



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département d'Agronomie



Mémoire De Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme de Master II académique en Agronomie

Option : Sol, Plante, Environnement

Thème :

Réutilisation des eaux usées de la STEP de Tadmaït sur la Célosie plumeuse (*Celosia argentea* var. *plumosa*) : Cas du sol de Tadmaït.

Réalisé par : M^{lle} : BEHAL Hassina

M^{lle} : AMARI Kahina

Devant le jury composé de :

M ^r YAHL.H	: Professeur à UMMTO	Président.
M ^r BOUDJEMA S.	: Maitre-assistant Classe A à UMMTO	Promoteur
M ^r RAHMOUN.M A.	: Maitre de conférences Classe B à UMMTO	Co-promoteur.
M ^r AIT SIDHOUM D.:	Maitre-assistant Classe A à UMMTO	Examineur
M ^{me} OUMOURI O.	: Maitre-assistant Classe A à UMMTO	Examinatrice
M ^{me} BOUTORA	: ONA de Tizi-Ouzou	Invité d'honneur

Année universitaire 2016-2017

Remerciements

Nous tenons à remercier Dieu de nous avoir donné la force et la bonne Santé, la patience, la volonté et le courage de mener à bon terme ce modeste travail.

Nous tenons également à exprimer nos sincères remerciements à notre promoteur *M^r BOUDJEMA. S* et Co-Promoteur *M^r RAHMOUN.M.A* pour leurs encadrements et leurs orientations judicieuses et l'ensemble des moyens mis à notre disposition qui nous ont été infiniment utiles.

Nous tenons également à exprimer nos profondes gratitudes et nos vives reconnaissances à l'égard des membres de jury *M^r YAHL.H, M^r Ait SIDHOUM.D, M^{me} OUMOURI.O* pour avoir accepté d'examiner et de juger ce travail.

Nous tenons aussi à exprimé nos remerciements aux responsable et personnel de la pépinière de Tadmaït pour nous avoir accueillis dans leurs établissement.

Nous remercions l'ensemble du personnel de la station d'épuration ONA de Tadmaït, en particulier *M^{me} Boutoura* pour sa disponibilité son accueille et le professionnalisme dont elle a fait part durant notre stage.

Nous remercions l'équipe du laboratoire département biologie et agronomie pour leur accueil, leur collaboration et leur disponibilité.

Nos vifs remerciements vont spécialement à nos très chères sœurs, camarades de promotion.

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier tous les enseignants qui ont contribués à notre formation, tous ceux et celles qui nous ont aidés de loin ou de près à réaliser ce travail.

Merci à tous.

DÉDICACE

Avant tous, d'un cœur plein d'amour et de fierté, je dédie ce modeste travail à mes deux bougies qui brûlent pour m'éclairer le chemin de ma vie, à la personne qui m'est la plus chère au monde : ma mère qui ma élevé, éduqué et sacrifié toutes les belles années de sa vie pour moi, et mon père qui n'a jamais cessé de combattre pour me voir réussir un jour, que dieu les protège pour nous.

A mes chères frères : HAKIM et sa femme DJADJIGA, MOSTAPHA et sa femme LINDA, MOUHAMED.

A mes chères sœurs : NASSIMA et son mari AHCEN, SAIDA et son mari AHMED, SALIHA et son mari ALI.

A mes amies.

A ma source de courage et de confiance qui m'est vraiment aidé par son encouragement et sa compréhension je te remercie énormément, HACENNE.

A toute la promotion Sol, Plante, Environnement.

A ma binôme : KAHINA.

HASSINA

DÉDICACE

Je dédie ce mémoire a mes très Chers Parents.

Ma gratitude éternelle pour leur soutien sans faille durant toutes mes années d'études, En témoignage de sincère amour, de grande reconnaissance et pour tous les sacrifices qu'ils ont consentis pour mon éducation et mon bonheur.

A mes sœurs : *Zakia, Majda, Fazia, Djidji.*

A mes frères : *Smail, Hacenne* pour leur soutien et encouragements continus.

Et sans oublier mes amies qui m'ont aidée à accomplir ce travail et
M'ont toujours soutenue.

A toute la promotion : *Sol, Plante, Environnement.*

A mon binôme : *Hassina.*

Kahina

Liste des abréviations.

ADE : Algérien Des Eaux.

C% : pourcentage de carbone.

CaCO₃ : Calcaire total.

CE : Conductivité Electrique.

CEC : Capacité d'Echange Cationique.

CF : Coliformes Fécaux.

COT : Carbone Organique Total.

DBO : Demande Biochimique en Oxygène.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

DTO : Demande Total en Oxygène.

EUE : Eau usée Epurée.

EP : Eau Potable.

Eq/Hab : Equivalent par Habitant.

ERGR : Entreprise Régional de Gêné Rural.

G : Gramme.

H% : Pourcentage de l'Humidité.

J.O : Journal Official.

K : Indice de la Biodégradabilité.

Km : kilomètre.

L⁻¹ : litre.

M³ : Mètre Cube.

MES : Matière En Suspension.

MC : Matière Colloïdal.

MD : Matière Décantabel.

M³ / j: Mitre cube par Jour.

ml : Millilitre.

MM : Matière Minérale.

Liste des abréviations.

MO : Matière Organique.

MVS : Matière Volatile en Suspension.

N: Azote.

OH: Œufs d'helminthes.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

ONA : Office National d'Assainissement.

P : Phosphore.

pH : Potentiel hydrogène.

STEP : Station de Traitement des Eaux Polluée.

Ve : volume d'échantillon.

Vt : volum témoin.

% : Pourcentage.

Listes des figures

Figure n° 01 : Schéma de fonctionnement d'une station d'épuration à boues activées.....	14
Figure n°02 : Feuilles de la célosie plumeuse.....	27
Figure n°03 : Tige de la célosie plumeuse.....	27
Figure n°04 : Fleurs de la célosie plumeuse.....	28
Figure n°05 : Graines de la célosie plumeuse.....	28
Figure n°06 : Situation géographique de la pépinière de Tadmaid.....	32
Figure n°07 : Situation géographique de la STEP de Tadmaid.....	33
Figure n°08 : Photo de la STEP de Tadmaid.....	34
Figure n°09 : Serre vue d'extérieure.....	36
Figure n°10 : Serre vue d'intérieure.....	36
Figure n°11 : Brouette, Râteau.....	37
Figure n°12 : Faucille, Fourche.....	37
Figure n°13 : Alvéoles, Arrosoir.....	37
Figure n°14 : Bâche noir placée par terre portant les pots remplis du sol.....	37
Figure n°15 : Jerricans utilisées pour l'eau d'irrigation.....	38
Figure n°16 : Bouteilles de 1L utilisés pour l'irrigation des plantes.....	38
Figure n°17 : Terreau de semis.....	38
Figure n°18 : Soupente.....	42
Figure n°19 : Traitement biologique.....	42
Figure n°20 : Méthode d'échantillonnage au niveau des pots.....	43
Figure n°21 : Séchage du sol.....	44
Figure n°22 : Tamisage du sol.....	44
Figure n°23 : Analyse de la granulométrie.....	44
Figure n°24 : Analyse de l'humidité du sol.....	45
Figure n°25 : pHmètre.....	46
Figure n°26 : Conductimètre.....	47
Figure n°27 : Résultats de la moyenne de pH du sol de Tadmaid.....	51

Listes des figures

Figure n°28 : Résultats de la moyenne de calcaire total du sol de Tadmaït.....	52
Figure n°29 : Résultats de la moyenne en matière organique du sol de Tadmaït.....	54
Figure n°30 : Résultats de la moyenne de la CE du sol de Tadmaït.....	56
Figure n°31 : Résultats de la moyenne de l'humidité du sol de Tadmaït.....	57
Figure n°32 : Variation hebdomadaire de la hauteur moyenne des tiges.....	59
Figure n°33 : Variation hebdomadaire de la moyenne de nombre des feuilles.....	63
Figure n° 34 : Variation hebdomadaire de la moyenne de nombre des fleurs.....	68

