètre.*

Figure (IV-1) : *La fenêtre de paramétrage apparaît.*

Figure (IV-2) : *Le paramétrage de la grille.*

Figure (IV-3) : Menu modifier.

Figure (IV-4) : Les palettes d'outils.

Figure (IV-5) : Schéma illustratif de la loi des mailles dans un réseau d'eau potable.

Figure (IV-6) : Diagramme de MOODY.

Figure (IV-7) : Localisation de l'ITAF sur carte Satellitaire

Figure (IV-8) : Localisation du Forage sur carte Satellitaire

Figure (IV-9) : Localisation du Bassin de stockage sur carte Satellitaire

Figure (IV-10) : Localisation du périmètre d'irrigation sur carte Satellitaire

SOMMAIRE

<i>Introduction générale</i>	2
<i>Chapitre I : Définition et Techniques d'irrigation</i>	3
<i>I-1 Définition d'irrigation</i>	4
<i>I-2 Technique d'irrigation pratiquée dans le monde</i>	4
<i>I-2-1 Irrigation par aspersion</i>	5
<i>* Avantages</i>	5
<i>* Inconvénients</i>	5
<i>I-2-2 Irrigation par gravité</i>	6
<i>* Avantage</i>	6
<i>* Inconvénients</i>	6
<i>I-2-3 Irrigation par pivot</i>	7
<i>* Avantage</i>	7
<i>* Inconvénients</i>	7
<i>I-2-4 Irrigation par goutte à goutte</i>	7
<i>* Avantage</i>	7
<i>* Inconvénients</i>	7
<i>I-3 Système d'irrigation pratique en Algérie</i>	8
<i>I-3-1 Irrigation à la raie</i>	8
<i>* Principe</i>	8
<i>I-3-2 Irrigation par aspersion</i>	9
<i>* Principe</i>	9
<i>I-3-1 Irrigation par goutte à goutte</i>	11

<i>*Principe.....</i>	<i>11</i>
<i>*Cultures recommandées</i>	<i>12</i>
<i>*Pentes adéquates</i>	<i>12</i>
<i>*Types de sols appropriés</i>	<i>12</i>
<i>*Qualité de l'eau.....</i>	<i>12</i>
<i>I-4 Eléments d'une installation goutte à goutte.....</i>	<i>13</i>
<i>I-4-1Point d'approvisionnement en eau.....</i>	<i>13</i>
<i>A-Unité principale.....</i>	<i>13</i>
<i>B-Filtration.....</i>	<i>13</i>
<i>C-Distributeur(les goutteurs).....</i>	<i>13</i>
<i>Chapitre II: Présentation d'Ain Témouchent.....</i>	<i>15</i>
<i>II-1Présentation de la willaya d'Ain Témouchent</i>	<i>16</i>
<i>II-1-1Situation de la zone d'étude</i>	<i>16</i>
<i>II-2 Topographie de la willaya d'Ain Témouchent</i>	<i>17</i>
<i>II-2-1Climat</i>	<i>17</i>
<i>II-2-2Précipitation</i>	<i>17</i>
<i>II-2-3Pluviométrie</i>	<i>18</i>
<i>II-2-4Température.....</i>	<i>20</i>
<i>II-2-5Le vent</i>	<i>21</i>
<i> □ Les vents de mer</i>	<i>21</i>
<i> □ Les vents de terre</i>	<i>21</i>
<i>II-2-6 Humidité</i>	<i>23</i>
<i>II-3 Relief de la willaya d'Ain Témouchent</i>	<i>24</i>

<i>II-3-1</i> Les plaines intérieures	25
<i>II-3-2</i> La bande littorale qui fait partie de la chaine tellienne	25
<i>II-3-3</i> Zone montagneuse	25
<i>II-4</i> La situation agricole.....	25
<i>II-4-1</i> Système de culture (2022-2023).....	25
<i>II-4-2</i> Exploitation agricole individuelle (EAI) et exploitation agricole collectives (EAC) 2022/2023.....	26
<i>Chapitre III : Ressources en eaux, besoins en eau et étude hydrologique</i>	<i>27</i>
<i>III-1</i> Ressources en eaux et qualité des eaux pour l'irrigation	28
<i>III-1-1</i> Les eaux de surfaces	28
<i>III-1-2</i> Les eaux souterraines	28
<i>III-2</i> Etude hydrologique	29
<i>III-3</i> Besion en eau	30
<i>III-4</i> Evaluation du besoin en eau des plants	30
<i>III-5-1</i> L'évapotranspiration (ET).....	30
<i>III-5-2</i> L'évapotranspiration potentielle (ETP).....	30
<i>III-5-3</i> L'évapotranspiration maximale (ETM).....	31
<i>III-5-4</i> Réservoir facilement utilisable (RFU).....	31
<i>III-5-5</i> L'évapotranspiration réelle (ETR).....	32
<i>III-5-6</i> Fraction de lessivage (FL).....	32
<i>Chapitre IV : Matériel et Méthode</i>	<i>34</i>
<i>Partie01 : Présentation de logiciel.....</i>	<i>35</i>
<i>IV-1</i> Présentation de logiciel CROPWAT.....	36
<i>IV-2</i> Présentation de logiciel AutoCAD.....	38

<i>IV-3-Présentation de logiciel EPANET</i>	<i>43</i>
<i>Partie02 : Dimensionnement du périmètre d'irrigation</i>	<i>52</i>
<i>IV-1- Dimensionnement du périmètre d'irrigation.....</i>	<i>53 IV-</i>
<i>1-1Présentation du site (localisation cote Google EARTH).....</i>	<i>53 a)Les</i>
<i>données du point d'eau (Q ; HMT ;P)(avec cote Google).....</i>	<i>54</i>
<i>b) Les données du bassin de stockage (avec cote Google).....</i>	<i>55 C)</i>
<i>Les données de périmètre d'irrigation.....</i>	<i>56 IV-1-</i>
<i>2Calcul Hydrologique</i>	<i>57</i>
<i>A) Variante (1) : Ecoulement gravitaire Bassin-périmètre.....</i>	<i>57</i>
<i>*Dimensionnement Proposé</i>	<i>57</i>
<i>B) Variante(2) : Ecoulement en charge (avec une pompe)</i>	<i>58</i>
<i>*Dimensionnement Proposé.....</i>	<i>58</i>
<i>IV-1-3-Formule utilisée (J ; diamètre rampe ; diamètre port rampe).....</i>	<i>59</i>
<i>Conclusion générale</i>	<i>61</i>

Introduction

Générale

Introduction Générale :

Le recours à l'irrigation est souvent nécessaire pour maintenir des niveaux de production adéquats dans de nombreuses régions du monde, se protéger du changement climatique et rentabiliser les investissements réalisés pour sécuriser la production. Fondamentalement, une distinction est faite entre l'arrosage de surface, les asperseurs et l'arrosage local. Les deux premiers types d'irrigations sont : l'irrigation de surface et l'irrigation par aspersion qui représentent les méthodes d'irrigation classiques.

L'irrigation de surface est actuellement la technologie la plus utilisée et est particulièrement populaire auprès des petits exploitants agricoles car elle ne nécessite pas d'hydraulique complexe à gérer et à entretenir. Ainsi, même si l'irrigation de surface gaspille l'eau, provoque l'inondation et la salinisation des sols, il est probable qu'elle restera la technologie dominante en 2030 (FAO 2002). L'irrigation goutte à goutte est un exemple de système d'irrigation régional et est une méthode d'irrigation de plus en plus populaire qui maximise l'efficacité de l'eau avec peu de gaspillage d'eau car elle est appliquée uniquement là où elle est nécessaire. (FAO 2002). Mais il n'y a pas que la technologie.

Des méthodes telles que l'irrigation à petite échelle et l'utilisation des eaux usées municipales sont aussi prometteuses que la poursuite du développement des techniques d'irrigation pour accroître la productivité de l'eau (FAO 2002). Le système d'irrigation de la région, dit économiseur d'eau, se développe grâce à d'importantes subventions accordées aux agriculteurs par l'État. Cependant, comme l'ont démontré les enquêtes et le suivi des agriculteurs, une mauvaise gestion et des contraintes locales peuvent entraîner une dose très élevée et une variabilité intraparcelle.

L'irrigation goutte à goutte souterraine est un type d'irrigation localisé qui distribue l'eau directement aux racines des plantes. Le tuyau est placé à une profondeur sous la surface de la terre, en fonction de la nature du sol et du développement du système racinaire de la plante (FAO 2002). Le but de cette étude est d'introduire les techniques de sous-irrigation et de comparer l'irrigation goutte à goutte locale et l'irrigation goutte à goutte enterrée en termes d'économies d'eau d'irrigation et de rentabilité, en particulier dans les zones arides et semi-arides.

Chapitre I :

Définition et

technique

d'irrigation

Chapitre I : Définition et les techniques d'irrigation

I.1 Définition d'irrigation :

L'irrigation est un processus humain qui oblige les agriculteurs à fournir de l'eau à leurs cultures en cas de pénurie d'eau. À cet égard, les agriculteurs doivent utiliser l'eau de manière raisonnable en fonction de la demande en eau de chaque culture irriguée.

Cependant, la définition de l'irrigation est large. Il s'agit d'arroser le sol à des fins différentes :

- Fournir l'humidité dont vos plantes ont besoin pour pousser en ajoutant de l'eau au sol,
- Rafraîchir vos sols et votre atmosphère afin d'assurer un environnement favorable à la croissance des plantes,
- Réduit les risques de gel,
- Le travail du sol devient plus facile,
- Récupération de la formation de germes par évaporation de refroidissement.

[1]

I-2-Techniques d'irrigation pratiquées dans le monde :

Les pays du monde entier s'appuient sur différentes technologies pour irriguer :

- Par aspersion,
- De goutte à goutte,
- Par gravité,
- Par pivot.

I-2-1 L'irrigation par aspersion : Il s'agit d'une technologie relativement nouvelle qui reproduit le phénomène naturel de la pluie au sol, tout en contrôlant l'intensité et la hauteur des précipitations. Ceci est souvent utilisé dans les grandes exploitations. [2]

*** Avantages :**

Il n'y a pas besoin de niveler le sol au préalable et peut être utilisé quelle que soit la nature du sol irrigué.

- Provoque une forte oxygénation de l'eau projetée lorsqu'il pleut.
- L'uniformité de la répartition des cotisations est assurée. [2]

***Inconvénients :**

- L'évaporation est accélérée les gouttelettes plus fines s'évaporent plus vite et assèchent l'air.
- Difficile à utiliser et moins efficace dans les zones venteuses.

- L'humidification des feuilles favorise une maladie sexuelle non identifiée chez certaines espèces végétales.
- Réduction des options d'irrigation avec des eaux usées (formation d'aérosols).
- L'équipement est difficile à transporter dans les régions où les rendements des cultures sont élevés. [2]

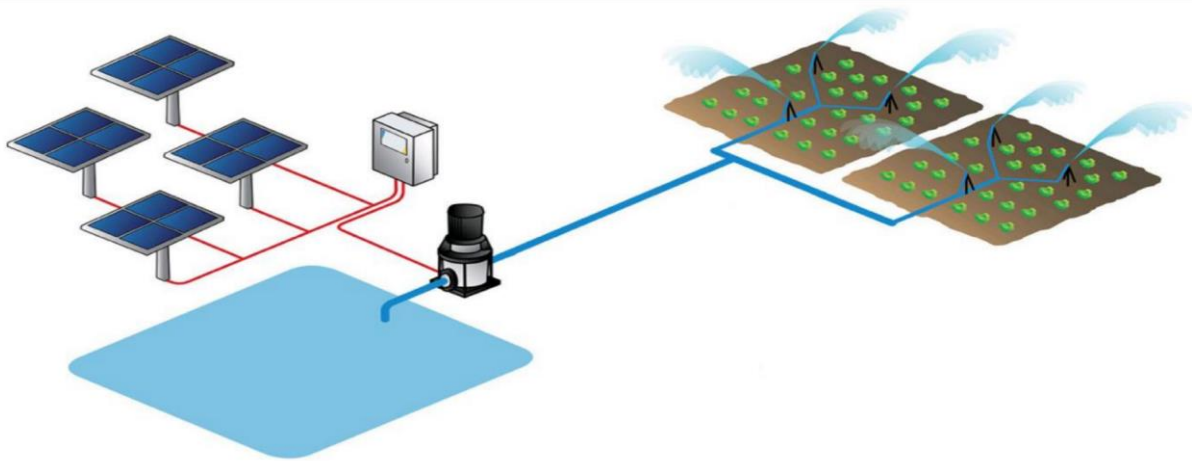


Figure I-1 : Irrigation par aspersion

I-2-2-Irrigation par gravité :

C'est l'une des méthodes les plus anciennes et les plus simples. Elle consistait à immerger la surface de la terre dans un bassin et à laisser toute l'eau « s'écouler en stagnant ». Les cultures qui s'adaptent sont : le riz et certaines plantes aquatiques, également connue sous le nom d'inondation contrôlée. Cette méthode utilise un système de canalisations souterraines pour envoyer l'eau sous la surface. Ensuite, l'eau est progressivement libérée pour atteindre les racines de la plante. Notez que différentes méthodes d'irrigation sont utilisées en fonction des conditions locales, de la disponibilité de l'eau, du type de culture et d'autres facteurs environnementaux.

Les pays peuvent préférer certaines techniques d'irrigation en fonction de leurs ressources et besoins spécifiques. [3]

*** Avantages :**

Le principal avantage est le faible coût initial et les faibles coûts de maintenance.

- Presque aucune surveillance requise. - Protège les plantes des gelées matinales. [3]

***Inconvénients :**

- Compactage du sol.

- Nécessite beaucoup d'eau. [3]

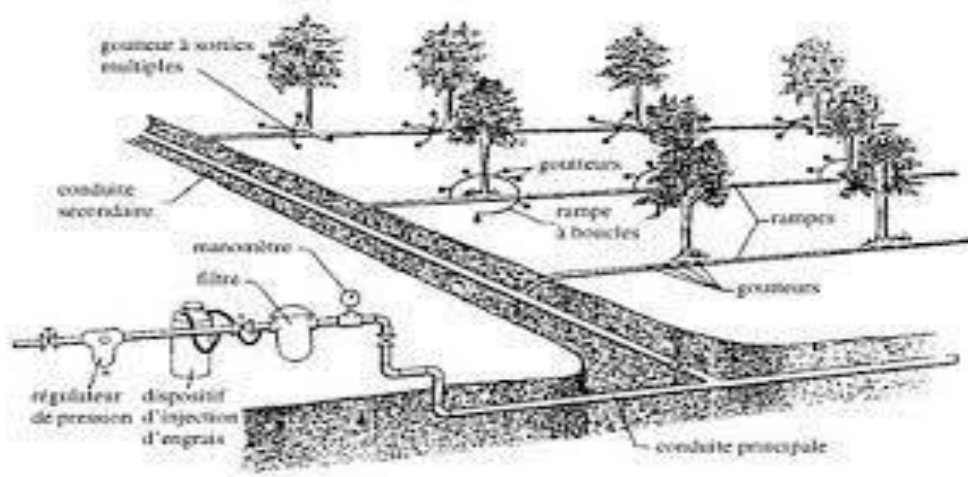


Figure I-2 : Irrigation par gravitaire

I-2-3-Irrigation par pivot :

Cette méthode utilise un pivot central tournant lentement pour irriguer le champ selon un schéma circulaire. Le bras rotatif est équipé de tuyaux et de buses qui distribuent l'eau aux plantes.

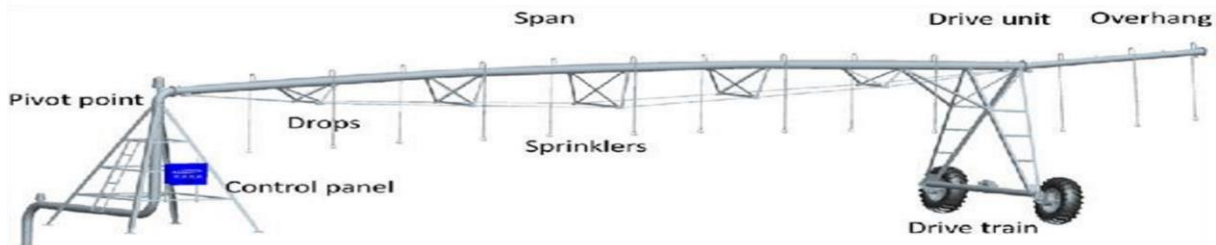


Figure I-3 : Irrigation par pivot

I-2-4-Irrigation goutte à goutte :

Dans cette méthode, l'eau est distribuée goutte à goutte directement aux racines de la plante. Elle est plus efficace que d'autres méthodes car elle réduit la perte d'eau par évaporation et permet une utilisation prudente de l'eau.

Ce système permet des économies relativement importantes, parfois jusqu'à 50% de l'irrigation conventionnelle. [4]

*** Avantages :**

- Economie d'eau,
- Réduction des adventices (mauvaises herbes),
- Meilleure tolérance des cultures aux eaux salées,
- Très faibles besoins de main-d'œuvre,
- Raccourcit le cycle végétatif de la culture. [4]

*** Inconvénients :**

- Coût globalement élevé qui fait réserver cette technique aux cultures à forte valeur ajoutée,
- Exige un haut degré de compétence à tous les niveaux : études préliminaires agro pédologique, conception de l'installation, conduite des arrosages par l'irrigant,
- Nécessite la filtration de l'eau d'irrigation. [4]

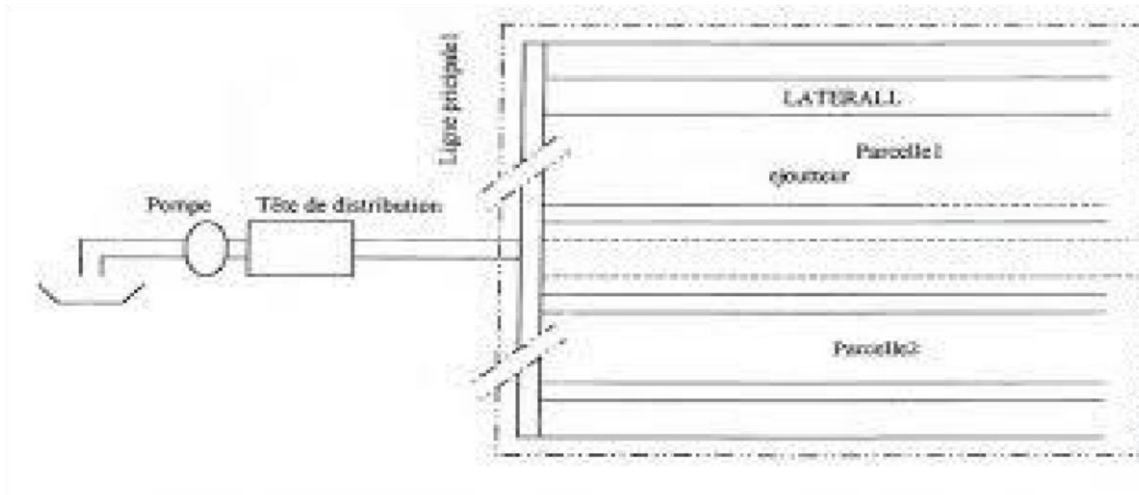


Figure I-4 : Irrigation goutte à goutte

I-2 Techniques d'irrigation pratiquée en Algérie :

L'Algérie s'appuie sur différentes techniques d'irrigation, notamment :

- Irrigation par aspersion,
- Irrigation à la raie,
- Irrigation par goutte à goutte,
- Irrigation par pivot dans les déserts uniquement, comme Wadi Souf.

I-2-1 Irrigation à la raie :

❖ Principe :

Avec l'irrigation à la raie, l'eau ruisselle que sur une faible partie de la surface du sol dans des raies ou sillons préalablement aménagés et qui constituent des rigoles d'infiltration.

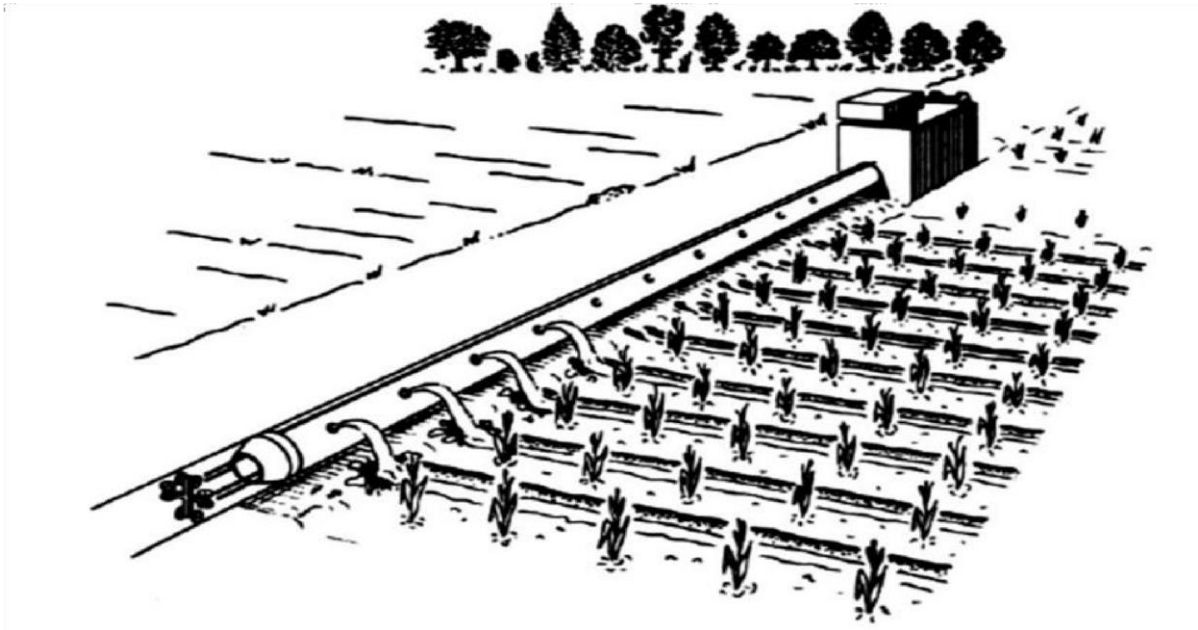


Figure I-5 : Irrigation à la raie

I-3-2- Irrigation par aspersion :

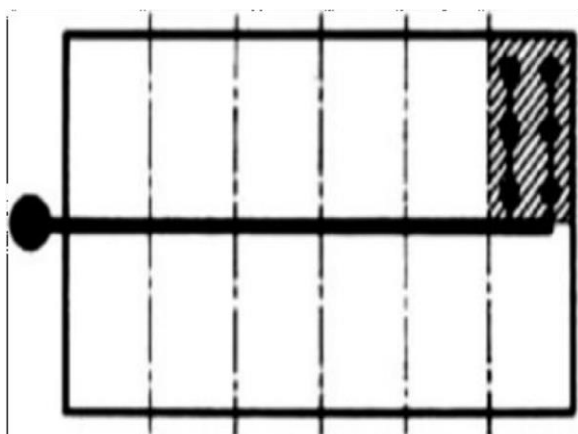
❖ Principe :

Avec l'aspersion, l'eau d'irrigation est amenée aux plantes sous forme de pluie artificielle, grâce à l'utilisation d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression.

À partir de la prise d'irrigation, l'agriculteur est disposé d'une canalisation d'approche alimentant les rampes sur lesquelles sont montés les asperseurs.

Les asperseurs sont généralement disposés en carré, dont le côté est choisi dans la série des écartements normalisés (en mètres : 6×6, 12×12, 18×18, 24×24, 63×63, 81×81). Il s'agit de multiples de la longueur unitaire des tubes utilisés (6 ou 9 m).


Pour irriguer la totalité de la parcelle et effectuer un arrosage, l'agriculteur devra donc effectuer plusieurs postes (douze dans notre exemple de la figure en déplaçant les rampes de poste à poste. La canalisation d'approche, par contre, n'est pas déplacée : elle est semi-fixe.



Poste N°1 



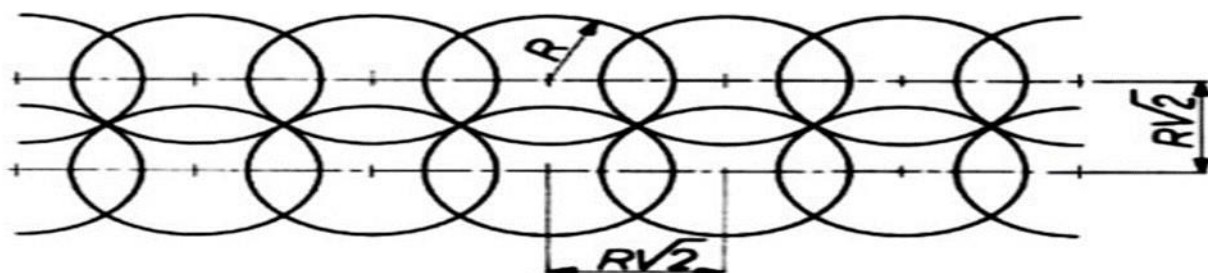
Poste N°2 

 prise d'irrigation

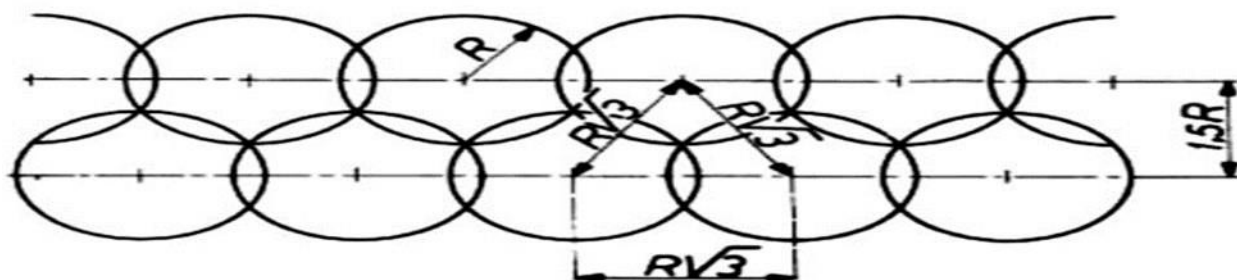
 asperseur

 canalisation d'approche

 rampe



⊙ implantation en carré



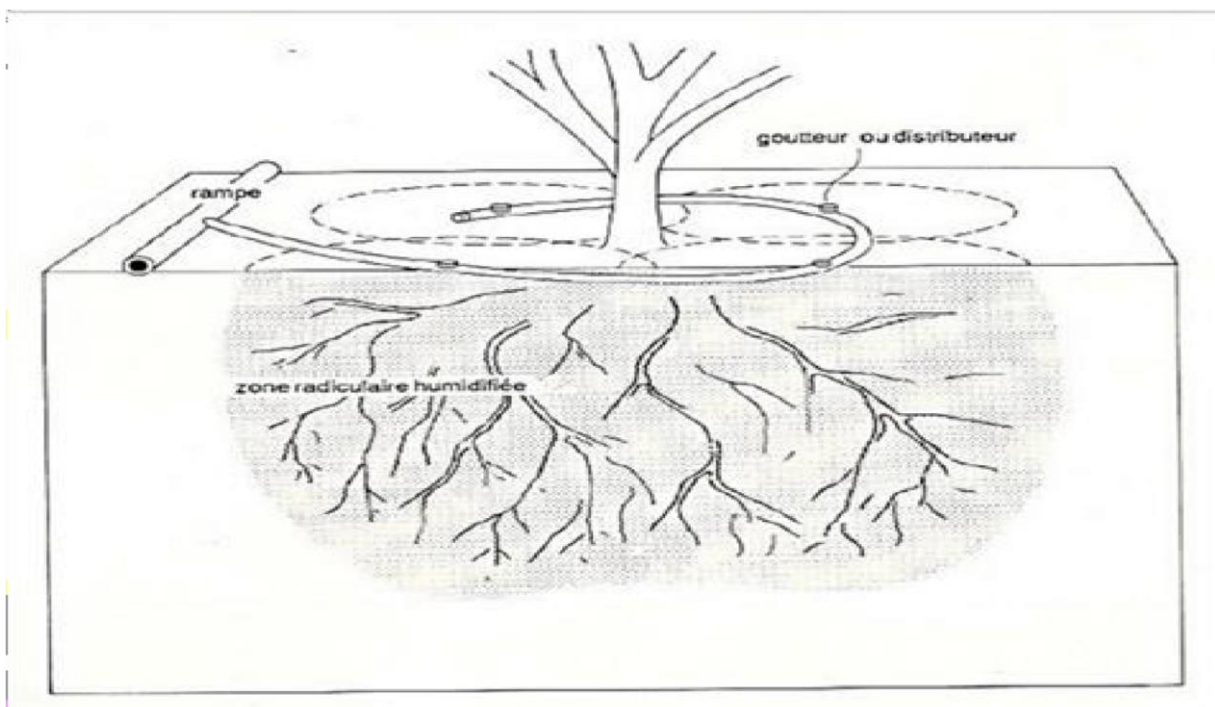
I-3-3 Irrigation à goutte à goutte :

❖ Principe :

L'irrigation à goutte à goutte, appelée aussi micro-irrigation, consiste à délivrer l'eau en gouttes à la surface du sol avec une faible dose (2-20 litres par heure). L'eau est canalisée dans des tuyaux en PVC munis d'orifices appelés goutteurs (émetteurs, distributeurs, jets d'eau, etc.).

L'eau est délivrée au voisinage immédiat de la plante de sorte que l'humidification soit limitée à la zone racinaire du sol. L'utilisation de l'eau est plus efficace qu'avec l'irrigation de surface ou par aspersion, où l'humidification concerne la totalité du sous-sol des plantations.

En irrigation à goutte à goutte, la fréquence des arrosages est supérieure à celle des autres méthodes (d'habitude tous les 1 à 3 jours), ce qui maintient une forte humidité du sol, favorable à la croissance des cultures.



❖ **Cultures recommandées :**

L'irrigation au goutte à goutte convient surtout aux cultures en lignes (légumes, fruits), arboriculture, vigne. vu son coût, cette technique d'irrigation est réservée pour l'irrigation des cultures à forte productivité et de haute qualité.

❖ **Pentes adéquates :**

L'irrigation à goutte à goutte s'adapte à tout terrain irrigable. Les plantes sont cultivées le long d'une courbe de niveau et les canalisations de distribution d'eau (rampes en plastique) suivent elles aussi les courbes de niveau.

❖ **Types de sols appropriés :**

Cette méthode d'irrigation s'adapte presque à tous les types du sol.

1-En sols argileux, le débit des goutteurs ou distributeurs est faible pour éviter la stagnation de l'eau ou bien l'écoulement par ruissellement.

2-En sols sableux, les goutteurs doivent avoir un débit fort pour que l'infiltration latérale des eaux soit suffisante.

❖ **Qualité de l'eau :**

Le problème majeur de l'irrigation à goutte à goutte est le risque d'obstruction des goutteurs. La section de passage des eaux dans les goutteurs est très faible (diamètre de 0,2 à 2,0 mm). Par suite ces goutteurs risquent de se boucher si l'eau n'est pas propre. Par conséquent il est essentiel que l'eau soit exempte de toute matière solide en suspension, autrement dit la filtration de l'eau est obligatoire.

L'obstruction des goutteurs peut aussi provenir du dépôt des matières organiques, des algues, des dépôts d'engrais ou des engrais non dissous tels que le calcium et le fer.

La salinité de l'eau ne constitue pas un handicap à l'utilisation de l'irrigation à goutte à goutte.

Cours M. Baghli

I.4 Eléments d'une installation goutte à goutte :

I.4.1 Point d'approvisionnement en eau :

Les sources d'eau constituées de petits barrages (lacs monticules) ou de canaux contenant des matières organiques ou des solides en suspension peuvent nécessiter des filtres, mais les sources relativement propres peuvent ne pas l'être.

A- Unité principale :

C'est l'unité qui se connecte au point d'alimentation en eau. Réglez la pression et le débit, filtrez l'eau et ajoutez de l'engrais. Dans certains cas, un régulateur de pression ou un filtre secondaire est monté sur la ligne en porte-à-faux ou au-dessus du porte-à-faux. Les réservoirs remplis d'engrais solubles, en particulier d'azote, sont le plus souvent utilisés pour introduire des engrais. Il s'agit d'un petit récipient sous pression avec une entrée et une sortie.



Figure I-7 : Installation de

tête B. Unité de filtration :

Elle constitue une partie importante de tout système goutte à goutte, elle se compose d'un tissu fin ou de lamelles légèrement espacées.

C. Distributeur (les goutteurs) :

Le goutteur émet occasionnellement un petit filet d'eau d'où à pression atmosphérique l'eau sort en un petit filet régulier (quelques litres/heure). Ceux-ci sont attachés à

intervalles rapprochés à des tubes flexibles qui constituent une rampe de pulvérisation installée au sol le long des rangées de champs. [6]

Chapitre II :

Présentation

de la zone

d'étude

II-1 Présentation de la willaya d'Ain Témouchent :

II-1-1 Situation de la zone d'étude :

La wilaya d'Ain Témouchent est située dans l'ouest algérien entre les quatre wilayas d'Oran, Tlemcen et Sidi Bel Abbas.

Où elle est bordée par la province d'Oran au nord-est et au nord-ouest par la mer de la Méditerranée, au sud-est par la wilaya de Sidi Bel-Abbas et au sud-ouest par la wilaya de Tlemcen.

C'est une communauté régionale et une circonscription administrative, avec la ville d'Ain Témouchent comme capitale.

Sa superficie est de 2377 kilomètres carrés.

La création de cette wilaya était en 1984, depuis la dernière division administrative (Loi du 4 février 1984). Cette wilaya de l'ouest algérien est caractérisée par son potentiel économique.

La ville d'Ain témouchent est bordée par les communes suivantes :

Au nord, par la commune de Sidi Ben Adda, au sud par la commune de Chentouf, à l'est de la daïra d'Hammam Bouhajar, ainsi qu'Al-Shabat et à l'ouest d'Ain Kahil.

Elle est située à 245 mètres d'altitude.

La ville d'Ain Témouchent a les coordonnées géographiques suivantes :

*Latitude : 35° 17' 22' N

* Longitude : 1° 8' 28" O

(APC sidi ben Adda)



Figure II-1 : Situation Géographique, Limites Administratives des Localités de la wilaya d’Ain Témouchent. (APC SIDI BEN ADDA)

II-2 Topographie de la wilaya d’Ain témouchent :

II-2-1 Climat :

Ain Témouchent a un climat méditerranéen avec des étés chauds et des hivers doux. Ce profil climatique est caractérisé par des vents du nord-ouest et du sud-est qui contiennent généralement peu d'humidité. Ce vent perd une grande partie de son humidité en passant sur le relief du Maroc et de l'Espagne. De plus, les ondulations du sud (Sebaa Chiok, Tessala, Mont de Tlemcen) ont un effet positif en empêchant l'arrivée des vents continentaux chauds et secs du sud. [7]

II-2-2 Précipitation :

Ce tableau représente la période moyenne des précipitations entre les années (1990-2023).

Tableau II-1 : Précipitations Moyennes Interannuelles période 1990-2022 Station Béni Saf (Source DRE).

Station De Béni Saf	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
1990-2019	20	49	62	69	111	71.5	57	53	33	8.6	2.1	2.5
2018-2019	85	331	114	120.8	107	339	39.9	5.6	17.2	15.4	0	0.7
2019-2020	55	12	86.1	99	101.9	78.6	42.4	4.7	37.6	00	00	00
2020-2021	3.7	28.4	32.0	10	22.1	65.4	81.1	51.8	25	033	00	1.40
2021-2022	4.3	27	58.5	122.7	216.3	18.8	17.9	4.3	3.9	02	00	3.1
2022-2023	1.2	11.2	34.4	40.5								

II-2-3 Pluviométrie :

La région subit l'influence des perturbations complexes du régime méditerranéen. Les précipitations y sont irrégulières avec maxima relatifs mensuels en hiver, et l'absolu, en février et mars, le minimum étant situé en juillet avec une pluviométrie sensiblement nulle, comme c'est le cas de l'ensemble de l'ouest de pays. La région se caractérise par deux grandes saisons, respectivement froides et pluvieuses en hiver, et aride sans précipitations significatives, en été. Les indices climatique, appliqués à cette région, donnent un caractère de climat semi-aride.