Liste des tableaux

Tableau n° 01 : Principe maladie de transmission hydrique.....	12
Tableau n° 02 : Extrait des normes internationales relatives à la réutilisation agricole d'effluents urbains.....	19
Tableau n°03 : Caractéristiques du sol de Tadmaït.....	23
Tableau n°04 : Les ravageurs de la célosie.....	30
Tableau n°05 : Principales maladies de la célosie.....	31
Tableau n°06 : Résultats des analyse de la Granulométrie du sol de Tadmaït.....	49
Tableau n°07 : Résultats d'analyse de la variance au seuil d'erreur $\alpha=5\%$ de pH pour le facteur eau	50
Tableau n°08 : Résultat de test NEWMAN et KEULS pour le pH du sol témoin et des sols irrigués avec l'EUE et l'EP.....	50
Tableau n°09 : Résultats des analyses de PH du sol de Tadmaït.....	50
Tableau n°10 : Résultats d'analyse de la variance au seuil d'erreur de $\alpha=5\%$ de calcaire total pour le facteur eau.....	52
Tableau n°11 : Résultats des analyses de calcaire total du sol de Tadmaït	52
Tableau n°12 : Résultats d'analyse de la variance au seuil d'erreur de $\alpha=5\%$ de la matière organique pour facteur eau	53
Tableau n°13 : Résultats des analyses de la matière organique du sol de Tadmaït.....	53
Tableau n°14 : Résultats d'analyse de la variance au seuil d'erreur de $\alpha=5\%$ de la conductivité électrique pour facteur eau.....	55
Tableau n°15 : Résultats de test de NEWMAN et KEULS pour la CE de sol témoin et des sols irrigués avec EUE et EP.....	55
Tableau n° 16 : Résultats des analyses de la CE du sol de Tadmaït.....	55
Tableau n°17 : Résultats d'analyse de la variance au seuil d'erreur $\alpha=5\%$ d'humidité du sol pour le facteur eau.....	56
Tableau n°18 : Résultats de mesure de l'humidité du sol de Tadmaït.....	57
Tableau n°19 : Moyennes des hauteurs des tiges dans les deux types d'eaux en fonction de temps.....	58
Tableau n°20 : Résultats d'analyse de la variance pour le paramètre de la hauteur des tiges....	59
Tableau n°21 : Résultats de test NEWMAN et KEULS pour facteur temps.....	60

Liste des tableaux

Tableau n°22 : Résultats de test NEWMAN et KEULS pour facteur d'interaction eau-temps.....	61
Tableau n°23 : Moyennes de nombre de feuilles	63
Tableau n°24 : Résultats d'analyse de la variance pour le paramètre du nombre de feuilles.....	64
Tableau n°25 : Résultats de test NEWMAN et KEULS pour facteur temps.....	65
Tableau n°26 : Résultats de test NEWMAN et KEULS pour facteur d'interaction eau-temps.....	66
Tableau n°27 : Moyenne de nombre de fleurs.....	68
Tableau n°28 : Résultats d'analyse de la variance pour le paramètre nombre de fleurs.....	69
Tableau n°29 : Résultats de test NEWMAN et KEULS pour facteur temps.....	70

Sommaire

Introduction générale	1
-----------------------------	---

Partie : synthèse bibliographique

Chapitre I : Eau et Pollution.

Partie/ Eau et pollution

Introduction.....	3
I.1. Généralités sur l'eau	3
1.1. Définition de l'eau	3
1.2. Propriétés de l'eau.....	3
1.3.Eaux conventionnelles	4
1.3.1. Eau minérale	4
1.3.2. Eau de source	4
1.3.3. Eau potable.....	4
I.2. Généralités sur la pollution des eaux.....	4
2.1.Définition de la pollution	4
2.2.Définition de pollution de l'eau	4
2.3.Définition de l'eau usée	5
2.4.Origines des eaux usées	5
2.4.1. Eaux usées domestiques.....	5
2.4.2. Eaux usées industrielles	5
2.4.3. Eaux usées agricoles	5
2.5. Différents types de pollution.....	6
2.5.1. Pollution physique	6
2.5.1.1 Pollution mécanique.....	6
2.5.1.2. Pollution thermique.....	6
2.5.1.3. Pollution radioactive	6
2.5.2. Pollution chimique	6
2.5.2.1. Pollution organique	6
2.5.2.2. Pollution minérale	6
2.5.3. Pollution microbiologique	7
2.6. Paramètres de pollution.....	7
2.6.1. Paramètres physique	7
2.6.1.1. Température	7
2.6.1.2. Turbidité.....	7
2.6.1.3. Couleur.....	8
2.6.1.4. Odeur.....	8
2.6.1.5. Matière en suspension (MES)	8
2.6.1.6. Matière volatile en suspension (MVS)	8
2.6.1.7. Matière minérale (MM)	8
2.6.1.8. Matière décantable (MD)	9
2.6.1.9. Matière colloïdale (MC)	9
2.6.2. Paramètres chimiques	9
2.6.2.1. PH	9
2.6.2.2. Conductivité électrique (CE)	9
2.6.2.3. Demande biologique en oxygène (DBO)	9
2.6.2.4. Demande chimique en oxygène (DCO)	10
2.6.2.5 Carbone organique totale (COT)	10
2.6.2.6. Demande totale d'oxygène (DTO).....	10
2.6.2.7. Oxygène dissous	10
2.6.2.8. Azote (N)	10

Sommaire

2.6.2.9. Phosphore (P).....	11
2.6.2.10. Indice de la biodégradabilité.....	11
2.7. Impacts des eaux usées	11
2.7.1. Impacts sur l'environnement.....	11
2.7.2. Impacts esthétique.....	11
2.7.3. Impacts agricole	12
2.7.4. Impacts sur la santé.....	12
2.7.5. Impacts industrielle.....	13
2.8. Traitements des eaux usées.....	13
2.8.1. Système d'assainissement des eaux usées	13
2.8.2. Définition de la station d'épuration	13
2.8.3. Définition d'équivalent habitant	13
2.8.4. Estimation des rejets des eaux résiduaire	14
2.8.5. Procédés d'épuration des eaux usées	14
2.8.5.1. Prétraitement	14
2.8.5.1.1. Dégrillage.....	15
2.8.5.1.2. Dessablage	15
2.8.5.1.3. Dégraissage-déshuilage.....	15
2.8.5.2. Traitement primaire	15
2.8.5.2.1. Coagulation-floculation	15
2.8.5.2.2. Décantation	16
2.8.5.3. Traitement secondaire	16
2.8.5.3.1. Traitement anaérobie	16
2.8.5.3.2. Traitement aérobie	16
2.8.5.4. Traitement tertiaire.....	16

Partie/ Réutilisation des Eaux Usées Epurées

II. Généralités sur les eaux usées épurées.....	17
1. Définition de l'eau épurée	17
2. Notion de la réutilisation des eaux usées épurées	17
3. Réutilisation des eaux usées épurées.....	17
3.1. Définition de la réutilisation des eaux usées épurées	17
3.2. Réutilisation des eaux usées épurées	17
3.2.1 Dans le monde.....	17
3.2.2. Tunisie.....	17
3.2.3. Arabia Saoudia	18
3.2.4. France.....	18
3.2.5. En Algérie	18
3.2. Avantage et inconvénients de la réutilisation des eaux usées épurées	19
3.3. Normes de la réutilisation des eaux usées épurées	19
3.4. Législation des eaux.....	19
Conclusion	20

Chapitre II : Généralités sur le sol et le matériel végétal.

Partie/ Sol

Introduction	21
I. Généralités sur le sol.....	21
1. Définition d'un sol.....	21
2. Les différents types de sols de la wilaya de Tizi -Ouzou et leurs caractéristiques	21
2.1. Sols peu évoluées.....	21

Sommaire

2.2. Sols brunifiés	21
2.3. Vertisols	21
2.4. Sols calcimagnésiques	21
2.5. Sols sesquioxides de fer rouge ferriallitiques	21
3. Caractéristiques de sols de Tadmaït	21

Partie : Matériel Végétal

II. Généralités sur le matériel végétal	24
1. Cycle de vie d'un végétal	24
1.1. Phase végétative	24
1.2. Phase de reproduction	24
2. Culture de la célosie	24
2.1. Historique et généralités sur la célosie	25
2.2. Classification systématique de la célosie	25
2.3. Classification variétale	25
2.4. Principaux morphologies de la célosie	26
2.4.1. Feuille	26
2.4.2. Tige	27
2.4.3. Fleur	28
2.4.4. Grains	28
3. Stades de développement de la célosie	29
3.1. Phase de germination	29
3.2. Phase de croissance	29
3.3. Phase de floraison	29
3.4. Phase de maturation	29
4. Exigences morphologie de la célosie	30
4.1. Sol	30
4.2. Température	30
4.3. Régime hydrique	30
5. Ravageurs et les maladies	30

Partie Expérimental

Chapitre III : Matériels et Méthodes.

Introduction	32
I. Etude du milieu	32
1. Présentation du site expérimental	32
2. Situation géographique de la pépinière de Tadmaït (ERGR)	32
3. Situation géographique de la STEP de Tadmaït	32
3.1. Caractéristiques de la STEP de Tadmaït	33
II. But de l'expérimentation	34
III. Matériels et Méthodes	34
1. Expérimentation sous serre	35
1.1. Matériel utilisée	35
1.1.1. Serre	38
1.1.2. Eaux d'irrigation	39
1.1.3. Végétale	39
1.1.4. Sol	39
1.2. Méthode suivie sous serre	40

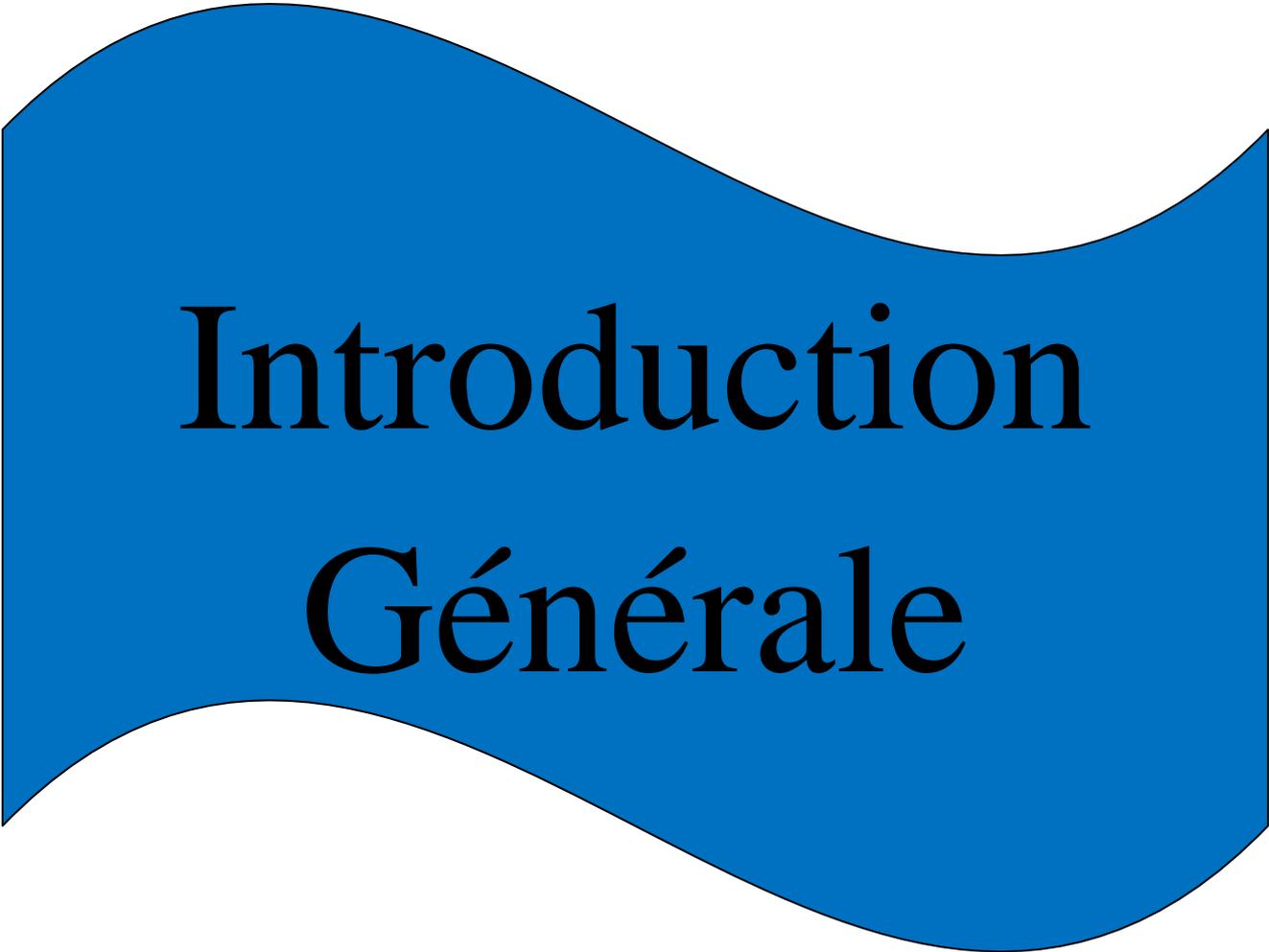
Sommaire

1.2.1. Préparation de la serre	40
1.2.2. Préparation des eaux d'irrigation.....	40
1.2.3. Préparation de semis	40
1.2.4. Préparation de sol	40
1.2.5. Repiquage des plantes	41
1.3. Soins culturaux.....	41
1.3.1. Irrigation	41
1.3.2. Traitements de la culture	41
1.4. Paramètres étudiés	42
1.4.1. Paramètres de mesure	42
1.4.2. Paramètres de quantification	42
2. Expérimentation au laboratoire	43
2.1. Echantillonnage	43
2.2. Préparation du sol	43
2.3. Analyses au laboratoire	44
2.3.1. Analyse physique.....	44
2.3.2. Analyse chimique	46
2.4. Analyse statistiques	48
Conclusion	48
Chapitre IV : Résultats et discussions.	
I. Résultats et discussions	49
I.1. Sol	49
1.1. Granulométrie	49
1.2. pH	49
1.3. Calcaire total CaCO ₃	51
1.4. Matière organique	53
1.5. Conductivité électrique.....	54
1.6. Humidité.....	56
I.2. Végétal	58
2.1. Tige	58
2.2. Feuille	63
2.3. Fleurs.....	63
Conclusion générale et perspectives	71

Références bibliographiques.

Annexe.

Résumé.



Introduction
Générale

Introduction générale

L'eau constitue un élément essentiel dans la vie et dans l'activité humaine, c'est une composante majeure du monde minérale et organique. Elle participe à toutes les activités quotidiennes notamment domestiques, industrielles et agricoles. Ce qui la rend un élément récepteur exposé à tous les genres de pollution. Elle est aussi considérée comme un transporteur potentiel de nombreuses maladies. (AOUISSIA et al, 2014).

La pénurie de l'eau et la gestion de ces ressources dans le monde constituent l'un des problèmes et sujet majeurs du 21^{ème} siècle. L'accroissement géographique, la hausse du niveau de vie et le degré de confort augmenté la consommation mondiale d'eau donc de 700 km³ en 1950 à plus de 5000 Km³ en 2000. (M.A.T.E, 2012).

L'utilisation des eaux conventionnelles engendre un nouveau produit appelé les eaux usées, chargés des substances polluantes sont déversés en grands volume dans les milieux récepteurs sans aucun traitement préalable. Cet état de fait engendre des effets multiples et indésirables sur l'environnement et la santé humaine. (HARTANI.T, 2004).

C'est dans le cadre de cette stratégie que nous avons suivi le cycle végétatif d'une plante ornementale appelé la célosie plumeuse. Pour mener à bien ce travail expérimental nous avons pratiqué un plan d'irrigation basé sur deux types d'eaux à savoir une eau potable, et une eau usée épurée. Aussi, Nous avons utilisé un sol appartenant au site de Tadmaït.

La célosie plumeuse est une espèce annuelle d'origine tropicale, de la famille Amaranthaceae dont la tige ramifiée est de section cylindrique. Les feuilles entières sont disposées sur la tige en spirale. Les fleurs très petites de différent couleur, sont réunies en grands épis ou en grands panicules. Les graines de cette plante sont de couleur noir mesurant 100cm, et fleurissent de juillet a septembre. ([http // : Celosia argentea- Wikipédia-htm](http:// : Celosia argentea- Wikipédia-htm)).

Le sol de Tadmaït classé comme étant des vertisols, à une texture limoneuse excepté quelque sol est caractérisé par des teneurs plus élevées d'argile. (NAIT KACI.M, 1996).

Durant notre expérimentation nous nous sommes intéressée à étudier certains paramètres de mesure (Hauteur des tiges) et de quantifications (Nombre de feuilles et nombre de fleurs). Afin d'estimer l'impact de l'eau utilisée sur le développement de la célosie plumeuse, nous avons procédé à une étude statistique de la variance des paramètres en utilisant le logiciel STATBOX.

Introduction générale

Nous avons ainsi opté pour le plan de travail qui se structure comme suit :

Introduction générale.

Partie I : synthèse bibliographique composées de :

Chapitre I : Eau et Pollution.