Tableau II- 2 : les trois Pluviomètres (2021/2022) (DSA)

Mois	HYDRAU	ITMA	Station BENI SAF	TOTAL	MOYE/MOIS	NBR JOUR PRECIPT
Sept	0	0	0	0	0	0
Oct	0	0	0	0	0.00	0
Nov	89.9	0	70.2	160	89.5	9
Déc	30.54	0	16.8	47.34	23.50	3
Jav	30.6	0	79.3	109.9	30.50	2
Fev	11.2	0	8	19.2	11.00	2
Mars	109.9	0	112.8	222.7	107.00	13
Avr	33.6	0	14.8	48.4	31.50	10
Mai	34.8	0	0	34.8	34.50	3
Total	340.44	0	0	301.9	327.5	42

Tableau II-3 : Cumul pluviométrie campagne (2021/2022) (DAS)

Mois	Qté mm
Sept	0
Oct.	0
Nov.	89.5
Déc.	23.5
Fev	11
Mars	107
Avr	31.5
Mai	34.5
Total	327.5
CUMMULE PLUVIOMETRIE	327.5
NBR JOUR PRECIPITATION	42

Tableau II-4 : les trois Pluviomètres (2022/2023) (DSA).

Mois	HYDRAU	ITMAS	Station BENI SAF	TOTAL	MOYE/MOIS	NBR JOURS PRECIPIT
Sept	4.5	0	4.9	9.4	8.50	5
Oct.	13.6	0	10	23.6	13.50	2
Nov.	12.7	0	9.7	22.4	15.0	4
Déc.	25.5	0	14.8	40.3	24.50	6
Jav	89.7	0	13	102.7	89.00	8
Fev	39.7	0	15.2	54.9	37.00	5
Mars	8.7	0	0	8.7	7.50	3
Avr	0	0	0	0	0.00	0
Mai	0	0	0	0	0.00	0
Total	194.4	0	67.6	262	195.00	33

Tableau II-5 : Cumule pluviométrie campagne (2022/2023) (ADS).

Mois	Qté mm
Sept	8.5
Oct.	13.5
Nov.	15.0
Déc.	24.5
Jav	89
Fev	37
Mars	7.5
Avr	0
Mai	0
Total	195
UMMULE PLUVIOMETRIE	195
NBR JOUR PRECIPITATION	33

II-2-4 Température :

La Wilaya d'Ain-Temouchent est une région à climat méditerranéen chaud. C'est un climat tempéré chaud avec un été sec (méditerranéen). La température moyenne interannuelle, mesurée par la station climatique de Beni Saf de sur la période 20052017 est de 18°C. La figure ci-dessous présente les variations de températures mensuelles au cours des années.

Tableau II-6 : Températures Moyennes Stations Ain Témouchent.

Stations	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jet	A
A. Témouchent	23.7	19.8	15.4	12.2	11.4	12.5	14.0	15.8	18.5	22.2	25.0	26.0

(Source DRE).

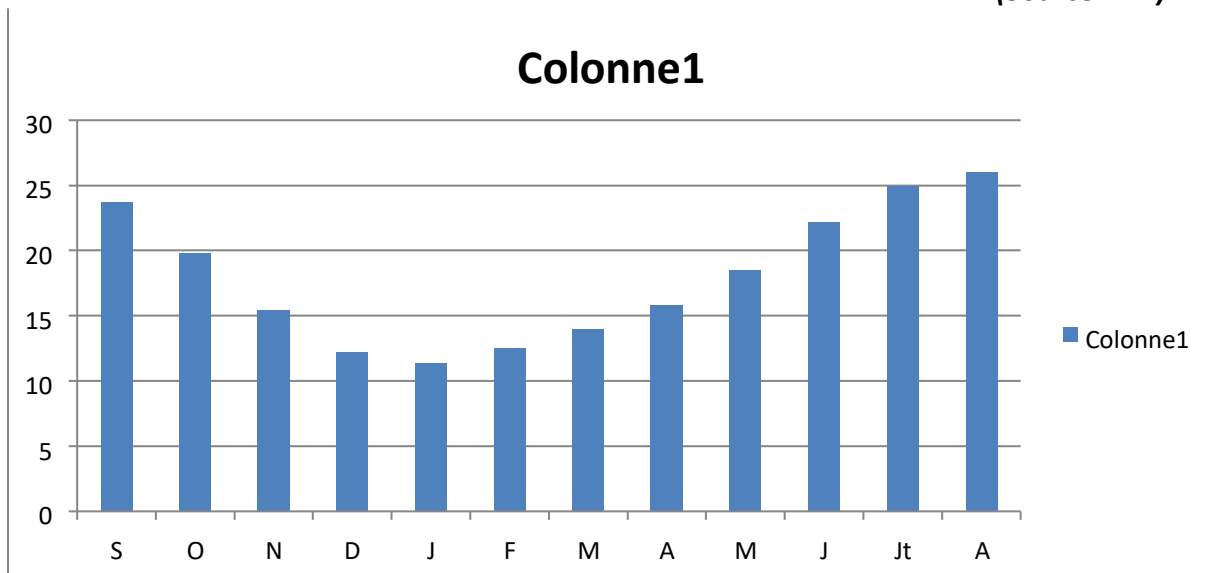


Figure II.1 : Histogrammes Température moyenne par le temps.

Les observations climatiques effectuées sont généralement irrégulièrement, surtout en ce qui concerne la température à l'échelle horaire ou journalière. Mais, d'une manière grossière à l'échelle mensuelle ou annuelle les températures sont irrégulières et variables avec un minima relatifs mensuels en hiver, et à l'absolu, en janvier et février avec des valeurs entre 11.4°C à 12.5°C.

Le maximum étant situé en aout avec une température moyenne interannuelle de 26°C sensiblement élevée qui nous a permis d'affiner convenablement ce paramètre en terme de connaissance des caractéristiques climatiques de la région.

II-2-5-Le vent : (Source DRE Ain Témouchent).

Le vent est l'un des éléments les plus caractéristiques du climat. Les potentialités d'évapotranspiration sont liées aux mouvements de l'air qui conditionnent les variations du bilan hydrique à l'échelle des valeurs moyennes mensuelles et annuelles.

Les vents dominants suivent deux directions préférentielles opposées :

- **Les vents de mer :**

Direction nord-ouest, c'est une légère brise dont les vitesses des vents varient entre 6.3 km/h le jour et 12.8 km/h la nuit et leurs fréquences maximums est entre juillet et aout.

- **Les vents de terre :**

Direction sud. Les vitesses des vents varient entre 13km/h et 54 km/h.

La région se caractérise par une forte humidité de 70%, sa distance par rapport à la mer est d'une vingtaine de kilomètres seulement.

Tableau II-7 : Moyennes Interannuelles du vent : Station de Béni Saf en (2000-2022) (m/s).

Stations	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
V Moy(1/10)	17.9	16.8	22.5	22.2	21.7	23.4	22	27.4	19.5	19.8	15.3	16.2
V maximal	17.2	16.8	18.2	20.5	18.7	20.3	22.4	20.6	20.5	16.3	14.7	15.3
NbJ >20m/s	0.7	1.2	1.1	2.1	1.4	2.2	2.4	3.8	2.2	0.6	0	0.4
V mxAbs	24	24	24	29	28	32	32	30	27	19	16	18

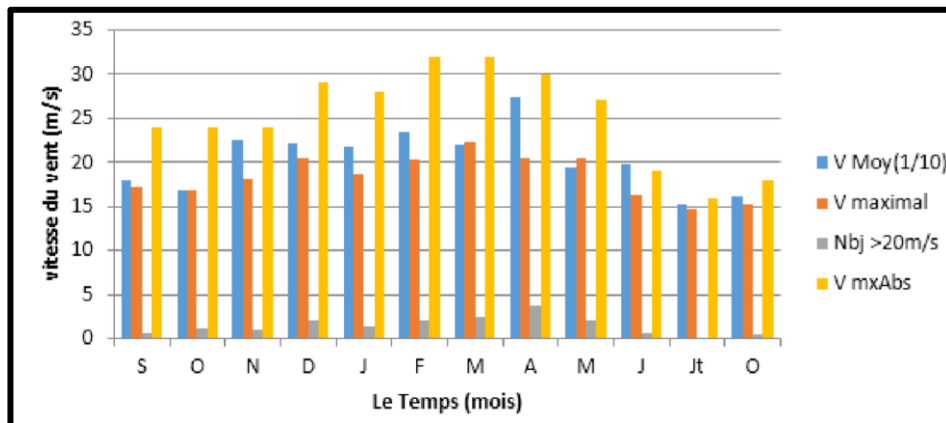


Figure II-2 : Histogrammes du vent par mois.

Tableau II-8 : des fréquences de la rose des vents. (Station de béni Saf).

Secteur	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Fréquence en %	8	29	3	1	1	9	42	7

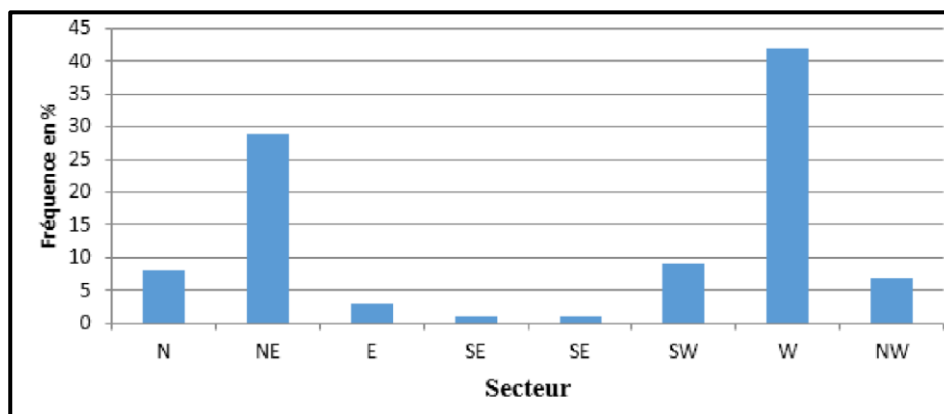


Figure II-3 : Histogrammes de la fréquence des vents par secteur.

II-2-6 Humidité :

Les données ont été traitées à la station d'Ain Témouchent à Sidi ben Adda. En saison estivale, il y a moins d'humidité, mais plus d'humidité en saisons pluvieuses en raison des masses d'air très chargées en vapeur d'eau, venant précipiter leur tribut de pluie directement sur le relief en montagne. L'humidité relative annuelle moyenne est évaluée en respectivement à environ 69%. On lit sur le graphe que l'humidité relative dans cette

zone ne s'abaisse jamais, en toutes saisons, en dessous de 50%. L'apport de sécheresse est expliqué par la conjugaison des facteurs locaux tels que le relief sans couverture végétale et la position de la région sous le vent des crêtes orientales de la Tafna qui, le plus souvent, appauvrissent l'invasion des masses d'air en vapeur d'eau.

Tableau II-9 : Répartition de l'humidité moyenne mensuelle (1990 -2022) (Source DRE).

Station S A	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	
A. Témouchent	64	69.5	74	77	77	79	74	69	64	62	60	60

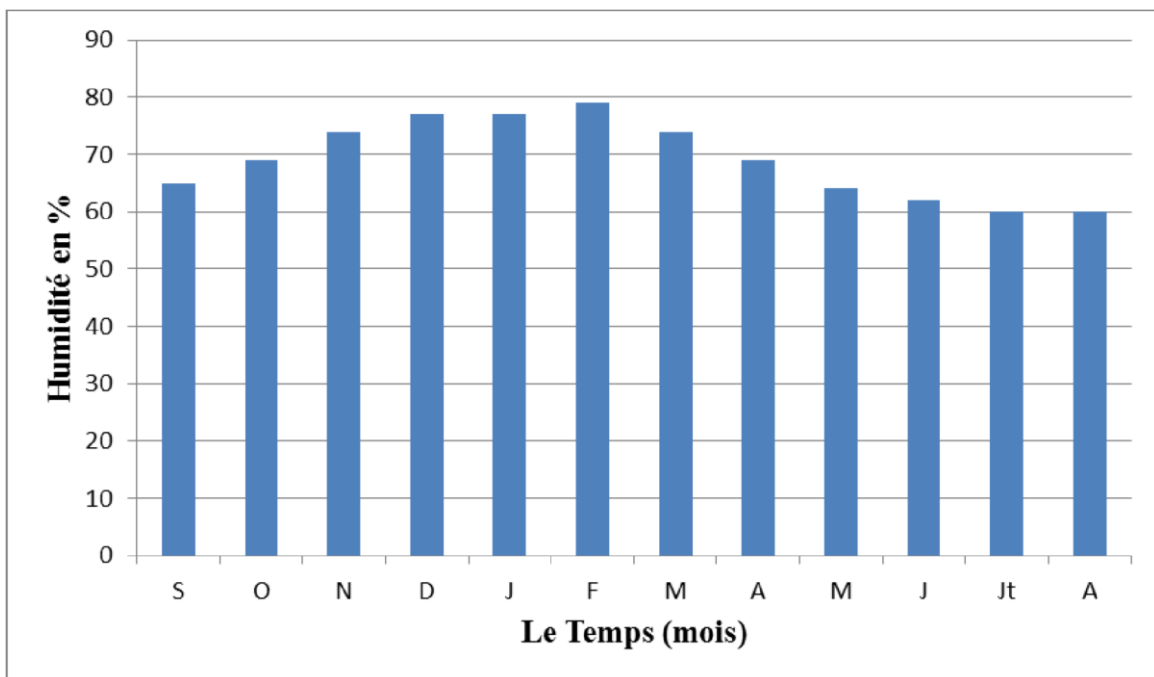


Figure II-4 : Histogrammes d'humidité moyenne par mois.

Tableau II-10 : Répartition saisonnières de l'humidité moyenne (1990 -2022).

<i>Station</i>	<i>Automne</i>	<i>Hiver</i>	<i>Printemps</i>	<i>Eté</i>
<i>A. Témouchent</i>	69	78	69	61

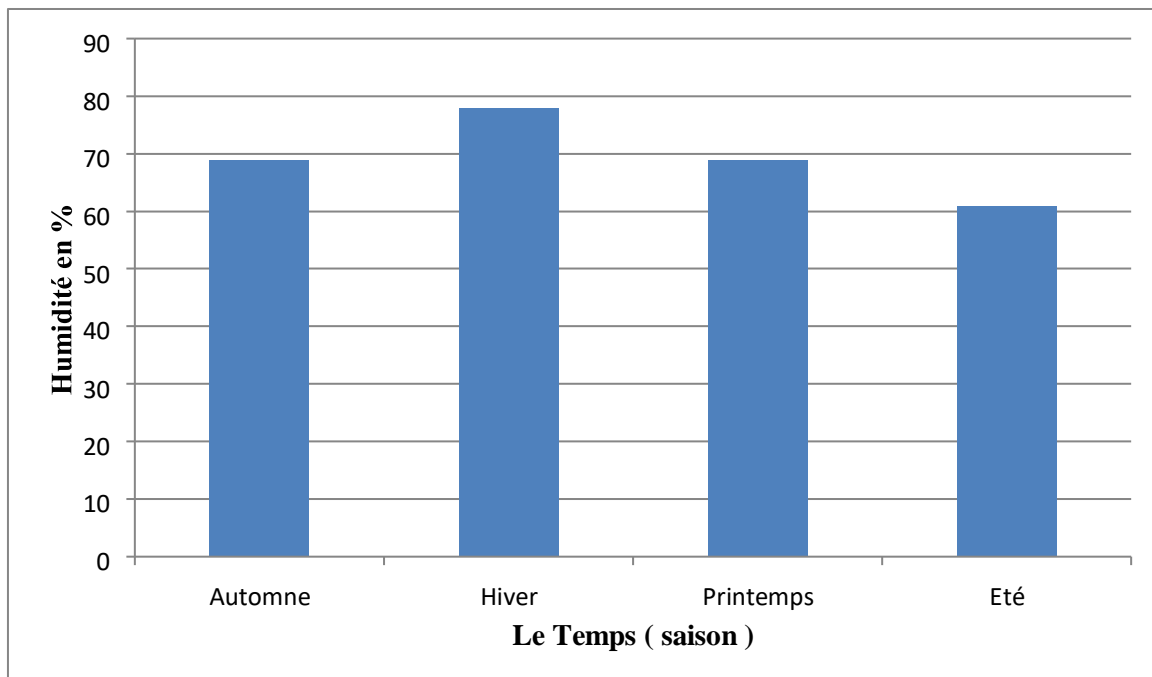


Figure II-5 : Histogrammes D'humidité moyenne par saison

II-3 Relief de la willaya d’Ain témouchent : Il est constitué de 03 unités morphologiques définies dans le cadre du plan d’aménagement de la willaya



Figure II-6 : Carte de relief de la zone d’étude (APC sidi ben Adda).

II-3-1 Les plaines intérieures :

Les plaines d’Ain Témouchent –El-Amria : elles sont constituées de plaines et de collines d’une altitude de moyenne de 300m.

Les plaines de muret : elles sont situées entre la Sebka d’Oran et les versants nord de Tessala, d’une altitude moyenne de 300m et d’une altitude moyenne de 50 à 100 mètres.

II-3-2 La bande littorale

Elle fait partie de la chaîne tellienne, et est composées :

- De montagnes côtières qui s’étendent vers Bani Saf avec une altitude moyenne de 200 mètres et le point culminant atteignant 409 mètres au mont Sukoon.
- Du puit du plateau de Wald Boudjemaa d’une hauteur moyenne de 350m et légèrement en pente vers Jebel El Sebka. □ et depuis la baie de Bozjar.

II-3-2 Zone montagneuse :

L’altitude de la zone montagneuse varie entre 400m et 500m et comprend :

- *Montagnes Tesala, dont la hauteur est de 600 mètres et le point culminant atteint 923 mètres (Mont Bu Hanish)
- *Les hautes collines des Berkeches qui se prolongent jusqu’aux monts de Sebaa - Chioukh constituant une barrière entre les plaines intérieures et le bassin de Tlemcen.