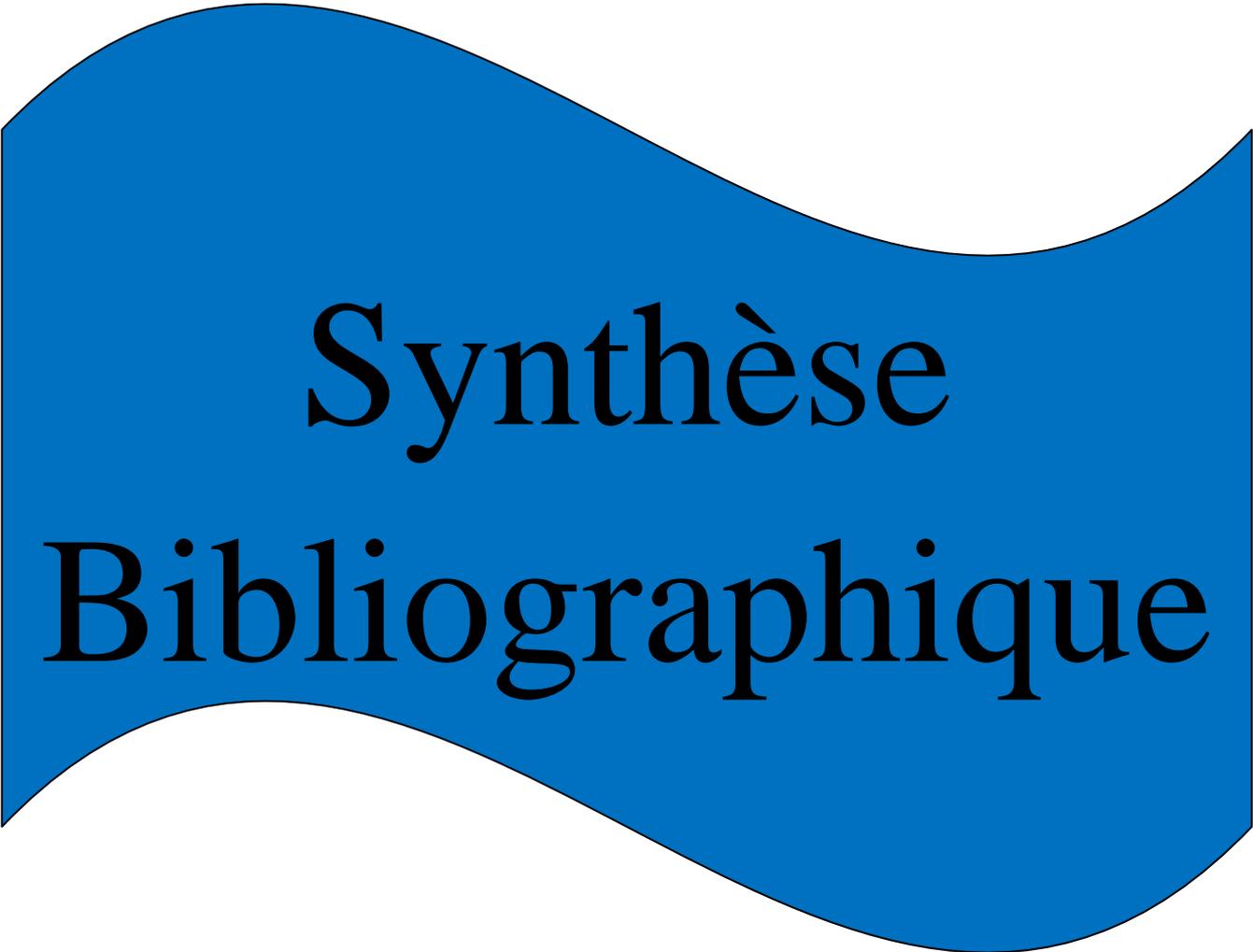
Chapitre II : Généralités sur le sol et le matériel végétal.

Partie II : étude expérimentale composées de :

Chapitre III : Matériels et Méthodes.

Chapitre IV : Résultats et discussions.

Enfin nous terminons par une conclusion générale et quelque recommandation utile.



Synthèse
Bibliographique



Chapitre I : Eau et Pollution



**Partie/ Eau et
Pollution**

Introduction :

L'eau est une ressource rare bien que renouvelable. La situation actuelle de l'eau en Algérie, se caractérise par un déséquilibre entre les besoins et les ressources disponibles. Ces besoins exprimés par les différents utilisateurs sont nettement supérieurs aux ressources en eau mobilisées, ce qui engendre des conflits d'affectation, et nécessite parfois des arbitrages difficiles.

En outre, les pollutions des nappes et des ressources superficielles par les rejets domestiques, industriels et agricoles dépassent de loin les capacités de traitement des systèmes d'épuration. Ces dégradations réduisent les volumes d'eau susceptibles d'être utilisés. Pour réduire cette pollution on réalise les stations d'épurations des eaux usées, l'efficacité de ces derniers se mesure classiquement par la qualité de ses rejets dans les milieux aquatiques.

I.1. Généralités sur l'eau :

1.1. Définition de l'eau :

L'eau est substance minérale la plus répandue à la surface du globe, elle constitue l'hydrosphère, son volume est estimé à 1385.10 km^3 , dont environ 97,4% dans les océans, 2% sous forme de glace et 0,6% seulement constituant les eaux douces, c'est un composé chimique formé de deux atomes d'hydrogènes et d'un atome d'oxygène. L'eau aussi le constituant majeur de la matière vivante. (DEGREMONT, 2005)

1.2. Propriétés de l'eau :

L'eau c'est un liquide incolore, inodore, sans vapeur et de pH neutre. C'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants. (BERNARD. C, 2007).

Selon le MARSILY. G, (1995), Dans la nature, sous l'action du soleil, de la pression atmosphérique et de la température, l'eau change d'état. On peut la trouver sous trois formes :

- État solide.
- État gazeux.
- État liquide.

1.3.Eaux conventionnelles :

1.3.1. Eau minérale :

L'eau minérale naturelle est caractérisée par trois critères majeurs :

- Absence de tout traitement ou d'addition de produits chimique ;
- Sa pureté à la source et donc l'absence de tout polluant d'origine humaine ;
- Une composition minérale définie, parfaitement stable et garantie. **(ROUSSEAU. N, 2007).**

1.3.2. Eau de source :

Les eaux dites « de source » sont des eaux naturellement propres à la consommation humaine ; on parle alors d'eau potable. Les seuls traitements qu'il est permis de leur appliquer sont l'aération, la décantation et la filtration. **(WIKIPIDIA, 2017).**

1.3.3. Eau potable :

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, une eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque pour la santé. L'OMS la définit comme une eau ayant les caractéristiques microbiennes, chimiques et physiques qui répondent aux directives de l'OMS ou aux normes nationales relatives à la qualité de l'eau de boisson. En clair, une eau potable est une eau qui ne contient pas d'agents pathogènes ou d'agents chimiques à des concentrations pouvant nuire à la santé.

I.2. Généralités sur la pollution des eaux :

2.1. Définition de pollution :

Selon la loi n^o 03-10 du 19 juillet 2003, la pollution c'est toute modification directe ou indirecte de l'environnement provoquée par tout acte qui provoque, ou qui risque de provoquer une situation préjudiciable pour la santé, la sécurité et le bien-être de l'homme, la flore, la faune, l'air, l'atmosphère, les eaux, les sols et les biens individuels. **(J.O n^o43/2003)**

2.2. Définition de la pollution d'eau :

La pollution d'eau à la présence anormale dans l'eau de minuscules organismes extérieurs, de produits chimique ou de déchets industriels. **(BOUDJEMA.S, 2008).**

2.3. Définition des eaux usées ;

Les eaux usées sont toutes les eaux des activités domestiques, agricoles et industrielles chargées en substances toxiques qui parviennent dans les canalisations d'assainissement. Les eaux usées englobent également les eaux de pluies et leur charge polluante. Elles engendrent au milieu récepteur toutes sortes de pollution et de nuisance (**DUGNIOLLE, et al, 1980**).

2.4. Origines des eaux usées :

Selon **M.S OUALLI, (2001)**, on distingue trois catégories d'eaux usées :

2.4.1. Eaux usées domestiques :

Elles sont constituées par :

- Eaux ménagères (lavage corporel, eaux de cuisine) ;
- Eaux de vannes chargées de fèces, excréments, déchets, selles et d'urines et déjection ;
- Eaux de lavage de voirie ;
- Eaux pluviales.

2.4.2. Eaux usées industrielle :

Selon leur origine industrielle elles peuvent également contenir :

- des hydrocarbures (raffineries) ;
- des métaux (traitements de surface, métallurgie) ;
- des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques divers, tanneries) ;
- de l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques) ;
- des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

2.4.3. Eaux usées agricole :

Elles proviennent essentiellement des fermes ou des cultures. Elles se caractérisent par une forte teneur en sels minéraux générés par l'épandage d'engrais, des pesticides et les

insecticides qui altèrent la qualité des nappes souterrains par phénomène d'entraînement et d'infiltration.

2.5. Différents types de pollution :

2.5.1. Pollution physique :

On parle de ce type de pollution quand le milieu pollué est modifié dans sa structure physique par divers facteurs. Elle regroupe :

2.5.1.1. Pollution mécanique :

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides, ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit les éléments grossiers soit du sable ou bien les matières en suspension. (MEKHALIF.F, 2009).

2.5.1.2. Pollution thermique :

Cette pollution est due à l'élévation de la température de l'eau. L'eau quand elle chauffe, le taux de oxygène diminue par conséquent une asphyxie s'installe chez les organismes aquatique. (YAH.I.H, 1998).

2.5.1.3. Pollution radioactive :

L'usage du nucléaire a des implications dans le domaine de l'environnement à cause des risques de la radioactive et de la pollution thermique provoquée par les rejets dans le milieu naturel à une température plus élevée utilisée comme fluide de refroidissement. (BOUDJMA, 2008).