II-4 La situation agricole :

Ain Témouchent est une wilaya à caractère agricole. Sa superficie agricole est de 180 994 hectares et couvre plus de 89% de la superficie agricole totale.

Elle est affectée par des précipitations irrégulières, d'où l'utilisation d'un système d'irrigation basé sur des puits et des réservoirs à flanc de colline (**DAS**).

II-4-1 SYSTEME DE CULTURE 2021/2023 (DAS) :

- ❖ **Les grandes cultures** : 147 356 Ha (81,41%), dont jachère : près de 19 036 Ha.
- ❖ **Le maraîchage** : 8 786 Ha (4,85%) dont 80 Ha en plasticulture et 342 Ha de la pomme de terre.
- ❖ **Les cultures pérennes** : 24852 Ha (14%), dont :
 - Viticulture : 12 656 ha, dont vigne de table : 4319 Ha.
 - Arboriculture fruitière : 2 893 Ha.
 - Arboriculture rustique : 3 237 Ha.
 - Oléiculture : 9 956 Ha, dont 7 017 Ha en production (**5 677 Ha** en masse et 422 767 pieds en isolé).
 - Agrumes : 393 Ha.

II-4-2 Exploitation agricoles individuelles (EAI) et exploitation agricoles collectives (EAC) 2022/2023 :

Tableau II-11 : Exploitation agricoles (EAI)/(EAC) Source(DAS).

Type Exploitation	Nombre	Superficie (Ha)
EAC	1816	119976
EAI	983	13287
TOTAL	2799	133263

Chapitre III :

**Ressources en eaux,
besoins**

en eau et étude

hydrologique

III-1 Ressources en eaux et qualité des eaux pour l'irrigation

L'eau d'irrigation doit être considérée selon sa nature, sa quantité et sa qualité. La ressource peut être souterraine exploitée à partir de puits ou de forages. Ou bien, une source d'eau superficielle à partir des lâchées d'un écoulement ou d'un captage de source. A ce propos, l'agriculteur doit s'assurer de sa disponibilité en période de pointe, qui lui permet de déterminer la superficie à irriguer et doit en déterminer sa qualité (bonne, médiocre ou mauvaise) pour évaluer et prévoir le niveau de traitement et de filtration nécessaires à son utilisation.

La ressource hydrique ou ressource en eau comprend, au sens large, toutes les eaux accessibles comme ressources, c'est-à-dire utiles et disponibles pour l'Homme et les écosystèmes, à différents points du cycle de l'eau. (DRE)

III-1-2-Les eaux de surfaces :

La wilaya d'Ain Témouchent a toujours transféré des ressources de la wilaya de Tlemcen et de Tafna car sa situation géographique et ses caractéristiques hydrogéologiques la rendent incapable de répondre à la demande en ressources en eau. [8]

III-1-3 Les eaux souterraines :

Les eaux souterraines proviennent de l'infiltration de l'eau dans le sol (pluie, rivières...). Celles-ci s'insinuent par gravité dans les pores, les microfissures et les fissures des roches. Humidifiant des couches de plus en plus profondes, jusqu'à rencontrer une couche imperméable. Là, elles s'accumulent, remplissant le moindre vide, saturant d'humidité, le sous-sol formant ainsi un réservoir d'eau souterraine appelé aquifère (formation géologique souterraine, formée de roches poreuses ou fissurées, dans laquelle l'eau peut s'infiltrer, s'accumuler et circuler ; le mot aquifère désigne à la fois le contenant (les roches) et son contenu (l'eau)). La nappe (ensemble de l'eau contenue dans une fraction perméable de la croûte terrestre totalement imbibée) chemine en sous-sol sur la couche imperméable, en suivant les pentes, parfois pendant des dizaines, voire des centaines de kilomètres, avant de ressortir à l'air libre, alimentant une source ou un cours d'eau. Les nappes d'eaux souterraines peuvent être de deux types : sous une couche perméable ou non.

Les nappes situées sous un sol perméable sont dites libres. Au-dessus de la nappe, en effet, les pores du terrain perméable ne sont que partiellement remplis d'eau, le sol n'est pas saturé, et les eaux de pluie peuvent toujours l'imprégner davantage. [9]

III-2-Etude hydrologique :

L'enquête hydrologique est l'analyse scientifique et technique du comportement des masses d'eau dans les bassins, les rivières, les lacs ou d'autres masses d'eau.

L'objectif est de comprendre les propriétés, la quantité, le mouvement et la qualité de l'eau dans un système hydrologique particulier.

Une étude hydrologique comprend les aspects suivants :

- Collecte de données : Cela comprend la collecte de données sur les précipitations, l'évapotranspiration, l'infiltration, le débit des rivières, la topographie, l'utilisation des terres, etc. Ces données sont essentielles pour comprendre le bilan hydrique régional.
- Analyse statistique : les données collectées sont analysées statistiquement pour identifier les tendances, les changements saisonniers, les extrêmes et d'autres caractéristiques importantes. Cela aide à comprendre les schémas d'écoulement de l'eau et à estimer le débit d'eau dans différentes conditions.
- Modélisation hydrologique : Les modèles mathématiques sont utilisés pour simuler le comportement hydrologique d'un système. Ces modèles tiennent compte des facteurs physiques, climatiques et humains pour prédire le débit d'eau, les niveaux d'eau et d'autres paramètres hydrauliques importants.
- Prévisions et scénarios : Des prévisions à court et à long terme peuvent être faites sur la base des données collectées et des modèles hydrologiques. Ces prévisions aident à évaluer les risques d'inondation, les impacts du changement climatique, les besoins en eau pour différents usages, etc.
- Gestion des ressources en eau : Les études hydrologiques fournissent des informations précieuses pour la gestion des ressources en eau. Il vous aide à prendre des décisions éclairées concernant l'allocation de l'eau, la gestion des bassins versants, la planification des infrastructures hydrauliques, etc.

En bref, la recherche en hydrologie est une approche scientifique pour comprendre le comportement de l'eau dans des systèmes hydrologiques spécifiques afin de prendre des décisions éclairées sur la gestion et l'utilisation durables des ressources en eau. [10]

III-3-Besoin en eau :

La demande en eau fait référence à la quantité d'eau nécessaire pour répondre aux besoins d'une population, d'une entreprise, d'une région ou d'une opération particulière. Il représente la quantité d'eau nécessaire pour réaliser les divers usages et activités qui dépendent de l'eau. D'autre part, les sources d'eau font référence aux différentes sources d'eau disponibles pour répondre à la demande en eau. [11]

III-4-Evaluation du besoin en eau des plants :

Les cultures pour se développer, puisent du sol, l'eau et les éléments nutritifs, la quantité d'eau donnée à la culture n'est pas totalement absorbée par la culture, une partie percole et se perd en profondeur. L'eau qui constitue la plante est libéré 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. (DER)

III-5-1 L'évapotranspiration (ET) :

L'évapotranspiration (ET) est la quantité de vapeur d'eau transférée dans l'atmosphère par transpiration des plantes via leurs stomates et par évaporation au niveau de la surface du sol L'évapotranspiration peut se définir comme un prélèvement d'eau direct au niveau du sol ou indirect par les végétaux pour assurer leur croissance_ou leur survie.

- Il existe plusieurs facteurs qui affectent l'évapotranspiration. Parmi ces facteurs, Les paramètres climatiques (rayonnement solaire, température de l'air, vitesse du vent).

- Le type de la culture (croissance, stade culturale)

- Les propriétés du sol (fertilité, salinité, nature du sol, teneur en eau du sol). (DER)

III-5-2- L'évapotranspiration potentielle (ETP) :

L'évaporation potentielle (ET0) correspond à une caractérisation du pouvoir évaporant de l'atmosphère (demande climatique) à un endroit et à un moment précis de l'année et ne tient pas compte des caractéristiques des cultures et des facteurs de sol.

Les seuls facteurs qui influent sur ET0 sont des paramètres climatiques. Par conséquent, ET0 est un paramètre de climat, et peut être calculé à partir des données météorologiques. (DER)

Tableau III-1 : Répartition Mensuelle de l'évapotranspiration potentielle d'Ain Témouchent

Source l'ANRH

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aut
ETP en mm	131	85	62	47	45	57	90	112	132	156	173	157
%	10.4	7.1	4.8	3.6	3.8	4.8	7.1	9.1	10.6	12.5	13.9	12.6

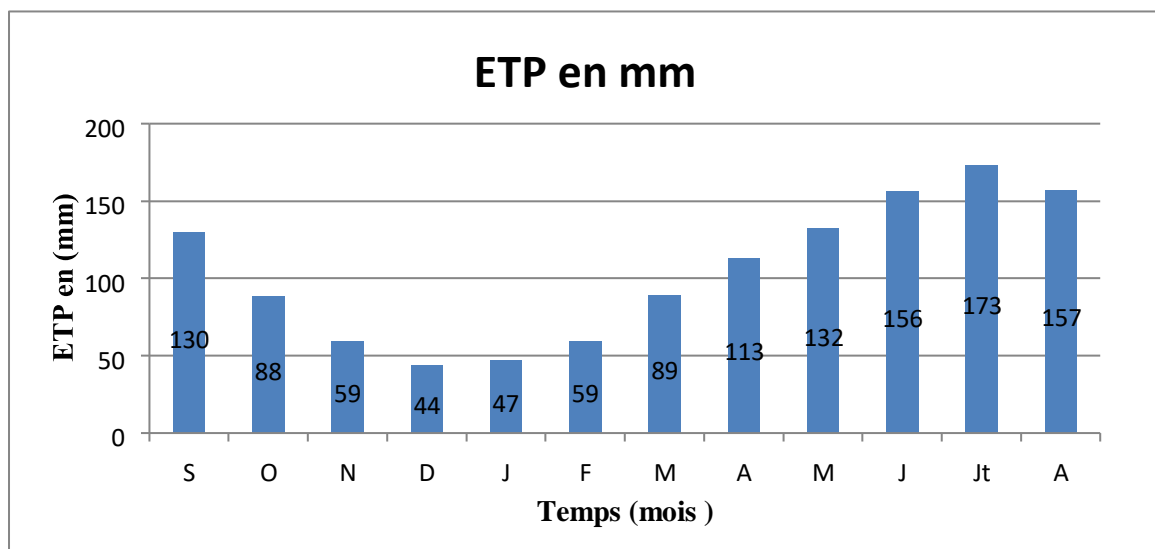


Figure III-1 : Histogrammes de l'évapotranspiration potentielle par mois (Source l'ANRH)

III-5-3 L'évapotranspiration maximale (ETM) :

Est la quantité d'eau perdue sous forme de vapeur par une parcelle végétalisée lorsque l'eau n'est pas un facteur limitant au niveau de l'absorption racinaire ou au niveau de la surface du sol. (DER)

III-5-4 Réservoir facilement utilisable (RFU) :

La fraction de RUM qu'une récolte peut extraire à partir de la zone racinaire sans effort est l'eau facilement utilisable de sol

$$*RFU = p \times WHC$$

Avec.

* P : est la fraction permise par extraction pour s'assurer que le palmier ne sera pas mis sous stress hydrique. (DER)

III-5-5 L'évapotranspiration réelle (ETR) :

Correspond à l'évapotranspiration effective d'un couvert végétal d'une parcelle végétalisée dans le cas d'une alimentation en eau éventuellement limitant. (DER)

III-5-6 L'évapotranspiromètre :

Le bilan hydrique peut fournir une bonne estimation de l'évapotranspiration réelle (ETR) si tous les autres paramètres du bilan, y compris la variation des réserves dans le bassin, peuvent être évalués. Ces réserves comprennent principalement les eaux souterraines, l'humidité du sol, la couverture nivale et les glaciers. Le bilan hydrique renvoie aux équations 1.1 ou 5.2, soit :

$$S_{gT} = S - S_{\zeta} - 4S$$

Où S_{Er} est l'évapotranspiration réelle.

Pour un cycle hydrologique annuel complet, la variation des réserves $4S$ peut être nulle ou négligeable par rapport aux précipitations totales et au volume total d'eau écoulé à l'exutoire. De même que pour l'évaporation, un bilan hydrique pour l'évapotranspiration peut être difficile à obtenir. À l'échelle du bassin versant, il y a souvent de grandes incertitudes et imprécisions dans la définition des entrées et des Sorties du système. A plus petite échelle, soit sur des terrains expérimentaux, un bilan hydrique peut s'avérer très précis. Les évapotranspiromètres sont des infra-structures qui ont pour but d'isoler et de contrôler une parcelle de terrain. Par exemple, une installation comme celle de la figure III-2 permet d'évaluer l'ETR à partir d'une parcelle de culture ou d'un sol à nu en établissant la différence entre les précipitations et la percolation :

$$\text{ETR} = \text{pluie} - \text{percolation}$$

Pour sa part, l'évapotranspiration potentielle (ETP) est obtenue en assurant la disponibilité en eau par arrosage :

$$\text{ETP} = \text{pluie} + \text{arrosage} - \text{percolation}$$

Un évapotranspiromètre est un récipient enterré de manière à ce que son bord supérieur soit au niveau du sol et rempli avec de la terre provenant de l'excavation. Sa précision est généralement excellente puisqu'il se fonde parfaitement dans le milieu à l'étude. Il est muni de drains pour permettre à l'eau de s'écouler horizontalement (ruissellement) et verticalement (percolation). On mesure l'eau à la sortie des drains. On peut installer les bacs sur une pesée pour déterminer les variations du volume d'eau à l'intérieur de ceux-ci. Un pluviomètre vient compléter l'infrastructure en mesurant les entrées d'eau à la surface. [11]

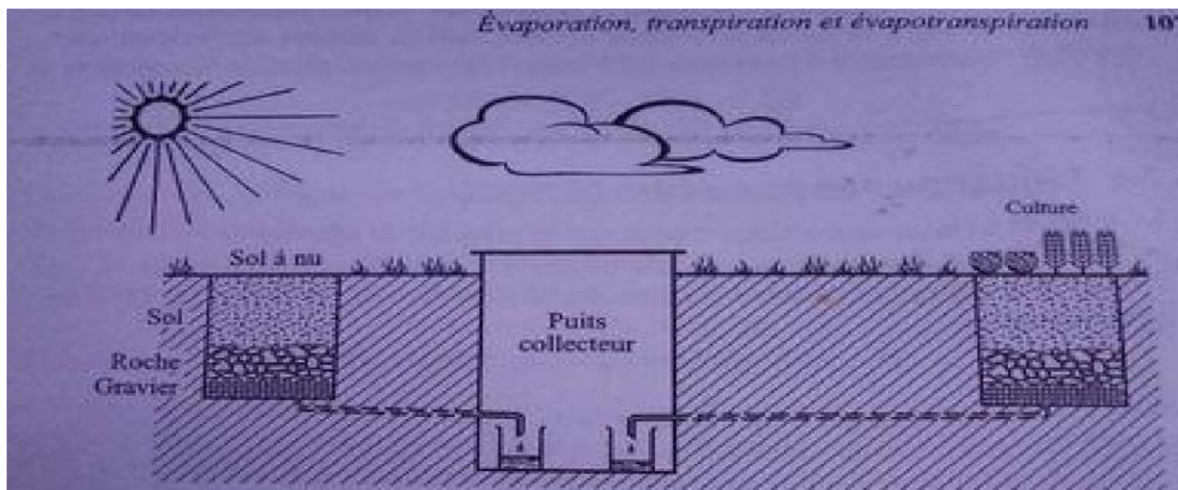


Figure III-2 : Évapotranspiromètre.

III-5-7 Fraction de lessivage (FL) :

Le palmier irrigué avec de l'eau ayant une teneur élevée en sel doit nécessairement être lessivé de sorte que l'accumulation du sel dans le sol le rende non stérile. La quantité minimum de l'eau exigée pour lessiver des sels de la zone racinaire a été estimée en utilisant une formule standard de lessivage.

$$FL (\%) = EC_{iw} / (5 EC_e - EC_{iw})$$

Avec :

- EC_{iw} : est la conductivité électrique de l'eau d'irrigation (dS/m à 25°C).

-**ECe** : est la conductivité électrique de l'extrait saturé du sol (dS/m at 25°C). Pour le palmier dattier ECe est égale à 6.8 dS/m à 90% de rendement ou bien à 10% de chute de rendement. (DER)

III-5-8 Conductivités électriques :

Ce paramètre permet d'estimer la teneur globale des sels dissous, se présente en des proportions élevées. On note la conductivité (donc la salinité) en Siemens (S). La conductivité des eaux s'exprime généralement en micro. Siemens par cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$), à 25°C, alors que la conductivité des sols s'exprimera plutôt en milli siemens par cm (ms/cm). (DER)

Chapitre IV :

Matériel et

Méthode

Partie 01 :
Présentation logiciel (Autocad
EPANET ;Cropwat)

IV -1- Présentation de logiciel Cropwat :

Le Cropwat est un logiciel d'aide à la gestion de l'irrigation, il a été mis au point par la FAO en 1992, basé sur la formule de Penman - Monteith modifiée. Il permet le calcul des besoins en eau des cultures et des quantités d'eau d'irrigation ; basés sur les Bulletins d'irrigation et de drainage FAO-24 et 33. Il offre également la possibilité de développer un calendrier d'irrigation en fonction de diverses pratiques culturales, et d'évaluer les effets du manque d'eau sur les cultures et l'efficacité de différentes pratiques d'irrigation.

Le logiciel Cropwat est disponible gratuitement sur le site de la FAO, plusieurs versions existent (sous MS-DOS ; Windows). Actuellement il est à sa version Cropwat sous Windows 7.0.

Pour notre étude nous avons utilisé la version Cropwat sous Windows 4.3 qui présente quelques lacunes, parmi lesquelles :

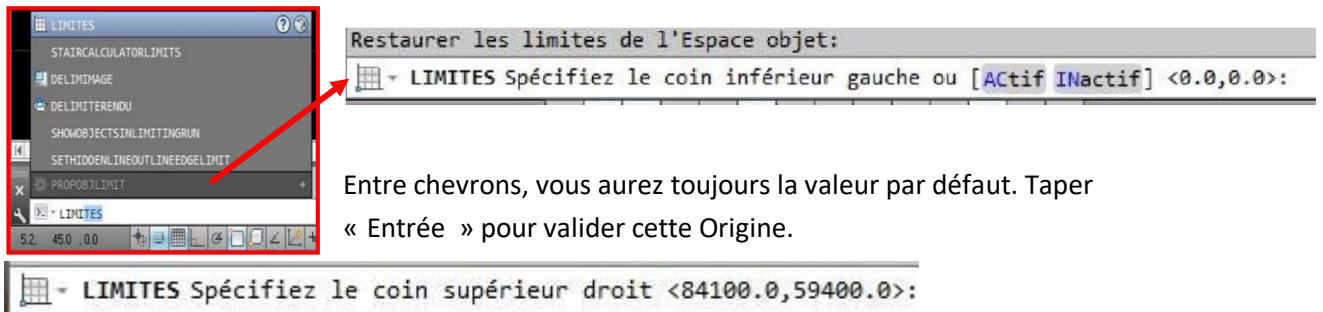
- Cette version ne comporte pas les fichiers pour les arbres fruitiers (fichier crop), de ce fait elle ne peut pas calculer leurs besoins sauf pour les agrumes, et nous avons été obligés de créer nous-même ces fichiers de cultures.
- Cropwat accepte d'entrer jusqu'à 30 cultures au même temps, existants dans une même parcelle d'un hectare pour donner les besoins en eau d'un hectare moyen (All crop) et le graphe cropping pattern de l'ensemble des cultures entrées. Mais si l'assolement des cultures entrées est complexe, le cropping pattern obtenu sera faux.

IV-2- Présentation du logiciel AutoCAD :

Les méthodes proposées concernent l'élaboration d'un schéma. Excepté dans les bureaux qui utilisent encore AutoCAD pour leurs plans, le projet se fera en 3D avec les unités adéquates. Vous trouverez quelques informations concernant les tracés cotés en fin de cours mais pour être convaincus de l'importance de la 3D.

IV-2.1. Les étapes d'utilisation d'AutoCAD :

Définir sa feuille : taper « LIMITES » dans la ligne de commande en bas de l'écran puis « Entrée ».



Ici, rentrer 420,297 puis « Entrée » pour avoir un format type A3 mais c'est surtout la proportion qui est importante. Noter l'importance du respect la syntaxe : il faut bien séparer le x du y par une virgule, en dessous du point d'interrogation. Le point étant réservé à la séparation des décimales.

Pour voir votre feuille dans l'écran, dans l'onglet « Vue », choisir l'icône « Tout ». Quand vous déplacez maintenant votre curseur dans l'écran, les coordonnées évoluent bien entre les valeurs précédemment rentrées.



➤ **Les outils** : fonctions en bas à gauche

- Rend actif l'accrochage aux objets (F3)
(Choix des modes d'accrochage en cliquant droit)
- Rend visible ou non la grille (F7)
(Choix des paramètres en cliquant droit)
- Rend actif ou non le mode ortho (F8)
- Résolution (F9) : le curseur s'accroche sur une grille : clic droit puis « paramètres » pour définir les espaces.



➤ **Définir sa grille et sa résolution** :

Il sera beaucoup plus facile de dessiner de manière homogène et harmonieuse si on place les équipements sur une grille. Les réseaux seront de fait espacés de la même distance.

Cliquer droit sur l'icône « Résolution »  ou « Grille »  vus précédemment puis « Paramètres ». La fenêtre de paramétrage apparaît. Mettre tout à 10 par exemple pour la résolution et 20 pour la grille.

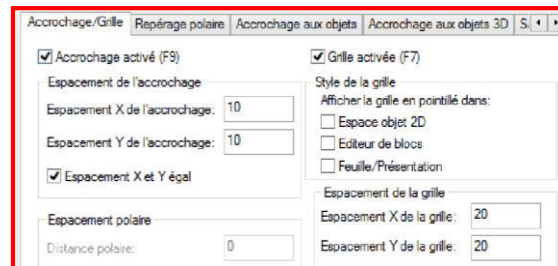


Figure IV-1 : La fenêtre de paramétrage apparaît.

La résolution capte le curseur en demande de point avec F9 activé (Icône bleuté). La grille (Mode F7 activé) n'est qu'une visualisation.

Le paramétrage de la grille et de la résolution peut être changé à tout moment si vous voulez affiner votre dessin.

- **Les menus fondamentaux :** Onglet « Début » pour dessiner et modifier.

Dessin : cliquez sur ligne d'autres choix vont se proposer ici, les choix sont nombreux. Penser à « Polygone » en entrant le nombre de cotés désiré.

- **Modifier :** cliquez sur la flèche tournée vers le bas pour faire apparaître les autres fonctions proposées.

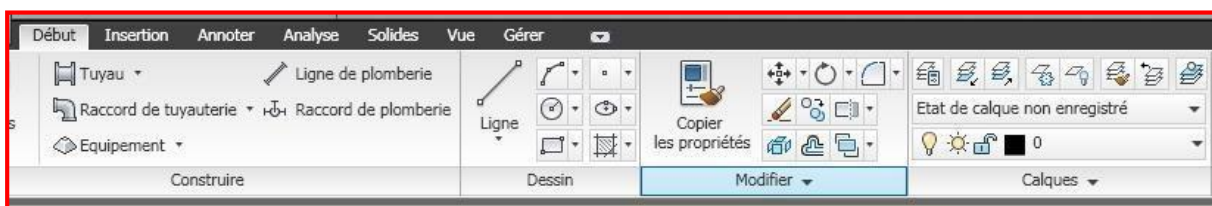
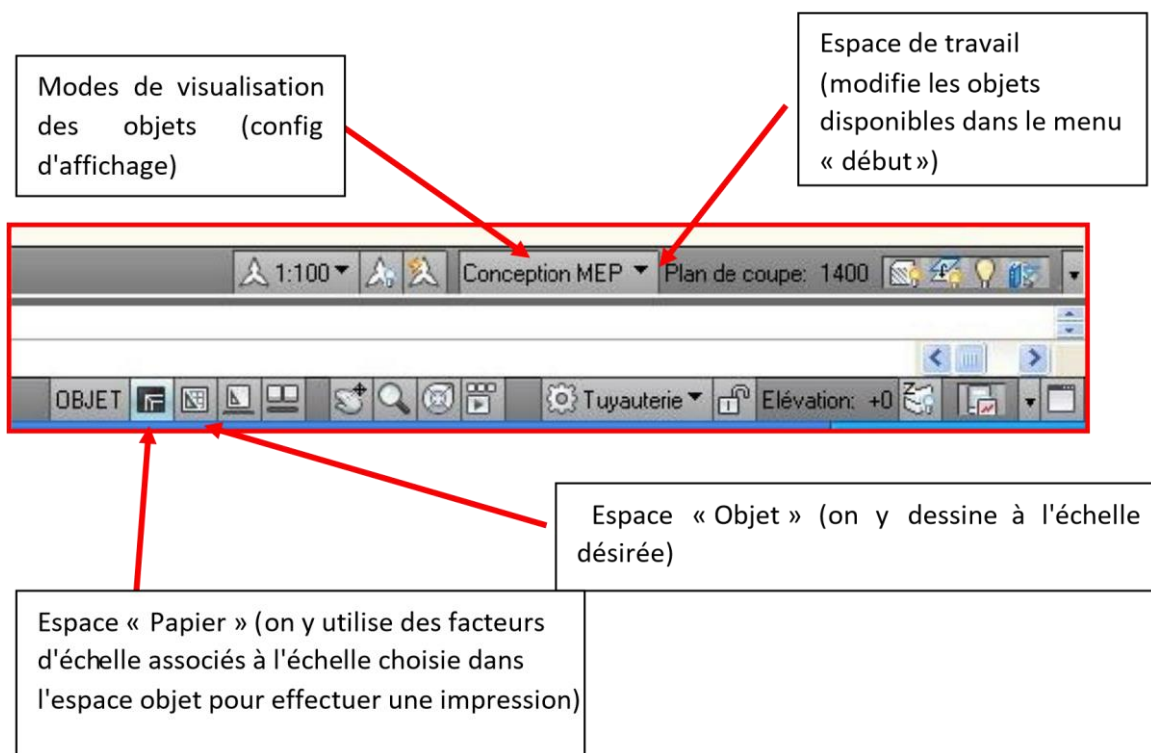


Figure : Le paramétrage de la grille

- **Calques :** cliquez sur l'icône en haut à gauche : la fenêtre de gestion des calques apparaît Fonctionne en bas à droite :



➤ **La sélection d'objets par une fenêtre :**

Sélectionner des objets est impératif pour les déplacer ou les modifier. Pour sélectionner le plus rapidement possible, il existe une différence quand on trace la fenêtre de sélection.

- **De gauche à droite** : sélectionne ce qui est entièrement dans la fenêtre bleue.
- **De droite à gauche** : sélectionne ce qui est en partie ou entièrement dans la fenêtre appelée « fenêtre capture » (verte)

Normalement, il suffit de sélectionner d'autres objets pour les ajouter à la sélection mais si vous voulez en enlever, sélectionner l'objet à désélectionner en maintenant la touche MAJ appuyée.

- **Important** : pour travailler vite, préférer la sélection par les fenêtres, ne jamais sélectionner en visant.

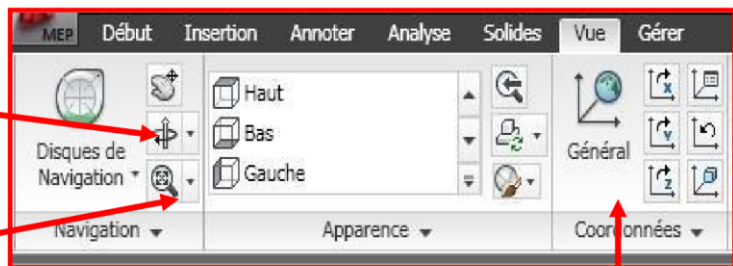
Rappel : pour sortir d'une fonction, utiliser la touche ESC.

- **Les vues disponibles et le changement de repères** : nous avons alors :

➤ **Orbite libre** : Permet de faire

Tourner l'objet
3D

Vues : Fonctions disponibles
en cliquant sur la flèche de
gauche



SCU : Changement de repère (Système de coordonnées Universelles) et retour au général.

➤ **Les petites astuces** : Attention primordial

ESC : si la ligne de commande est en demande et que vous appelez une fonction type zoom ou que vous voulez sélectionner un objet

F3 : Mode accrochage aux objets

F7 : Grille

F8 : Mode ortho (permet de ne faire que des horizontales ou verticales)

F9 : Résolution (permet de ne déplacer le curseur que sur une grille (possibilité de définir des écarts différents que pour la grille)).

La Fonction « **PEDIT** » permet d'accéder aux options des poly lignes.

Pour le paramétrage de ces fonctions, cf « les outils » plus haut.

➤ **Les propriétés** :

Sélectionner l'objet + cliquez droit une fenêtre de dialogue apparaît + Propriétés.

➤ **Elaborer son dessin** : toujours dessiner dans l'espace Objet (Modèle) Pour dessiner, il existe plein d'outils essentiels. Dans l'ordre d'importance :

a. **Le mode ortho** (touche F8 ou icône en bas à gauche) : permet de ne tracer que des horizontales ou verticales (ou sur l'axe z en 3D : essentiel pour les tuyauteries),

b. **Le mode accroche objet** (touche F3 ou icône en bas à gauche + paramètres) : ne jamais dessiner sur AutoCAD sans utiliser l'accroche objet qui relativise les coordonnées d'un objet par rapport aux autres,

- c. **Ajuster et prolonger** (dans sous menu modifier) : permet de couper un objet (trait ou autre) délimité par un trait. Permet de prolonger un trait jusqu'à un objet. Idéal pour nettoyer un dessin.

Figure IV-3 : Menu modifier



- d. **Épaissir ses traits** : si vous tracez des lignes, elles ne peuvent être épaissies, c'est l'apanage des poly lignes. A n'importe quel instant, vous pouvez modifier une ligne en polyligne. Choisir poly ligne, tracer une succession de segments. La ligne de dialogue vous offre des options. Tapez-la puis entrée. Entrez une valeur puis entrée. La largeur de la polyligne est modifiée. Fonction facilement copiable à d'autres poly lignes avec le pinceau. Rappeler les options du tracé des poly lignes avec la fonction PEDIT,
- e. **Etirer** : votre schéma vous paraît trop petit et il faut le reconfigurer, pensez à la fonction « Etirer ». Les objets à déplacer doivent être sélectionnés par une fenêtre type capture « de droite à gauche ». Les objets se déplacent mais les connexions avec les objets extérieurs restent,
- **Possibilité d'imprimer directement votre dessin Objet** : En cliquant sur l'icône précédent et en choisissant Imprimer, sélectionner l'imprimante, le format, et fenêtre parmi les choix étendu, affichage, ... AutoCAD vous permet alors de sélectionner la partie ou le dessin que vous désirez imprimer par une fenêtre. En ajustant l'échelle au format, vous pouvez trouver une échelle appropriée et repositionner votre dessin,
 - **Essentiel** : En choisissant d'imprimer votre dessin sur un fichier PDF (« DWG to PDF »), vous verrez des traits qui ne correspondent ni en couleur non en épaisseur aux

traits vus à l'écran. Normal : AutoCAD prend en compte des styles de traits prédéfinis : pour ne pas en tenir compte, faites « A »+ « Imprimer »+ « Mise en page »+ « Nouvelle configuration » + « OK » + Choisir la feuille, le fenêtre, etc., et surtout décocher « Style de trait » pour qu'AutoCAD prenne en compte les caractéristiques des traits du dessin. Refaire ensuite la manip en choisissant « Tracer » et en sélectionnant la configuration préalablement définie.

f. Utiliser les palettes d'outils :

Très simple d'utilisation surtout pour les schémas hydrauliques et autres, ces palettes permettent de stocker sous forme visuelle des éléments que vous aurez fabriqués voir que vous aurez transformé en bloc. Cliquer droit sur le bandeau du haut et sélectionner « Afficher le groupe de palettes ». Une fenêtre s'ouvre avec les palettes existantes. Cliquer droit et choisissez « Nouvelle Palette ». Donnez un nom puis « Entrée ».



Figure IIIV-: Les palettes d'outils

IV-3-Présentation d'Epanet :

IV-3-1 Historique :

Le logiciel Epanet est né suite à une initiative du Congrès des Etats-Unis qui visait à protéger les ressources naturelles du pays. Dès lors, l'EPA (US Environmental Protection Agency) a été chargée de développer des techniques permettant de mieux appréhender les écoulements et les transformations de l'eau dans un réseau d'adduction d'eau potable.

Depuis 1993, le logiciel est disponible gratuitement pour tous les bureaux d'études et les sociétés d'affermage qui souhaitent l'utiliser.

Afin d'augmenter la convivialité du logiciel pour les sociétés francophones, la Compagnie Générale des Eaux a financé la version française sur laquelle j'ai travaillé tout au long de mon stage. Enfin, le logiciel a connu des améliorations depuis sa création. La dernière version date de l'année 2001.

IV-3-2- Principes hydrauliques régissant les calculs du logiciel :

➤ Les lois de base du calcul :

Les lois des nœuds et la loi des mailles constituent la base du calcul hydraulique. La loi des nœuds affirme que le débit entrant dans un nœud est quoiqu'il arrive égal au débit sortant de ce nœud et ce quel que soit le nombre d'entrées et de sorties dans ce nœud. La loi des mailles dit, quant à elle, que la différence de charges ΔH (égale à la somme de la pression et de la cote au sol au point considéré) entre deux nœuds est égale à la perte de charge entre ces nœuds.

Cependant, pour pouvoir obtenir les charges et débits pour chaque nœud et chaque tronçon, il est nécessaire que certains débits et certaines charges soient préalablement connus.

Il s'agit des nœuds à charge fixée (réservoirs, baches) qui imposent la charge de départ et ainsi permet le calcul de la charge à chaque nœud de proche en proche.

Il s'agit aussi des nœuds à débit fixé (définition des demandes à chaque nœud) qui permettent de connaître les débits dans les tronçons satisfaisants cette demande. Enfin, l'écoulement se fait du nœud ayant la charge la plus élevée vers le nœud ayant un potentiel de charge moins important. Le calcul des débits et des charges est lié et ne peut se faire indépendamment. Dès lors, il est nécessaire de connaître l'une ou l'autre des données à chaque nœud pour permettre l'aboutissement du calcul.

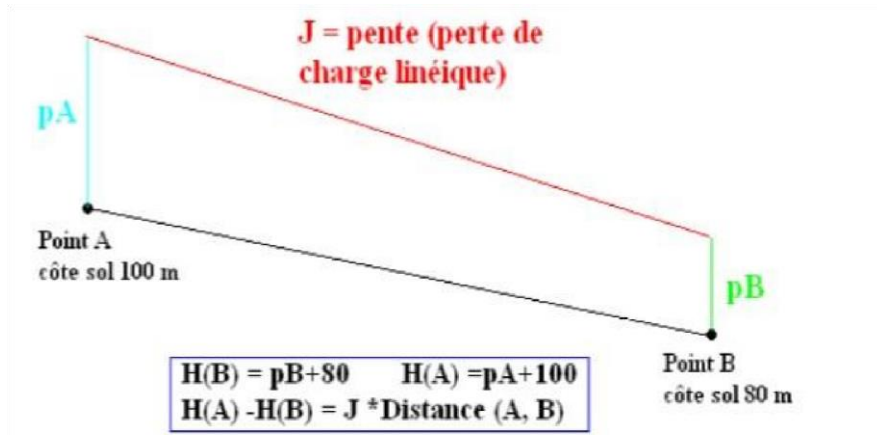


Figure IIIV-5 : Schéma illustratif de la loi des mailles dans un réseau d'eau potable.

Le calcul des pertes de charge linéaires :

Le calcul des pertes de charges linéaires sur le logiciel peut se faire par le biais de trois formules différentes (Hazan-Williams, Darcy-Weisbach, Chezy-Manning).