2.5.2. Pollution chimique :

Elle résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle, domestique et agricole. La pollution chimique des eaux est regroupée dans deux catégories:

2.5.2.1. Pollution organique :

C'est les effluents chargés de matières organiques fermentescibles (biodégradables), fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...), et par les effluents domestiques (déjections humaines, graisses,...etc.).

La première conséquence de cette pollution consommation d'oxygène dissous de ces eaux. Les polluants organiques ce sont principalement les détergents, les pesticides et les hydrocarbures. (ZEGHOUD.M, 2014).

2.5.2.2. Pollution minérale :

La pollution minérale des eaux peut provoquer le dérèglement de la croissance végétale ou trouble physiologique chez les animaux. Le polluant minéral ce sont principalement les métaux lourds et les éléments minéraux nutritifs. (MAYET, 1994).

2.5.3. Pollution microbiologique :

Pour certaine auteur, ce terme n'englobe que des bactéries pathogène et pour d »autres l'ensemble des bactéries et des virus. Les microbes au sens le plus large, c'est l'ensemble des organismes vivants uni ou pluricellulaires que l'on ne peut pas observer qu'au microscope, bactéries, virus, micro vertébrés, les protozoaires particulièrement, alors dans ce sens un microbe est synonyme de microorganisme dont certains sont pathogènes. (DEGREMONT, 2005).

2.6. Paramètres de pollution

2.6.1. Paramètres physiques :

2.6.1.1. Température :

La température est un facteur écologique important de la vie aquatique. Un changement de la température affecte les diverses propriétés de l'eau. Elle joue un rôle important dans la solubilisation des sels minéraux et des gaz particuliers. Elle influe sur la solubilité de l'oxygène dans l'eau et la cinétique des réactions biochimique. Par conséquent la température influe également sur le pouvoir auto-épurateur des cours d'eaux. (DEGREMONT, 2005).

2.6.1.2. Turbidité :

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoutes. Elle est causée par la présence des matières en suspension fines, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les micro-organismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale. (REJESK.F, 2002).

2.6.1.3. La couleur :

La couleur de l'eau est due aux éléments qui s'y trouvent à l'état dissous ou colloïdal. Elle est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux substances en solution, et apparente quand les substances en suspension y ajoutent propres coloration. (RODIER. J, 2009).

2.6.1.4. Odeur :

L'odeur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles. Une eau destinée à la consommation doit être inodore. En effet, toute odeur est signe de pollution ou de la présence de matière organique. (RODIER. J, 2009)

2.6.1.5. Matières en suspension (MES) :

Les matières en suspension représentent la fraction non soluble ou non colloïdale, donc retenue par un filtre. Les MES sont composées des parties minérales et organiques. Elles constituent un paramètre important qui indique le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. Elles permettent ainsi une mesure directe de la turbidité et une bonne corrélation avec les autres paramètres. Les MES s'expriment en milligrammes par litre d'effluent (mg /l) ou en gramme par habitant et par jour (g /ab/j). (BOURRIER .R ,2008).

2.6.1.6. Matière volatiles en suspension (MVS) :

Elle représente la fraction organique des matières en suspension. Elles sont obtenues par calcination des MES à 525⁰ C pendant deux heures. La teneur en MVS = Poids de MES à 105⁰C – Poids de MES à 525⁰C. (SATIN.M et al, 1999)

2.6.1.7. Matières minérales (MM) :

Les matières minérales représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est-à-dire son extrait sec, constitué à la fois par les matières minérales en suspension et les matières solubles (Chlorure, Phosphate....etc.). (SATIN.M et al, 1999)

2.6.1.8. Matières décantables (MD) :

Elles sont composées des matières en suspension qui sédimentent en 2 heures dans une éprouvette.

2.6.1.9. Matières colloïdales (MC) :

Ce sont des éléments présents dans l'eau sous un état intermédiaire entre un état dissous et un état solide. Il s'agit de très petites particules solides invisibles à l'œil nu, dotées sur leur surface de charges électroniques qui se repoussent les unes contre les autres, et déterminent ainsi la turbidité. (MAOUEL.M et al, 2008).

2.6.2. Paramètres chimiques :

2.6.2.1. Potentiel d'hydrogène (pH):

Le PH d'une eau donne une indication sur son acidité ou son alcalinité. Il est déterminé à partir de la quantité d'ions hydrogène libre (H^+).

Le PH joue un rôle important dans :

- Les propriétés physico-chimiques (agressivité, entartage...);
- Les processus biologiques (dont certains exigent des limites très étroites du PH).
- L'efficacité de certains traitements, exemple : la coagulation, floculation.

Le PH des eaux usées urbaines se situe généralement entre 7 et 7,5 environ. (DEGREMONT, 1989).

2.6.2.2. Conductivité électrique (C E) :

La conductivité électrique est liée à la concentration de la substance dissoute et à leur nature. Elle augmente avec la teneur en sels dissous et varie en fonction de la température. Elle permet d'évaluer approximativement la minéralisation globale de l'eau.

La conductivité s'exprime en micro siemens par centimètre ($\mu S/cm$). (RODIER. J, 2005)

2.6.2.3. Demande biochimique en oxygène (DBO) :

La DBO_5 est définie comme la quantité d'oxygène consommée par les micro-organismes à $20^\circ C$ dans l'obscurité durant 5 jours, lors du catabolisme des matières organiques présentes dans l'eau. La DBO_5 s'exprime en mg/l d'oxygène ou en g/j/ab. (RODIER. J, 2005).

2.6.2.4. Demande chimique en oxygène (DCO) :

La DCO, pratiquée surtout sur les effluents, correspond à la consommation globale à chaud de l'oxygène du bichromate de potassium, et est représentative de la majeure partie des

composés organiques ainsi que des sels minéraux oxydables. Elle est exprimée en mg/l. (DEGREMONT, 2005).

Le rapport DCO/DBO₅ calculé à l'entrée de la station d'épuration, permet de différencier entre les eaux usées domestique et industrielle. Si ce rapport est supérieur à 3 on considère que ces eaux sont d'origines industrielles, par contre s'il est compris entre 1,5 et 2,5, ces eaux sont domestiques. (HALLICHE. D et al, 2012).

2.6.2.5. Carbone organique total (COT) :

Détermine des propriétés variables du carbone organique dissous et particulaire, du carbone organique provenant de substances volatils et du carbone minéral dissous. Sa mesure est réalisée par un analyseur de CO₂ à infrarouge après combustion catalytique à haute température de l'échantillon. (MEKALIF.F, 2009).

2.6.2.6. Demande total en oxygène (DTO) :

Elle représente la quantité d'oxygène théoriquement nécessaire à l'oxydation de toutes substances oxydable contenues dans l'eau, soit pour l'essentiel des composés organiques, mais aussi des matières inorganiques oxydables. (IDDIR.F et al, 2009).

2.6.2.7. Oxygène dissous :

La présence d'oxygène dissous dans l'eau est indispensable, l'oxygène permet de maintenir plusieurs des qualités de l'eau, notamment son goût et son degré d'aseptise. Il est essentiel pour la survie de nombreux organismes aquatiques. (BEZZIOU et al, 2013).

2.6.2.8. Azote (N) :

Selon BERRATEN.T, (2012), l'azote se trouve sous trois formes principales :

L'azote ammoniacal (NH₄⁺) ;

Les nitrites (NO₂) et nitrates (NO₃⁻) ;

L'azote gazeux est très présent dans l'air et peut être soluble dans l'air.

2.6.2.9. Phosphore (p) :

Selon REJSEK.F, (2002), le phosphore est présent dans la nature sous différentes formes :

- Forme organique : élément constitutif de biomolécules (phospholipides, phosphoprotéines) ;
- Forme minéral : dérivé de l'acide phosphorique ;
- L'ensemble de phosphore organique et minéral constitue le phosphore total.

2.6.2.10. L'indice de biodégradabilité (K) :

Selon **DEGREMONT, (1989)**, la biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent aqueux à être décomposée ou oxydé par les micro-organismes, qui interviennent dans les processus d'épuration biologique des eaux.

La biodégradabilité est exprimée par le coefficient : $K = DCO/DBO$.

Si : $K < 1,5$ l'effluent est biodégradable.

$1,5 < K < 2,5$ l'effluent est moyennement biodégradable.

$K > 2,5$ l'effluent n'est pas biodégradable.

2.7. Impacts des eaux usées :

2.7.1. Impacts sur l'environnement :

La contamination des eaux souterraines par des composés organiques, même à faible concentration, peut compromettre l'exploitation de la ressource en eau potable pour très longues périodes. Ils accroissent la biomasse et la consommation de l'oxygène dissous. (**DEGREMONT, 1989**).

Les matières en suspension résiduelles même à faible concentration réduisent la transparence du milieu récepteur réduisent ainsi la photosynthèse des végétaux et limitant les échanges gazeux entre l'atmosphère et le milieu aquatique. La présence des nitrates et des phosphates peuvent accélérer le processus naturel d'eutrophisation qui peut aller jusqu'à la mort par asphyxie de la plus part des organismes qui y vivent. (**HENRY.A, 2008**).

2.7.2. Impacts esthétiques:

Il s'agit de pollutions n'ayant pas de conséquences sanitaires ou écologiques importantes, mais perturbant l'image d'un milieu. (**HADDOUM. N et al, 2013**).

2.7.3. Impacts agricoles:

L'eau est, dans certaines régions, largement utilisée pour l'arrosage ou l'irrigation sous forme brute (non traitée). La texture du sol, sa flore bactérienne, les cultures et le bétail, sont sensibles à la qualité de l'eau. De même, les boues issues du traitement des eaux usées pourront, si elles contiennent des toxiques (métaux lourds) être à l'origine de la pollution des sols, en cas d'épandage. (GAUJOUS. D, 1993).

2.7.4. Impacts sur la santé :

Les maladies liées à l'eau constituent un facteur essentiel dans toute stratégie humaine. Il s'agit de plusieurs groupes d'affections qui tuent encore des millions de personnes et empêchent des millions d'individus de mener une vie saine et productive. Actuellement, on remarque que ces maladies sont de plus en plus répandues. (BOUZIANI. M, 2000).

Tableau n°1 : Principale maladie de transmission hydrique.

Origine	Maladie	Agent ou germe pathogène	Symptômes
Bactérienne	Fièvre typhoïdes	Salmonelles : salmonella typhus et <i>paratyphus</i> A,B, et C	Fièvre, céphalée, diarrhée, douleurs abdominales
	Choléra	Choléra	Diarrhée profuses à grain risiforme, vomissement, douleur épigastrique
	Légionellose	Légionelloses	Pneumonie aigue, fièvre, céphalées, anorexie, plus des symptômes gastro-intestinaux
	Gastroentérites aiguës	<i>Eschechia Coli</i> <i>Campylobacter jejuni</i> <i>Yersinia</i> <i>Enterocotica</i> <i>Salmonella sp</i> <i>Shigella Dysentriae</i> <i>Aeromonas</i>	Diarrhée aqueuse, élévation brutale de températures, douleurs abdominales
Parasitaires	La dysenterie amibienne	<i>Amibes</i> <i>Entamoeba histolytica</i> <i>Gardia-lamblia</i> <i>Cryptosporidium parvum</i>	Crampes, diarrhée muco sanglante diarrhée profuses aqueuse crampes abdominales

(VILLAGINES. R, 2003).

2.7.5. Impacts industrielle :

L'industrie est une grosse consommatrice d'eau, il faut par exemple 1m³ d'eau pour produire 1kg d'Aluminium. La quantité requise pour les utilisations industrielles est souvent très élevée, tant sur le plan chimique (minéralisation, corrosion, entartrage) que biologique. Le développement industriel peut donc stoppé par la pollution (c'est une raison pour laquelle la préoccupation pour la pollution est apparue d'abord dans les pays développés). (COULIBALY.M, 2010).

2.8. Traitement des eaux usées :

2.8.1. Système d'assainissement des eaux usées

Le réseau d'assainissement a pour but la collecte, le transit, au besoin la rétention de l'ensemble des eaux polluées, pluviales et usées.

L'assainissement peut être séparatif ou unitaire. L'assainissement non collectif (individuel) est adapté aux maisons isolées ou aux regroupements de quelque habitation qui ne peuvent être raccordées au réseau d'assainissement. (HADDOUM. N et al, 2013).

2.8.2. Définition de la station d'épuration :

Une station d'épuration présente un site de dépollution des eaux usées avant leurs rejets dans le milieu naturel, les cours d'eau et l'environnement en général, elle est installé généralement à l'extrémité d'un réseau de collecte, sur l'émissaire principal, juste en amont de la sortie des eaux vers le milieu naturel. (ADEME, 2009).

2.8.3. Définition d'équivalent habitant :

La directive européenne sur les eaux usées de 1991, définit l'équivalent-habitant habitant comme étant une expression d'une charge organique (DBO₅) égale à 60g O₂/j. (CAUCHIA et al, 2011).



Figure n°01 : Schéma de fonctionnement d'une Station d'épuration à boue activée. (ADME,2000).

2.8.4. Estimation des rejets des eaux résiduaires :

La pollution journalière produite par une personne utilisant de à litres d'eau est évaluée à :

- 70 à 90 g de matières en suspension (MES) ;
- 60 à 70 g de matières organiques (MO) ;
- 15 à 17 g de matières azotées (N) ;
- 4 g de phosphore (P) ;
- Plusieurs milliards de germes pour 100 ml.

Pour estimer une pollution en vue de dimensionner un système d'épuration, il faut disposer d'une unité. Dans la pratique on prend comme unité de pollution, l'équivalent habitant, noté « eq/hab. ».

2.8.5. Procédés d'épuration des eaux usées

Selon **DEGREMONT, (1978)**, le degré d'élimination de la pollution et les procédés mis en œuvre, plusieurs niveaux de traitement sont définis :

2.8.5.1. Prétraitements

Il s'agit principalement des déchets volumineux (dégrillage), des sables et graviers (dessablage) et des graisses et huiles (dégraissage –désuilage).

2.8.5.1.1. Dégrillage

Au cours du dégrillage, les eaux usées passent au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les matières les plus volumineuses charriées par l'eau brute comme les bouteilles en plastique, tissus, bois,...e c t.

2.8.5.1.2. Dessablage

Le dessablage a pour but d'extraire des eaux brutes les graviers, les sables et les particules minérales plus ou moins fines, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduites, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion et à éviter de surcharger les stades de traitements suivants.

2.8.5.1.3. Dégraissage-Désuilage

Le désuilage est une opération de séparation liquide-liquide, alors que le dégraissage est une opération de séparation solide-solide.

2.8.5.2. Traitement primaire

Le traitement "primaire" fait appel à des procédés physiques, avec filtration et décantation plus ou moins aboutie, éventuellement assorti de procédés physicochimiques, tels que la coagulation-floculation.

2.8.5.2.1. Coagulation-floculation

La coagulation a pour but principal de déstabiliser les particules en suspension, c'est-à-dire de faciliter leur agglomération. En pratique, ce procédé est caractérisé par l'injection et la dispersion rapide de produits chimiques : sels minéraux cationiques.

La floculation a pour objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglutinent pour former un floc qu'on peut

facilement éliminer par les procédés de décantation et de filtration (**DES JARINS, 1990** cité par **TARMOUL, 2007**).

2.8.5.2.2. Décantation

Son objectif est d'éliminer les particules dont la densité est supérieure à celle de l'eau par gravité. (**VILAGINE, 2003**).

2.8.5.3. Traitement secondaire (Biologique) :

Selon **VILAGINE, (2003) :**

Dans la grande majorité des cas, l'élimination des pollutions carbonées et azotées s'appuie sur des procédés de nature biologique, basés sur la croissance de micro-organismes aux dépens des matières organiques « biodégradables » qui constituent pour eaux des aliments. Les micro-organismes, les plus actifs, sont les bactéries qui conditionnent en fonction de leur modalité propre de développement, deux types de traitements.

2.8.5.3.1. Traitements anaérobies

Les traitements anaérobies font appel à des bactéries n'utilisant pas de l'oxygène, en particulier, aux bactéries méthanogènes qui conduisent, comme leur nom l'indique, à la formation du méthane à partir de la matière organique, et à un degré moindre de CO₂.