- La formule de Hazan-Williams est fortement utilisée aux Etats-Unis et présente la particularité de n'être utilisable que pour l'eau et de n'avoir été développée à la base que pour les écoulements turbulents.
- La formule de Chezy-Manning est plus souvent utilisée pour les canaux à découvert et pour les grands diamètres.
- J'ai choisi d'utiliser la formule de Darcy Weisbach qui est la plus utilisée en Europe et qui traite les écoulements de tout type et pour tout liquide. $h = A * q^B$

Avec :

h : la perte charge en unités de longueur,

A : le coefficient de résistance,

Q : le débit

B : l'exposant du débit.

Les coefficients A et B varient suivant les formules. Pour la formule de Darcy

Weisbach : $A = 0,0827 * f(\epsilon, d, q) * d^{-5} * L$

Avec :

L : longueur en m du tronçon,

D : diamètre du tuyau en m,

Q : débit en m³ /s

ε coefficient de rugosité de la conduite en m.

La rugosité correspond à la hauteur des aspérités à la surface de la paroi intérieure d'une canalisation. Plus cette rugosité est importante, plus la perte de charge croît. La rugosité, représentative de l'état intérieur d'une conduite, croît selon la nature de la canalisation et avec l'âge de la canalisation.

○ **Le calcul des pertes de charges singulières :**

Les pertes de charges singulières représentent la présence ponctuelle d'un obstacle à l'écoulement (vanne partiellement ou totalement ouverte, coude, té ou obstacle non identifié). La formule utilisée est la suivante :

$$H = \lambda * v^2 / 2g$$

Avec :

V : vitesse de l'écoulement en m/s,

Λ : coefficient de perte de charges singulières

G : l'accélération de la pesanteur en (m.s⁻²).

Le coefficient λ définit la nature de l'obstacle.

IV-3-3- Spécificités du logiciel :

Le logiciel possède les mêmes fonctionnalités et possibilités que les autres logiciels de modélisation des réseaux d'eau potable tels que Porteau ou Piccolo. Il présente une convivialité au niveau de son interface qui permet de le rendre assez facilement accessible. Cependant, une formation était nécessaire pour ne pas tomber dans le piège représenté par cette facilité de manipulation des éléments d'Epanet.

On peut également travailler un réseau saisi sur Epanet avec le logiciel Porteau grâce à une passerelle permettant le transfert des fichiers. En termes de calcul, Epanet présente quelques particularités. Par exemple, sur le logiciel Piccolo, il est possible de demander au logiciel de revoir une demande à la baisse tandis que sur Epanet, une demande est toujours desservie à 100%. Dès lors, lorsqu'on obtient des pressions négatives sur un nœud, ceci signifie que la demande n'est pas satisfaite.

IV-3-4. Les étapes de l'utilisation d'Epanet :

Pour modéliser notre système de distribution d'eau, nous avons suivi les étapes suivantes :

- **Dessin du réseau représentant le système de distribution à l'aide d'un fond d'écran. :**
Epanet peut afficher un fond d'écran derrière le schéma du réseau. Le fond d'écran peut être une carte routière, un plan de services publics, une carte topographique, un plan d'aménagement du territoire ou n'importe quel autre dessin. Il doit être un méta fichier amélioré ou un bitmap créé hors EPANET. Ainsi, une fois importé il ne peut être modifié.
Pour l'ajout des tuyaux au réseau, nous avons procédé comme suit :
- Avec srip32 couper le schéma AUTOCAD du réseau et l'enregistrer sous format bitmap.
- Ouvrir Epanet ensuite sélectionner affichage » Fond d'écran» importer et choisir le fichier enregistré.
- Les éléments du réseau (nœuds, conduites, vannes etc.) sont ajoutés directement sur le plan constituant le fond d'écran.
- **Les nœuds :** Les données introduites pour chaque nœud sont l'altitude et la demande de base
- **Les conduites :** La longueur en mètres, le diamètre en millimètres et la rugosité sont les données introduites pour chaque conduite. Les longueurs peuvent être majorées de 10 % pour tenir compte des pertes de charge singulières.
- **La bêche :** La bêche est un réservoir circulaire et semi enterré à grande capacité. Elle est alimentée par gravité.
- **Les réservoirs :** Les réservoirs sont constitués du réservoir de tête et des réservoirs d'équilibre. Les données à insérer sont :
 - **La côte du radier.**
 - **Le niveau initial.**
 - **Le niveau minimal.**
 - **Le niveau maximal.**
 - **Le rayon (forme circulaire).**
- **Les vannes :** Leurs principaux paramètres d'entrée sont : les nœuds d'entrée et de sortie, le diamètre, la consigne de fonctionnement et l'état de la vanne.

IIIIV-3-7 Sélection des options de simulation :

- **La courbe de modulation ou variation de la consommation :**
La détermination des pointes de consommation s'avère d'une grande importance dans le dimensionnement des réseaux de distribution ou dans la détermination de la capacité de la station de pompage. La consommation varie selon les heures du jour, au rythme des

activités urbaines. Dans nos villes, le minimum se situe entre 20 et 3 heures du matin. Le maximum se situe généralement entre 6 heures et 8 heures. Nous avons fourni trois types de courbes de modulation.

Les Formule de Darcy -Weisbach :

Les chercheurs Darcy et Weisbach ont proposé des équations qui permettent de déterminer, la résistance, les pertes de charge, la vitesse et le débit dans les conduites d'eau potable.

- **Le débit :** Selon Darcy -Weisbach nous avons

l'expression suivante :

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \sqrt{\frac{8g \cdot R_h \cdot S}{f}}$$

Avec :

f : facteur de frottement, [sans dimension]

Q : débit dans la conduite

R_h : rayon hydraulique

S : perte de charge par unité de longueur (gradient hydraulique).

g : accélération de la pesanteur

Le rayon hydraulique : c'est le rapport de la section de l'écoulement de la conduite sur le périmètre mouillé.

➤ **Détermination du facteur de frottement :**

Pour déterminer le facteur de frottement on peut utiliser :

- **Le diagramme de Moody :** Si le régime d'écoulement est laminaire dans ce cas :

$$f = \frac{64}{Re}$$

Cependant si nous sommes en présence d'un régime turbulent, dans ce cas on utilise le diagramme de Moody, la formule de White - Colebrooke et d'autres formules approchées.

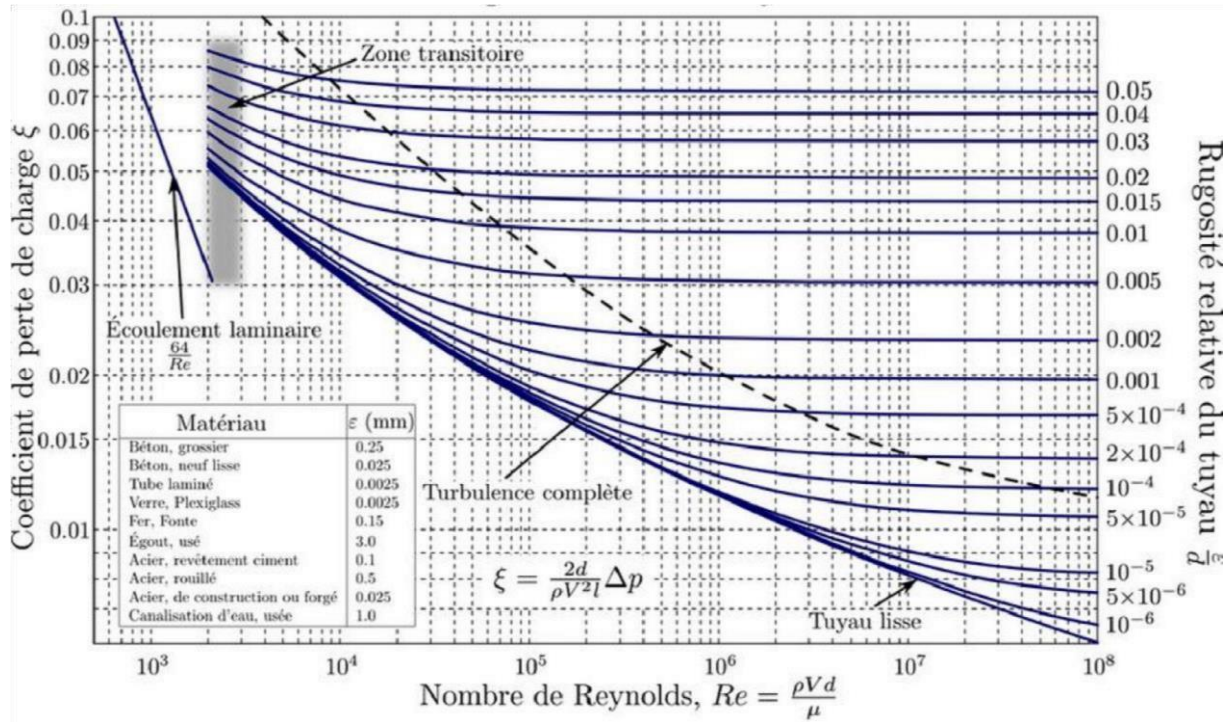


Figure IV-6 : diagramme de MOODY

- **La formule de White -Colebrooke :** La formule de White -Colebrooke est utilisée pour calculer la partie turbulente du diagramme de Moody.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{\epsilon}{3,7d} + \frac{2,51}{R * \sqrt{f}} \right)$$

Partie02 : Dimensionnement de périmètre d'irrigation

IV-1-Dimansionement du périmètre d'irrigation :

IV-1-1 Présentation de l'ITAF :



Fig 7 : Localisation de l'ITAF sur carte Satellitaire

DONNEES DU POINT D'EAU :

- a) Point d'eau : FORAGE.
- b) Coordonnées géographiques : 35°19'42.22''N 1°08' 32.41''O.
- c) Altitude du forage : 183 m
- d) La profondeur du forage : 36 m
- e) Le débit du forage : 12 l/s
- f) HMT : 60 m
- g) La cote piézométrique : 147 m.
- h) Niveau statique : néant
- i) Niveau dynamique : néant.

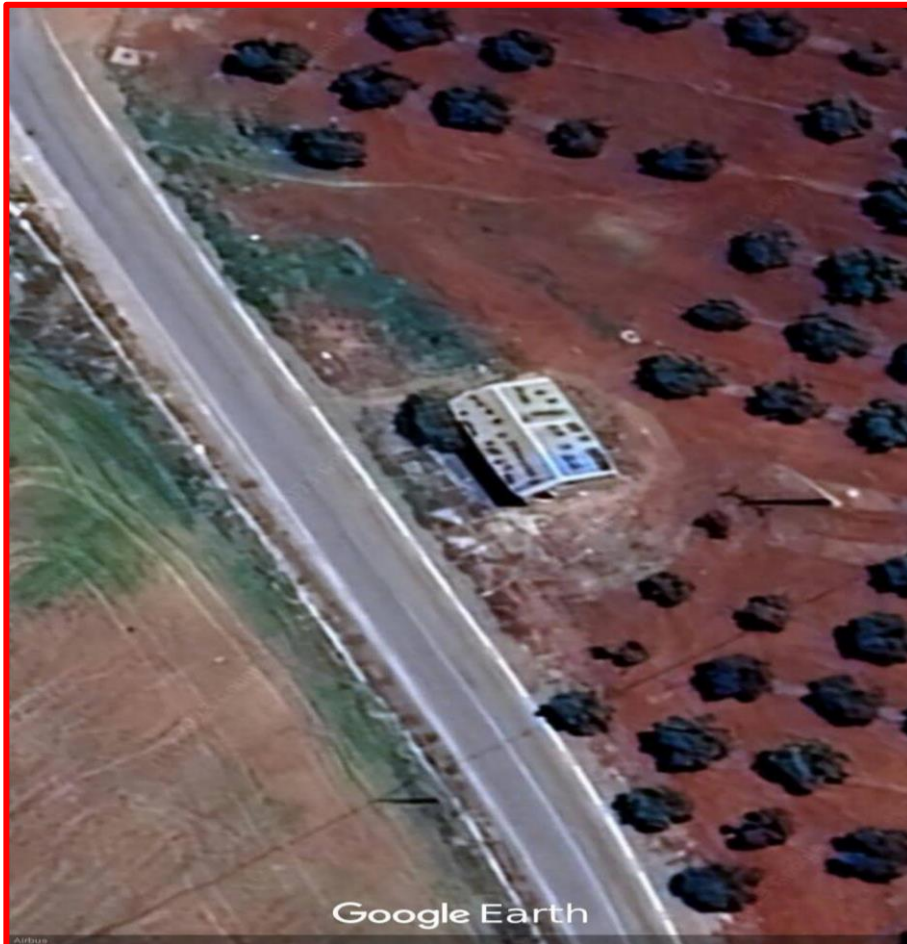


Fig. 8: Localisation du Forage sur carte Satellitaire

□ DONNEES DU BASSIN DE STOCKAGE :

- a) Ouvrage de stockage : Bassin
- b) Coordonnées géographiques : $35^{\circ}19'39.60''N$ $1^{\circ}08'32.62''O$
- c) Altitude du bassin : 200 m
- d) La profondeur d'eau : 02 m.
- e) Capacité du bassin : 200 m³.
- f) Forme géométrique : Carré
- g) largeur : 10 m ; longueur : 10 m
- h) Matériau : en terre avec géomonbrane.



Fig 9 : Localisation du Bassin de stockage sur carte Satellitaire

DONNEES DU PERIMETRE D'IRRIGATION

- a) Site : Terrain Agricole
- b) Coordonnées géographiques : **35°19'44.35''N 1°08'31.32''O.**
- c) Superficie : 0.6 ha.
- d) Type de culture : les Oliviers
- e) Altitude du Point de distribution : 193 m

- f) Le nombre de plant : 114
- g) Le nombre de porte rompe : 2
- h) Le nombre total des rompe : 15
- i) Le nombre de goutteur : 114 goutteur
- j) Le débit par goutteur : $8\text{l/h} = 0.00222\text{ l/s}$.
- k) Type des gouteurs : Autorégulant
- l) Le débit total de distributeur : 0.25l/s
- m) Age de la culture : 2 ans



Fig 10 : Localisation du périmètre d'irrigation sur carte Satellitaire

IV-1-2 Calcul Hydraulique :

A) Variante (1) : Ecoulement gravitaire (Bassin -périmètre irrigation) :

🚧 Dimensionnement Proposé :

- Conduite de refoulement (Forage-bassin) : 125mm.
- Conduite principale (Bassin – périmètre) : 75mm.
- Diamètre de La rampe : 63 mm
- Diamètre de Portes rampes : 20mm.
- Débit du goutteur =8L/h ; soit 0.00222 L/s.
- Nature du matériau pour le réseau : **PEHD**
- Coefficient des pertes de charge de Hazen Williams : **140**

B) Variante (2) : Ecoulement en charge (Bassin – périmètre d'irrigation) :

+ Dimensionnement Proposé :

▪ **Caractéristique de la pompe :**

$$Q=0.25L/s.$$

$$HMT= 10m .$$

$$D=75mm.$$

- Nature du matériau pour le réseau : **PEHD**
- Coefficient des pertes de charge de Hazen Williams : **140**.

NB : Le dimensionnement du réseau goutte-à – goutte reste inchangé.

Interprétation des résultats après simulation :

Pour la variante 01, l'irrigation gravitaire à partir de l'ouvrage de stockage vers le réseau goutte à goutte du périmètre d'irrigation (0.6 ha d'oliviers), la pression minimale au niveau de chaque Nœud (arbre) est inférieure à 10 m de colonne d'eau ou (01 bars).

Pour la variante 02, l'irrigation par pompage de l'ouvrage de stockage vers le réseau goutte à goutte du périmètre d'irrigation (0.6 ha d'oliviers) la pression minimale au niveau de chaque Nœud (arbre) est enregistrée supérieure à 10 m de colonne d'eau ou (01 bars).

La pompe installée est une pompe à axe horizontale dont les caractéristiques hydrauliques sont le débit est de 0.25 l/s et la hauteur manométrique totale HMT est de 10 m. La pompe est calée à proximité du bassin de stockage munie d'une vanne d'arrêt à fin de bien gérer la distribution et intervenir au moment opportun.

Il est aussi recommandé, d'installer une station de tête (Filtre à sable ou autres) pour éliminer l'entrée des sables dans le réseau d'irrigation.

DISCUSSION :

D'après les résultats obtenus, nous avons constaté que la première variante est plus fiable et plus pratique que la deuxième variante du point de vue de gestion du réseau.

IV-1-3 Formule utilisé (perte de charge ; diamètre rampe ; diamètre porte rampe) :

1) Perte de charge pour Hazen-Williams

2) Diamètre de la Conduite principale :

$$D_{cp} = (4Q_{cp}/\pi)^{1/2}$$

3) Diamètre Conduite Porte rampe :

$$D_{pr} = (4Q_{pr}/\pi)^{1/2}$$

4) Diamètre Conduite de la rampe :

$$D_{rampe} = (4Q_{ramp} / \pi)^{1/2}$$

Conclusion général

Conclusion général :

Le but de cette étude, est l'irrigation d'un champ d'olivier par un réseau goutte à goutte.

L'étude climatologique, montre que la région étudiée a une période pluvieuse qui s'étend du mois de décembre jusqu'au mois de mai, d'une moyenne mensuel de 107 mm/mois et d'une température de 11⁰C en hivers et 26⁰C en mois d'aout.

Pour l'irrigation de notre périmètre, nous avons opté pour deux variantes.

La première est un système de goutte à goutte avec écoulement gravitaire et la deuxième est un système d'irrigation avec goutte à goutte en charge.

La pression au niveau du réseau avec écoulement gravitaire est inférieure par rapport à la pression du réseau avec écoulement en charge, ce qui nous a permis de suggérer que la première variante est recommandée dans cette étude.