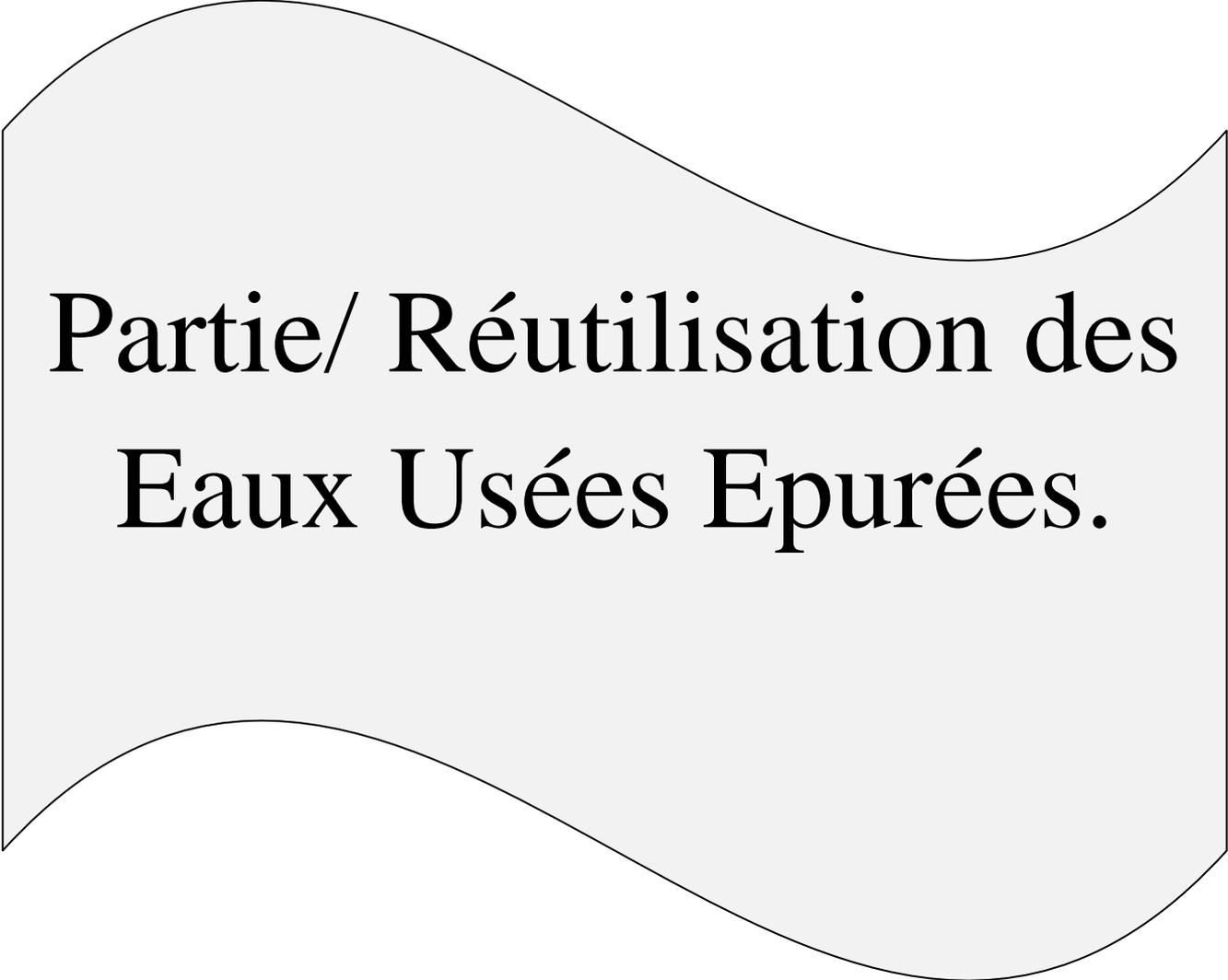
2.8.5.3.2. Traitements aérobies

Les bactéries utilisées exigent un apport permanent d'oxygène, elles peuvent être libre (boue activée, lagunage) ou fixées (lit bactérien). On distingue trois méthodes essentielles :

- Les lits bactériens.
- Les boues activées.
- Le lagunage.

2.8.5.4. Traitements tertiaires

Les traitements tertiaires regroupent tous les traitements complémentaires visant à affiner la qualité de l'effluent ayant subis les traitements physiques, physico-chimiques et biologiques. Ce traitements englobent, principalement, l'élimination de l'azote, l'élimination du phosphore et la désinfection, mais aussi le traitement des odeurs. (**DEGREMONT, 1978**).



**Partie/ Réutilisation des
Eaux Usées Epurées.**

II. Généralités sur les eaux usées épurées :

1. Définition de l'eau épurée

Une eau épurée est une eau qui a subi une dépollution par différents traitements au niveau des stations d'épurations. Elle est séparée de sa masse organique et minérale. (HALLICHE.D, 2012).

2. Notion de la réutilisation des eaux épurées

On appelle réutilisation des eaux épurées, l'usage immédiat des « eaux de deuxième main » rejetées par des différents usages, grâce à des actions volontaristes accélérant ou raccourcissant le cycle naturel de l'eau. (VALIRON.F,1983)

Sachant que la REUE permet la mobilisation d'une ressource potentielle, elle assure la valorisation des nutriments qu'elles renferment, l'économie de l'eau potable et surtout la protection des milieux récepteurs.

3. Réutilisation des eaux usées épurées :

3.1.Définition de la réutilisation des eaux usées épurées :

La réutilisation des eaux épurées propose de récupérer directement ces eaux, de leur appliquer un nouveau traitement et de s'en servir pour toutes sortes d'usage. La RUER agit à deux niveaux. Elle évite les rejets d'eaux issues de stations d'épuration dans le milieu naturel, et elle constitue un approvisionnement supplémentaire en eau traitée. (BAUMONT.S, 2005).

3.2.Réutilisation des eaux usées épurées :

3.2.1. Dans le monde

La réutilisation des eaux usées est une pratique très répandue dans le monde, et essentiellement dans les régions affectées par des pénuries de ressources en eau. Dans le bassin méditerranéen, la réutilisation agricole des eaux usées a toujours existé. Elle est une pratique largement répandue sur le pourtour Sud de la Méditerranéen, de l'Espagne à la Syrie.

3.2.2 Tunisie, les eaux usées traitées sont utilisées depuis le début des années 60, pour l'irrigation de cultures des agrumes spécialement le citronnier. La Tunisie est le premier pays de l'Ouest Méditerranéen à avoir adopté des réglementations en 1989 pour la réutilisation de l'eau usée épurée .Cette réglementation spécifie que, l'utilisation des effluents

secondaires traités est autorisée pour irriguer tous les types de cultures mis à part les légumes, qu'ils soient consommés cuits ou crus. Les eaux traitées sont donc utilisées pour irriguer les arbres fruitiers, le coton, le tabac, les céréales, les terrains de golf.

3.2.3. Arabie Saoudite, la ville de Taif est équipée d'une station d'épuration traitant 70000 m³ d'eau par jour, c'est l'une des plus grandes stations d'épuration au monde. Les effluents ainsi traités sont utilisés pour l'arrosage des parcs, des jardins ou pour nettoyer les rues, les bus, les taxis.

3.2.4. Algérie :

La REUE est une action volontaire et planifiée qui vise, la production des quantités complémentaires en eau pour différents usages, afin de combler les déficits hydriques. **(ECOSSE.D, 2001).**

La stratégie nationale actuelle du développement durable en Algérie, se matérialise à travers un plan stratégique qui réunit trois dimensions à savoir : sociale, économique et environnementale. **(ONA, 2011).**

Les principales utilisations des eaux usées épurées sont :

- Utilisations agricoles « irrigation » ;
- Utilisations municipales ;
- Utilisations industrielles ;
- Amélioration des ressources.

En attendant la publication de l'arrêté interministériel, fixant les spécifications des eaux usées utilisées à des fins d'irrigation, validé et signé en Mars 2011 par le Ministère des ressources en eau , il est judicieux de se référer aux normes internationales de l'OMS qui fixent la qualité microbiologiques des eaux épurées.

Un projet d'élaboration de normes Algériennes, et d'un guide technique pour les bonnes pratiques de la REUE pour des fins agricoles, industrielles et municipales est en cours d'approbation par l'Institut Algérien de Norme (IANOR) .**(ONA, 2011).**

3.2. Avantages et Inconvénients de la réutilisation des eaux usées épurées. (Annexe n°01).

3.3. Normes de la réutilisation des eaux usées épurées :

Les recommandations de l'OMS sont destinées à une utilisation internationale, et sont adaptées aux pays en voie de développement tel que l'Algérie.

Les recommandations de l'OMS relative à la réutilisation des eaux usées en agriculture, distinguent 03 catégories d'eau : A, B, C sur la base de critères microbiologiques.

Tableau n°02 : Extrait des normes internationales relatives à la réutilisation agricole d'effluents urbains

Catégorie	A	B	C
Types de cultures	Irrigation de légumes crues ou terrains de sport, golfs	Irrigation céréales ou cultures industrielles	Prairies pâturées, arrosage parcs
Normes de l'OMS	CF<1000. (100ml) ⁻¹ OH<1. (L ⁻¹)	OH<1. (L ⁻¹)	OH<1. (L ⁻¹)

(DEGREMONT, 2005)

CF : Coliformes fécaux.