Annexes

Annexe 1 :

Page 1 29/06/2023 00:10:07

 * E P A N E T *
 * Analyse Hydraulique et Qualitative *
 * pour les Réseaux sous Pression *
 * Version 2.0 *
 * *
 * Version française: Copyright Générale des Eaux *
 * Traduit par Group REDHISP, Univ. Polyt. Valencia (Espagne) *

Fichier d'Entrée : irrigation (ITAF) variante 01.NET

Tableau des noeuds - arcs:

ID	Noeud	Noeud	Longueur	Diamètre
Arc	Initial	Final	m	mm
1	1	2	6	20
2	2	16	6	16
3	16	3	6	16
4	3	4	6	16
5	4	5	6	16
6	5	6	6	16
7	6	7	6	20
8	7	8	6	20
9	8	9	6	20
10	9	10	6	20
11	10	11	6	20
12	11	12	6	20
13	12	13	6	20
14	13	14	6	20
15	14	15	6	20
16	17	18	6	20
17	18	19	6	16
18	19	20	6	16
19	20	21	6	16
20	21	22	6	16
21	22	23	6	16
22	23	24	6	20
23	24	25	6	20
24	25	26	6	20
25	26	27	6	20
26	27	28	6	20
27	28	29	6	20
28	29	30	6	20
29	30	31	6	20
30	31	32	6	20
31	33	34	6	20
32	34	35	6	16
33	35	36	6	16
34	36	37	6	16

Tableau des noeuds - arcs: (continu)

ID Arc	Noeud Initial	Noeud Final	Longueur m	Diamètre mm
35	37	38	6	16
36	38	39	6	16
37	39	40	6	20
38	40	41	6	20
39	41	42	6	20
40	42	43	6	20
41	43	44	6	20
42	44	45	6	20
43	45	46	6	20
44	46	47	6	20
45	47	48	6	20
46	49	50	6	20
47	50	51	6	16
48	51	52	6	16
49	52	53	6	16
50	53	54	6	16
51	54	55	6	16
52	55	56	6	20
53	56	57	6	20
54	57	58	6	20
55	58	59	6	20
56	59	60	6	20
57	60	61	6	20
58	61	62	6	20
59	62	63	6	20
60	63	64	6	20
61	65	66	3	20
62	66	67	6	16
63	67	68	6	16
64	68	69	6	16
65	69	70	6	16
66	70	71	6	16
67	71	72	6	20
68	72	73	6	20
69	73	74	6	20
70	74	75	6	20
71	75	76	6	20
72	76	77	6	20
73	77	78	6	20
74	78	79	6	20
75	79	80	6	20
76	81	82	6	20
77	82	83	6	20
78	83	84	6	20
79	84	85	6	20
80	85	86	6	20

Tableau des noeuds - arcs: (continu)

ID Arc	Noeud Initial	Noeud Final	Longueur m	Diamètre mm
81	86	87	6	20
82	87	88	6	20
83	88	89	6	20
84	89	90	6	20
85	91	92	6	20
86	92	93	6	20
87	93	94	6	20
88	94	95	6	20
89	95	96	6	20
90	96	97	6	20
91	97	98	6	20
92	98	99	6	20
93	99	100	6	20
94	101	102	6	20
95	102	103	6	20
96	103	104	6	20
97	104	105	6	20
98	105	106	6	20
99	106	107	6	20
100	107	108	6	20
101	108	109	6	20
102	109	110	6	20
103	111	112	6	20
104	112	113	6	20
105	113	114	6	20
106	114	115	6	20
107	115	116	6	20
108	116	117	6	20
109	117	118	6	20
110	118	119	6	20
111	119	120	6	20
114	121	122	100	75
124	1	17	6	63
125	17	33	6	63
126	33	49	6	63
127	65	49	6	63
128	65	122	3	63
129	121	81	3	63
130	81	91	6	63
131	91	101	6	63
132	101	111	6	63
112	129	122	100	75
115	1	123	100	63
116	111	125	3	63
117	121	124	3	63
118	130	129	560	125

Tableau des noeuds - arcs: (continu)

ID Arc	Noeud Initial	Noeud Final	Longueur m	Diamètre mm
113 Pompe	128	130	Sans Valeur	Sans Valeur

Consommation et coût d'énergie:

Pompe	Pourc. Utilis.	Rendem. Moyen	kWh /m3	P.Moyen. kW	P.Maxim kW	Coût /jour
113	100,00	75,00	0,21	9,59	9,59	0,00
Prix Demande Maximale:						0,00
Coût Total:						0,00

Résultats aux noeuds:

ID Noeud	Demande LPS	Charge m	Pression m	Qualité
1	0,0000	198,99	6,99	0,00
2	0,0022	198,99	6,99	0,00
3	0,0022	198,95	7,95	0,00
4	0,0022	198,94	7,94	0,00
5	0,0022	198,93	7,93	0,00
6	0,0022	198,92	7,92	0,00
7	0,0022	198,92	7,92	0,00
8	0,0022	198,92	8,92	0,00
9	0,0022	198,91	8,91	0,00
10	0,0022	198,91	8,91	0,00
11	0,0022	198,91	8,91	0,00
12	0,0022	198,91	8,91	0,00
13	0,0022	198,91	8,91	0,00
14	0,0022	198,91	9,91	0,00
15	0,0022	198,91	10,91	0,00
16	0,0022	198,97	7,97	0,00
17	0,0000	198,99	6,99	0,00
18	0,0022	198,99	6,99	0,00
19	0,0022	198,97	6,97	0,00
20	0,0022	198,95	6,95	0,00
21	0,0022	198,94	6,94	0,00
22	0,0022	198,93	7,93	0,00
23	0,0022	198,92	7,92	0,00
24	0,0022	198,92	7,92	0,00
25	0,0022	198,92	7,92	0,00
26	0,0022	198,91	7,91	0,00
27	0,0022	198,91	8,91	0,00
28	0,0022	198,91	8,91	0,00
29	0,0022	198,91	8,91	0,00

Résultats aux noeuds: (continu)

ID Noeud	Demande LPS	Charge m	Pression m	Qualité
30	0,0022	198,91	8,91	0,00
31	0,0022	198,91	8,91	0,00
32	0,0022	198,91	9,91	0,00
33	0,0000	198,99	5,99	0,00
34	0,0022	198,99	5,99	0,00
35	0,0022	198,97	6,97	0,00
36	0,0022	198,95	6,95	0,00
37	0,0022	198,94	6,94	0,00
38	0,0022	198,93	6,93	0,00
39	0,0022	198,92	6,92	0,00
40	0,0022	198,92	7,92	0,00
41	0,0022	198,92	7,92	0,00
42	0,0022	198,91	7,91	0,00
43	0,0022	198,91	7,91	0,00
44	0,0022	198,91	7,91	0,00
45	0,0022	198,91	7,91	0,00
46	0,0022	198,91	8,91	0,00
47	0,0022	198,91	8,91	0,00
48	0,0022	198,91	8,91	0,00
49	0,0000	198,99	5,99	0,00
50	0,0022	198,99	5,99	0,00
51	0,0022	198,97	5,97	0,00
52	0,0022	198,95	5,95	0,00
53	0,0022	198,94	5,94	0,00
54	0,0022	198,93	5,93	0,00
55	0,0022	198,92	5,92	0,00
56	0,0022	198,92	5,92	0,00
57	0,0022	198,92	5,92	0,00
58	0,0022	198,91	5,91	0,00
59	0,0022	198,91	5,91	0,00
60	0,0022	198,91	5,91	0,00
61	0,0022	198,91	5,91	0,00
62	0,0022	198,91	5,91	0,00
63	0,0022	198,91	7,91	0,00
64	0,0022	198,91	8,91	0,00
65	0,0000	198,99	4,99	0,00
66	0,0022	198,99	4,99	0,00
67	0,0022	198,97	5,97	0,00
68	0,0022	198,96	5,96	0,00
69	0,0022	198,94	5,94	0,00
70	0,0022	198,93	5,93	0,00
71	0,0022	198,92	5,92	0,00
72	0,0022	198,92	5,92	0,00
73	0,0022	198,92	5,92	0,00
74	0,0022	198,92	6,92	0,00
75	0,0022	198,92	6,92	0,00

Résultats aux noeuds: (continu)

ID Noeud	Demande LPS	Charge m	Pression m	Qualité
76	0,0022	198,92	6,92	0,00
77	0,0022	198,92	6,92	0,00
78	0,0022	198,92	6,92	0,00
79	0,0022	198,92	6,92	0,00
80	0,0022	198,92	7,92	0,00
81	0,0000	198,99	5,99	0,00
82	0,0022	198,99	5,99	0,00
83	0,0022	198,99	4,99	0,00
84	0,0022	198,99	4,99	0,00
85	0,0022	198,98	4,98	0,00
86	0,0022	198,98	4,98	0,00
87	0,0022	198,98	5,98	0,00
88	0,0022	198,98	5,98	0,00
89	0,0022	198,98	5,98	0,00
90	0,0022	198,98	7,98	0,00
91	0,0000	198,99	4,99	0,00
92	0,0022	198,99	4,99	0,00
93	0,0022	198,99	4,99	0,00
94	0,0022	198,99	4,99	0,00
95	0,0022	198,98	4,98	0,00
96	0,0022	198,98	4,98	0,00
97	0,0022	198,98	5,98	0,00
98	0,0022	198,98	5,98	0,00
99	0,0022	198,98	5,98	0,00
100	0,0022	198,98	5,98	0,00
101	0,0000	198,99	6,99	0,00
102	0,0022	198,99	3,99	0,00
103	0,0022	198,99	3,99	0,00
104	0,0022	198,99	4,99	0,00
105	0,0022	198,98	4,98	0,00
106	0,0022	198,98	4,98	0,00
107	0,0022	198,98	4,98	0,00
108	0,0022	198,98	4,98	0,00
109	0,0022	198,98	5,98	0,00
110	0,0022	198,98	5,98	0,00
111	0,0000	198,99	6,99	0,00
112	0,0022	198,99	6,99	0,00
113	0,0022	198,99	3,99	0,00
114	0,0022	198,99	3,99	0,00
115	0,0022	198,98	3,98	0,00
116	0,0022	198,98	3,98	0,00
117	0,0022	198,98	3,98	0,00
118	0,0022	198,98	3,98	0,00
119	0,0022	198,98	4,98	0,00
120	0,0022	198,98	4,98	0,00
121	0,0000	198,99	5,99	0,00

Résultats aux noeuds: (continu)

ID Noeud	Demande LPS	Charge m	Pression m	Qualité	
122	0,0000	198,99	4,99	0,00	
130	0,0000	204,00	57,00	0,00	
123	0,0000	198,99	6,99	0,00	
124	0,0000	198,99	5,99	0,00	
125	0,0000	198,99	6,99	0,00	
128	-12,8674	147,00	0,00	0,00	Bâche
129	12,6209	199,00	1,00	0,00	Réservoir

Résultats aux arcs:

ID Arc	Débit LPS	Vitesse m/s	P.Charge U. m/km	État
1	0,0333	0,11	1,09	Ouvert
2	0,0311	0,15	2,84	Ouvert
3	0,0289	0,14	2,47	Ouvert
4	0,0266	0,13	2,14	Ouvert
5	0,0244	0,12	1,81	Ouvert
6	0,0222	0,11	1,52	Ouvert
7	0,0200	0,06	0,42	Ouvert
8	0,0178	0,06	0,34	Ouvert
9	0,0155	0,05	0,27	Ouvert
10	0,0133	0,04	0,20	Ouvert
11	0,0111	0,04	0,14	Ouvert
12	0,0089	0,03	0,09	Ouvert
13	0,0067	0,02	0,06	Ouvert
14	0,0044	0,01	0,03	Ouvert
15	0,0022	0,01	0,01	Ouvert
16	0,0333	0,11	1,09	Ouvert
17	0,0311	0,15	2,84	Ouvert
18	0,0289	0,14	2,47	Ouvert
19	0,0266	0,13	2,13	Ouvert
20	0,0244	0,12	1,82	Ouvert
21	0,0222	0,11	1,52	Ouvert
22	0,0200	0,06	0,42	Ouvert
23	0,0178	0,06	0,34	Ouvert
24	0,0155	0,05	0,26	Ouvert
25	0,0133	0,04	0,20	Ouvert
26	0,0111	0,04	0,14	Ouvert
27	0,0089	0,03	0,09	Ouvert
28	0,0067	0,02	0,06	Ouvert
29	0,0044	0,01	0,02	Ouvert
30	0,0022	0,01	0,01	Ouvert
31	0,0333	0,11	1,09	Ouvert
32	0,0311	0,15	2,84	Ouvert
33	0,0289	0,14	2,47	Ouvert

Résultats aux arcs: (continu)

ID Arc	Débit LPS	Vitesse m/s	P.Charge U. m/km	État
34	0,0266	0,13	2,13	Ouvert
35	0,0244	0,12	1,82	Ouvert
36	0,0222	0,11	1,52	Ouvert
37	0,0200	0,06	0,42	Ouvert
38	0,0178	0,06	0,34	Ouvert
39	0,0155	0,05	0,27	Ouvert
40	0,0133	0,04	0,20	Ouvert
41	0,0111	0,04	0,14	Ouvert
42	0,0089	0,03	0,09	Ouvert
43	0,0067	0,02	0,06	Ouvert
44	0,0044	0,01	0,02	Ouvert
45	0,0022	0,01	0,01	Ouvert
46	0,0333	0,11	1,09	Ouvert
47	0,0311	0,15	2,84	Ouvert
48	0,0289	0,14	2,47	Ouvert
49	0,0266	0,13	2,13	Ouvert
50	0,0244	0,12	1,82	Ouvert
51	0,0222	0,11	1,52	Ouvert
52	0,0200	0,06	0,42	Ouvert
53	0,0178	0,06	0,34	Ouvert
54	0,0155	0,05	0,27	Ouvert
55	0,0133	0,04	0,20	Ouvert
56	0,0111	0,04	0,14	Ouvert
57	0,0089	0,03	0,09	Ouvert
58	0,0067	0,02	0,06	Ouvert
59	0,0044	0,01	0,02	Ouvert
60	0,0022	0,01	0,01	Ouvert
61	0,0333	0,11	1,09	Ouvert
62	0,0311	0,15	2,84	Ouvert
63	0,0289	0,14	2,48	Ouvert
64	0,0266	0,13	2,13	Ouvert
65	0,0244	0,12	1,82	Ouvert
66	0,0222	0,11	1,52	Ouvert
67	0,0200	0,06	0,42	Ouvert
68	0,0178	0,06	0,34	Ouvert
69	0,0155	0,05	0,26	Ouvert
70	0,0133	0,04	0,20	Ouvert
71	0,0111	0,04	0,14	Ouvert
72	0,0089	0,03	0,10	Ouvert
73	0,0067	0,02	0,05	Ouvert
74	0,0044	0,01	0,03	Ouvert
75	0,0022	0,01	0,01	Ouvert
76	0,0200	0,06	0,42	Ouvert
77	0,0178	0,06	0,34	Ouvert
78	0,0155	0,05	0,26	Ouvert
79	0,0133	0,04	0,20	Ouvert

Résultats aux arcs: (continu)

ID Arc	Débit LPS	Vitesse m/s	P.Charge U. m/km	État
80	0,0111	0,04	0,14	Ouvert
81	0,0089	0,03	0,10	Ouvert
82	0,0067	0,02	0,06	Ouvert
83	0,0044	0,01	0,02	Ouvert
84	0,0022	0,01	0,01	Ouvert
85	0,0200	0,06	0,42	Ouvert
86	0,0178	0,06	0,34	Ouvert
87	0,0155	0,05	0,26	Ouvert
88	0,0133	0,04	0,20	Ouvert
89	0,0111	0,04	0,14	Ouvert
90	0,0089	0,03	0,10	Ouvert
91	0,0067	0,02	0,05	Ouvert
92	0,0044	0,01	0,03	Ouvert
93	0,0022	0,01	0,01	Ouvert
94	0,0200	0,06	0,42	Ouvert
95	0,0178	0,06	0,34	Ouvert
96	0,0155	0,05	0,27	Ouvert
97	0,0133	0,04	0,20	Ouvert
98	0,0111	0,04	0,14	Ouvert
99	0,0089	0,03	0,09	Ouvert
100	0,0067	0,02	0,06	Ouvert
101	0,0044	0,01	0,03	Ouvert
102	0,0022	0,01	0,01	Ouvert
103	0,0200	0,06	0,42	Ouvert
104	0,0178	0,06	0,34	Ouvert
105	0,0155	0,05	0,26	Ouvert
106	0,0133	0,04	0,20	Ouvert
107	0,0111	0,04	0,14	Ouvert
108	0,0089	0,03	0,09	Ouvert
109	0,0067	0,02	0,06	Ouvert
110	0,0044	0,01	0,02	Ouvert
111	0,0022	0,01	0,01	Ouvert
114	-0,0800	0,02	0,01	Ouvert
124	-0,0333	0,01	0,00	Ouvert
125	-0,0666	0,02	0,02	Ouvert
126	-0,0999	0,03	0,03	Ouvert
127	0,1332	0,04	0,05	Ouvert
128	-0,1665	0,05	0,08	Ouvert
129	0,0800	0,03	0,02	Ouvert
130	0,0600	0,02	0,01	Ouvert
131	0,0400	0,01	0,01	Ouvert
132	0,0200	0,01	0,00	Ouvert
112	0,2465	0,06	0,07	Ouvert
115	0,0000	0,00	0,00	Ouvert
116	0,0000	0,00	0,00	Ouvert
117	0,0000	0,00	0,00	Ouvert

Résultats aux arcs: (continu)

ID Arc	Débit LPS	Vitesse m/s	P.Charge U. m/km	État
118	12,8674	1,05	8,94	Ouvert
113	12,8674	0,00	-57,00	Marche Pompe

Annexe 2 :

Page 1

29/06/2023 00:23:36

```
*****
*                                     E P A N E T                                     *
*                               Analyse Hydraulique et Qualitative                       *
*                               pour les Réseaux sous Pression                         *
*                               Version 2.0                                           *
*                                                                                       *
* Version française: Copyright Générale des Eaux                                     *
* Traduit par Group REDHISP, Univ. Polyt. Valencia (Espagne)                       *
*****
```

Fichier d'Entrée : irrigation (ITAF) variante 02 .NET

Tableau des noeuds - arcs:

ID Arc	Noeud Initial	Noeud Final	Longueur m	Diamètre mm
1	1	2	6	20
2	2	16	6	20
3	16	3	6	20
4	3	4	6	20
5	4	5	6	20
6	5	6	6	16
7	6	7	6	20
8	7	8	6	20
9	8	9	6	20
10	9	10	6	20
11	10	11	6	20
12	11	12	6	20
13	12	13	6	20
14	13	14	6	20
15	14	15	6	20
16	17	18	6	20
17	18	19	6	20
18	19	20	6	20
19	20	21	6	20
20	21	22	6	20
21	22	23	6	16
22	23	24	6	20
23	24	25	6	20
24	25	26	6	20
25	26	27	6	20
26	27	28	6	20
27	28	29	6	20
28	29	30	6	20
29	30	31	6	20
30	31	32	6	20
31	33	34	6	20
32	34	35	6	20
33	35	36	6	20
34	36	37	6	20

Tableau des noeuds - arcs: (continu)

ID Arc	Noeud Initial	Noeud Final	Longueur m	Diamètre mm
35	37	38	6	20
36	38	39	6	16
37	39	40	6	20
38	40	41	6	20
39	41	42	6	20
40	42	43	6	20
41	43	44	6	20
42	44	45	6	20
43	45	46	6	20
44	46	47	6	20
45	47	48	6	20
46	49	50	6	20
47	50	51	6	20
48	51	52	6	20
49	52	53	6	20
50	53	54	6	20
51	54	55	6	16
52	55	56	6	20
53	56	57	6	20
54	57	58	6	20
55	58	59	6	20
56	59	60	6	20
57	60	61	6	20
58	61	62	6	20
59	62	63	6	20
60	63	64	6	20
61	65	66	3	20
62	66	67	6	20
63	67	68	6	20
64	68	69	6	20
65	69	70	6	20
66	70	71	6	16
67	71	72	6	20
68	72	73	6	20
69	73	74	6	20
70	74	75	6	20
71	75	76	6	20
72	76	77	6	20
73	77	78	6	20
74	78	79	6	20
75	79	80	6	20
76	81	82	6	20
77	82	83	6	20
78	83	84	6	20
79	84	85	6	20
80	85	86	6	20

Tableau des noeuds - arcs: (continu)

ID Arc	Noeud Initial	Noeud Final	Longueur m	Diamètre mm
81	86	87	6	20
82	87	88	6	20
83	88	89	6	20
84	89	90	6	20
85	91	92	6	20
86	92	93	6	20
87	93	94	6	20
88	94	95	6	20
89	95	96	6	20
90	96	97	6	20
91	97	98	6	20
92	98	99	6	20
93	99	100	6	20
94	101	102	6	20
95	102	103	6	20
96	103	104	6	20
97	104	105	6	20
98	105	106	6	20
99	106	107	6	20
100	107	108	6	20
101	108	109	6	20
102	109	110	6	20
103	111	112	6	20
104	112	113	6	20
105	113	114	6	20
106	114	115	6	20
107	115	116	6	20
108	116	117	6	20
109	117	118	6	20
110	118	119	6	20
111	119	120	6	20
114	121	122	100	75
124	1	17	6	63
125	17	33	6	63
126	33	49	6	63
127	49	65	6	63
128	65	122	3	63
129	121	81	3	63
130	81	91	6	63
131	91	101	6	63
132	101	111	6	63
115	1	123	2	63
116	111	125	3	63
117	121	124	3	63
118	129	130	560	80
119	126	122	100	75

Tableau des noeuds - arcs: (continu)

ID Arc	Noeud Initial	Noeud Final	Longueur m	Diamètre mm
113 Pompe	128	130	Sans Valeur	Sans Valeur
112 Pompe	129	126	Sans Valeur	Sans Valeur

Consommation et coût d'énergie:

Pompe	Pourc. Utilis.	Rendem. Moyen	kWh /m3	P.Moyen. kW	P.Maxim kW	Coût /jour
113	100,00	75,00	0,25	6,51	6,51	0,00
112	100,00	75,00	0,04	0,03	0,03	0,00
Prix Demande Maximale:						0,00
Coût Total:						0,00

Résultats aux noeuds:

ID Noeud	Demande LPS	Charge m	Pression m	Qualité
1	0,0000	209,08	17,08	0,00
2	0,0022	209,08	17,08	0,00
3	0,0022	209,07	18,07	0,00
4	0,0022	209,06	18,06	0,00
5	0,0022	209,06	18,06	0,00
6	0,0022	209,05	18,05	0,00
7	0,0022	209,05	18,05	0,00
8	0,0022	209,05	19,05	0,00
9	0,0022	209,04	19,04	0,00
10	0,0022	209,04	19,04	0,00
11	0,0022	209,04	19,04	0,00
12	0,0022	209,04	19,04	0,00
13	0,0022	209,04	19,04	0,00
14	0,0022	209,04	20,04	0,00
15	0,0022	209,04	21,04	0,00
16	0,0022	209,07	18,07	0,00
17	0,0000	209,08	17,08	0,00
18	0,0022	209,08	17,08	0,00
19	0,0022	209,07	17,07	0,00
20	0,0022	209,07	17,07	0,00
21	0,0022	209,06	17,06	0,00
22	0,0022	209,06	18,06	0,00
23	0,0022	209,05	18,05	0,00
24	0,0022	209,05	18,05	0,00
25	0,0022	209,05	18,05	0,00
26	0,0022	209,04	18,04	0,00
27	0,0022	209,04	19,04	0,00

Résultats aux noeuds: (continu)

ID Noeud	Demande LPS	Charge m	Pression m	Qualité
28	0,0022	209,04	19,04	0,00
29	0,0022	209,04	19,04	0,00
30	0,0022	209,04	19,04	0,00
31	0,0022	209,04	19,04	0,00
32	0,0022	209,04	20,04	0,00
33	0,0000	209,09	16,09	0,00
34	0,0022	209,08	16,08	0,00
35	0,0022	209,07	17,07	0,00
36	0,0022	209,07	17,07	0,00
37	0,0022	209,06	17,06	0,00
38	0,0022	209,06	17,06	0,00
39	0,0022	209,05	17,05	0,00
40	0,0022	209,05	18,05	0,00
41	0,0022	209,05	18,05	0,00
42	0,0022	209,04	18,04	0,00
43	0,0022	209,04	18,04	0,00
44	0,0022	209,04	18,04	0,00
45	0,0022	209,04	18,04	0,00
46	0,0022	209,04	19,04	0,00
47	0,0022	209,04	19,04	0,00
48	0,0022	209,04	19,04	0,00
49	0,0000	209,09	16,09	0,00
50	0,0022	209,08	16,08	0,00
51	0,0022	209,07	16,07	0,00
52	0,0022	209,07	16,07	0,00
53	0,0022	209,06	16,06	0,00
54	0,0022	209,06	16,06	0,00
55	0,0022	209,05	16,05	0,00
56	0,0022	209,05	16,05	0,00
57	0,0022	209,05	16,05	0,00
58	0,0022	209,04	16,04	0,00
59	0,0022	209,04	16,04	0,00
60	0,0022	209,04	16,04	0,00
61	0,0022	209,04	16,04	0,00
62	0,0022	209,04	16,04	0,00
63	0,0022	209,04	18,04	0,00
64	0,0022	209,04	19,04	0,00
65	0,0000	209,09	15,09	0,00
66	0,0022	209,08	15,08	0,00
67	0,0022	209,08	16,08	0,00
68	0,0022	209,07	16,07	0,00
69	0,0022	209,07	16,07	0,00
70	0,0022	209,06	16,06	0,00
71	0,0022	209,05	16,05	0,00
72	0,0022	209,05	16,05	0,00
73	0,0022	209,05	16,05	0,00

Résultats aux noeuds: (continu)

ID Noeud	Demande LPS	Charge m	Pression m	Qualité
74	0,0022	209,05	17,05	0,00
75	0,0022	209,05	17,05	0,00
76	0,0022	209,05	17,05	0,00
77	0,0022	209,05	17,05	0,00
78	0,0022	209,05	17,05	0,00
79	0,0022	209,05	17,05	0,00
80	0,0022	209,05	18,05	0,00
81	0,0000	209,08	16,08	0,00
82	0,0022	209,08	16,08	0,00
83	0,0022	209,08	15,08	0,00
84	0,0022	209,08	15,08	0,00
85	0,0022	209,08	15,08	0,00
86	0,0022	209,08	15,08	0,00
87	0,0022	209,08	16,08	0,00
88	0,0022	209,08	16,08	0,00
89	0,0022	209,08	16,08	0,00
90	0,0022	209,08	18,08	0,00
91	0,0000	209,08	15,08	0,00
92	0,0022	209,08	15,08	0,00
93	0,0022	209,08	15,08	0,00
94	0,0022	209,08	15,08	0,00
95	0,0022	209,08	15,08	0,00
96	0,0022	209,08	15,08	0,00
97	0,0022	209,08	16,08	0,00
98	0,0022	209,08	16,08	0,00
99	0,0022	209,08	16,08	0,00
100	0,0022	209,08	16,08	0,00
101	0,0000	209,08	17,08	0,00
102	0,0022	209,08	14,08	0,00
103	0,0022	209,08	14,08	0,00
104	0,0022	209,08	15,08	0,00
105	0,0022	209,08	15,08	0,00
106	0,0022	209,08	15,08	0,00
107	0,0022	209,08	15,08	0,00
108	0,0022	209,08	15,08	0,00
109	0,0022	209,08	16,08	0,00
110	0,0022	209,08	16,08	0,00
111	0,0000	209,08	17,08	0,00
112	0,0022	209,08	17,08	0,00
113	0,0022	209,08	14,08	0,00
114	0,0022	209,08	14,08	0,00
115	0,0022	209,08	14,08	0,00
116	0,0022	209,08	14,08	0,00
117	0,0022	209,08	14,08	0,00
118	0,0022	209,08	14,08	0,00
119	0,0022	209,08	15,08	0,00

Résultats aux noeuds: (continu)

ID Noeud	Demande LPS	Charge m	Pression m	Qualité
120	0,0022	209,08	15,08	0,00
121	0,0000	209,08	16,08	0,00
122	0,0000	209,09	15,09	0,00
130	0,0000	214,64	67,64	0,00
123	0,0000	209,08	17,08	0,00
124	0,0000	209,08	16,08	0,00
125	0,0000	209,08	17,08	0,00
126	0,0000	209,09	10,09	0,00
128	-7,3617	147,00	0,00	0,00 Bâche
129	7,1152	199,00	1,00	0,00 Réservoir

Résultats aux arcs:

ID Arc	Débit LPS	Vitesse m/s	P.Charge U. m/km	État
1	0,0333	0,11	1,09	Ouvert
2	0,0311	0,10	0,95	Ouvert
3	0,0289	0,09	0,84	Ouvert
4	0,0266	0,08	0,72	Ouvert
5	0,0244	0,08	0,61	Ouvert
6	0,0222	0,11	1,52	Ouvert
7	0,0200	0,06	0,42	Ouvert
8	0,0178	0,06	0,34	Ouvert
9	0,0155	0,05	0,27	Ouvert
10	0,0133	0,04	0,20	Ouvert
11	0,0111	0,04	0,14	Ouvert
12	0,0089	0,03	0,09	Ouvert
13	0,0067	0,02	0,06	Ouvert
14	0,0044	0,01	0,02	Ouvert
15	0,0022	0,01	0,01	Ouvert
16	0,0333	0,11	1,09	Ouvert
17	0,0311	0,10	0,96	Ouvert
18	0,0289	0,09	0,83	Ouvert
19	0,0266	0,08	0,72	Ouvert
20	0,0244	0,08	0,61	Ouvert
21	0,0222	0,11	1,52	Ouvert
22	0,0200	0,06	0,42	Ouvert
23	0,0178	0,06	0,34	Ouvert
24	0,0155	0,05	0,26	Ouvert
25	0,0133	0,04	0,20	Ouvert
26	0,0111	0,04	0,14	Ouvert
27	0,0089	0,03	0,09	Ouvert
28	0,0067	0,02	0,06	Ouvert
29	0,0044	0,01	0,02	Ouvert
30	0,0022	0,01	0,01	Ouvert

Résultats aux arcs: (continu)

ID Arc	Débit LPS	Vitesse m/s	P.Charge U. m/km	État
31	0,0333	0,11	1,09	Ouvert
32	0,0311	0,10	0,96	Ouvert
33	0,0289	0,09	0,84	Ouvert
34	0,0266	0,08	0,72	Ouvert
35	0,0244	0,08	0,61	Ouvert
36	0,0222	0,11	1,52	Ouvert
37	0,0200	0,06	0,42	Ouvert
38	0,0178	0,06	0,34	Ouvert
39	0,0155	0,05	0,27	Ouvert
40	0,0133	0,04	0,20	Ouvert
41	0,0111	0,04	0,14	Ouvert
42	0,0089	0,03	0,09	Ouvert
43	0,0067	0,02	0,06	Ouvert
44	0,0044	0,01	0,02	Ouvert
45	0,0022	0,01	0,01	Ouvert
46	0,0333	0,11	1,09	Ouvert
47	0,0311	0,10	0,96	Ouvert
48	0,0289	0,09	0,83	Ouvert
49	0,0266	0,08	0,72	Ouvert
50	0,0244	0,08	0,61	Ouvert
51	0,0222	0,11	1,52	Ouvert
52	0,0200	0,06	0,42	Ouvert
53	0,0178	0,06	0,34	Ouvert
54	0,0155	0,05	0,27	Ouvert
55	0,0133	0,04	0,20	Ouvert
56	0,0111	0,04	0,14	Ouvert
57	0,0089	0,03	0,09	Ouvert
58	0,0067	0,02	0,06	Ouvert
59	0,0044	0,01	0,02	Ouvert
60	0,0022	0,01	0,01	Ouvert
61	0,0333	0,11	1,09	Ouvert
62	0,0311	0,10	0,96	Ouvert
63	0,0289	0,09	0,83	Ouvert
64	0,0266	0,08	0,72	Ouvert
65	0,0244	0,08	0,61	Ouvert
66	0,0222	0,11	1,52	Ouvert
67	0,0200	0,06	0,42	Ouvert
68	0,0178	0,06	0,34	Ouvert
69	0,0155	0,05	0,27	Ouvert
70	0,0133	0,04	0,20	Ouvert
71	0,0111	0,04	0,14	Ouvert
72	0,0089	0,03	0,10	Ouvert
73	0,0067	0,02	0,05	Ouvert
74	0,0044	0,01	0,03	Ouvert
75	0,0022	0,01	0,01	Ouvert
76	0,0200	0,06	0,42	Ouvert

Résultats aux arcs: (continu)

ID Arc	Débit LPS	Vitesse m/s	P.Charge U. m/km	État
77	0,0178	0,06	0,34	Ouvert
78	0,0155	0,05	0,27	Ouvert
79	0,0133	0,04	0,20	Ouvert
80	0,0111	0,04	0,14	Ouvert
81	0,0089	0,03	0,09	Ouvert
82	0,0067	0,02	0,06	Ouvert
83	0,0044	0,01	0,02	Ouvert
84	0,0022	0,01	0,01	Ouvert
85	0,0200	0,06	0,42	Ouvert
86	0,0178	0,06	0,34	Ouvert
87	0,0155	0,05	0,26	Ouvert
88	0,0133	0,04	0,20	Ouvert
89	0,0111	0,04	0,14	Ouvert
90	0,0089	0,03	0,09	Ouvert
91	0,0067	0,02	0,06	Ouvert
92	0,0044	0,01	0,02	Ouvert
93	0,0022	0,01	0,01	Ouvert
94	0,0200	0,06	0,42	Ouvert
95	0,0178	0,06	0,34	Ouvert
96	0,0155	0,05	0,26	Ouvert
97	0,0133	0,04	0,20	Ouvert
98	0,0111	0,04	0,14	Ouvert
99	0,0089	0,03	0,10	Ouvert
100	0,0067	0,02	0,06	Ouvert
101	0,0044	0,01	0,02	Ouvert
102	0,0022	0,01	0,01	Ouvert
103	0,0200	0,06	0,42	Ouvert
104	0,0178	0,06	0,34	Ouvert
105	0,0155	0,05	0,27	Ouvert
106	0,0133	0,04	0,20	Ouvert
107	0,0111	0,04	0,14	Ouvert
108	0,0089	0,03	0,09	Ouvert
109	0,0067	0,02	0,06	Ouvert
110	0,0044	0,01	0,03	Ouvert
111	0,0022	0,01	0,01	Ouvert
114	-0,0800	0,02	0,01	Ouvert
124	-0,0333	0,01	0,01	Ouvert
125	-0,0666	0,02	0,01	Ouvert
126	-0,0999	0,03	0,03	Ouvert
127	-0,1332	0,04	0,06	Ouvert
128	-0,1665	0,05	0,08	Ouvert
129	0,0799	0,03	0,02	Ouvert
130	0,0599	0,02	0,01	Ouvert
131	0,0400	0,01	0,01	Ouvert
132	0,0200	0,01	0,00	Ouvert
115	0,0000	0,00	0,00	Ouvert

Résultats aux arcs: (continu)

ID Arc	Débit LPS	Vitesse m/s	P.Charge U. m/km	État
116	0,0000	0,00	0,00	Ouvert
117	0,0000	0,00	0,00	Ouvert
118	-7,3617	1,46	27,93	Ouvert
119	0,2465	0,06	0,07	Ouvert
113	7,3617	0,00	-67,64	Marche Pompe
112	0,2465	0,00	-10,09	Marche Pompe

Références Bibliographiqu e

Références Bibliographique :

Définition d'irrigation [1] : Mémoire 2019/2020 Etude comparative entre deux techniques d'irrigation aspersion et goutte à goutte dans la région de M'sila

Technique irrigation au le monde [2], [3], [4] : Mémoire 2017/2018 Mobilisation des ressources en eau : Cas de la ville d'Ain-Temouchent

Système d'irrigation en Algérie [5] : Cour M. Baghli

Élément système goutte à goutte [6] : Mémoire 2019/2020 (Boussaâda)

Les eaux de surfaces [8] : Mémoire 2020/2021

Les eaux souterraines [9] :

Etude hydrologique [10] : Mémoire 2012/2013

Besoin en eau [11] : Mémoire 2020/2021 Mobilisation des ressources en eau : Cas de la ville d'Ain-Temouchent

Évapotranspiromètre [12] : Livre

Présentation de logiciel Autocar, L'épante [13] : Mémoire 2019 Simulation D'un Réseau d'Alimentation En Eau Potable (AEP) Par Epanet Et Water CAD Avec Son Implantation Sue Arc GIS