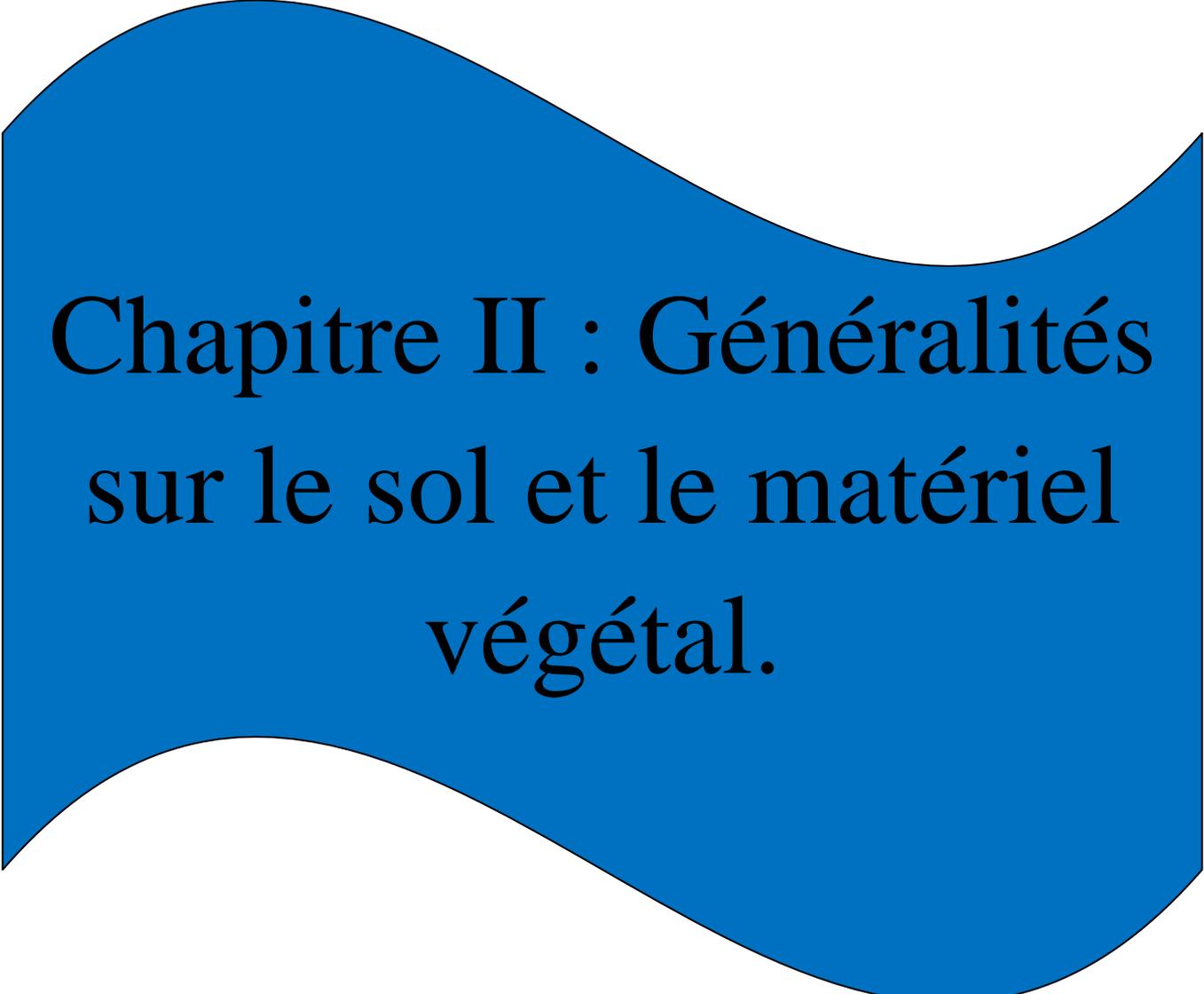
OH : Œufs d'helminthes.

4. Législation des eaux :

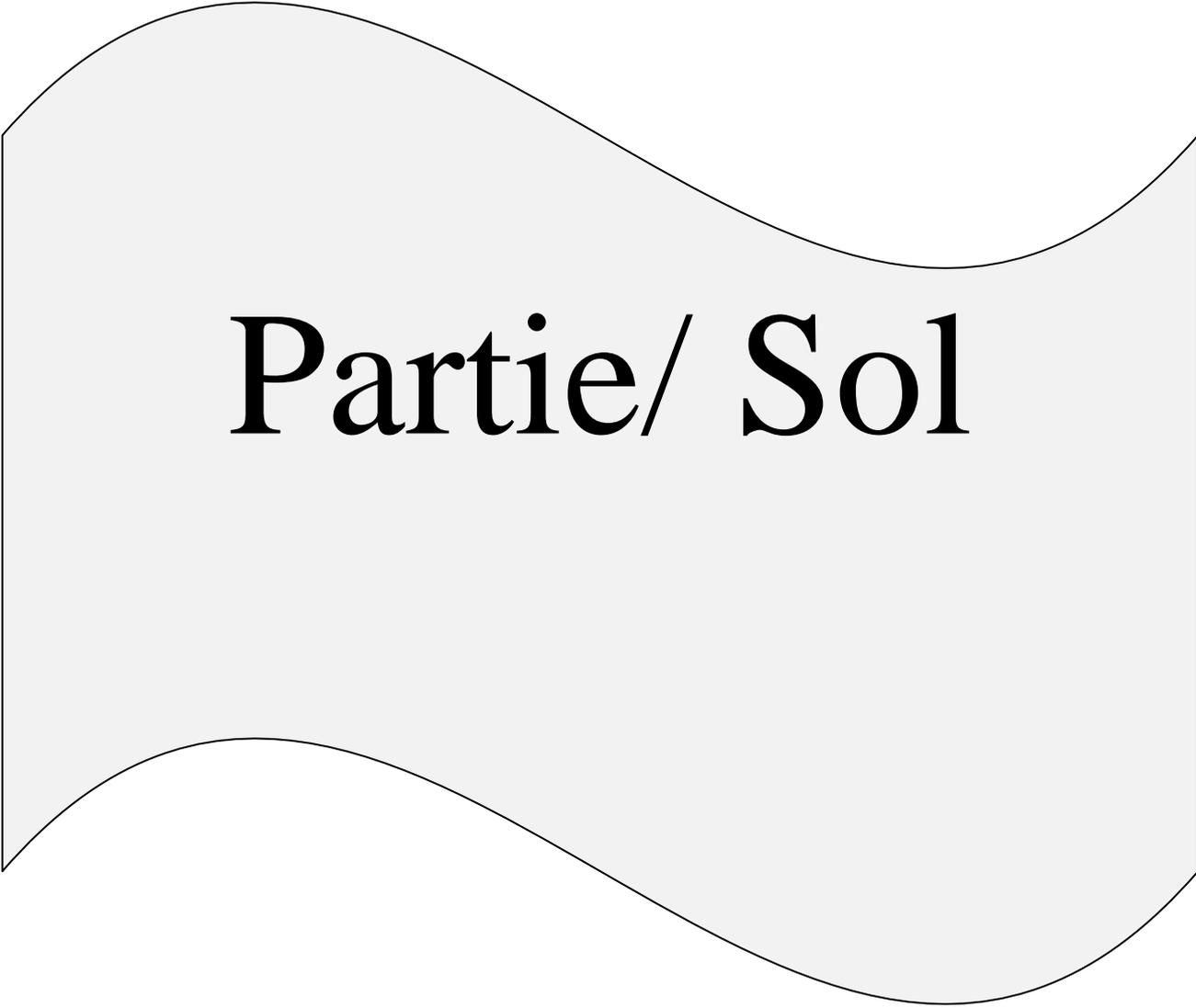
Face au danger de pénurie d'eau, et dans le but du maintien de sa qualité et sa conformité à la réglementation ; les organisations internationales ont pris les devants et multiplient et multiplient les conférences et les rencontres pour tenter de développer une politique commune à l'échelle mondiale afin d'obtenir de tous les pays des engagements politiques fermes afin de résoudre le problème à l'échelle planétaire. Voir Annexe n°02.

Conclusion :

Les eaux usées de différentes compositions et de diverses origines constituent un problème pour la nature lors du rejet sans subir de traitements préalables. Afin de montrer l'intérêt de leur épuration, nous avons présenté dans ce chapitre d'une part, les Origines des eaux usées, et d'autre part, les différentes méthodes utilisées pour leur épuration.



Chapitre II : Généralités
sur le sol et le matériel
végétal.



Partie/ Sol

Introduction :

Le sol est le support des plantes cultivées, c'est la zone exploitée par les racines. Il englobe le domaine de la rhizosphère. (**HILTEN, 1904**). Les éléments minéraux sont prélevés au cours de la croissance de la plante dans le sol. Le végétal joue un rôle important dans le maintien ou l'amélioration de la fertilité et de la stabilité du sol.

La célosie est une plante annuelle, elle est utilisée comme légume à feuille sous exploité et peu connue, elle est facile à planter, pousse dans la plupart des climats et des sols, résiste à la sécheresse et à la chaleur, a peu de problèmes de ravageurs et des maladies, est facile à préparer, très nutritif et savoureux et produit de larges quantités de graines.

I. Généralités sur le sol :

1. Définition d'un sol :

C'est la couche superficielle, meuble de la croûte terrestre d'épaisseur variable, qui résulte de l'altération des roches sous-jacentes (roche mère) et de la dégradation de la matière organique, sous l'influence d'agents biologique (végétation, faune du sol, etc.), chimique et physique (précipitation, variation de température, etc.).

C'est un milieu poreux complexe constitué de trois phases :

- ✓ Phase solide : éléments minéraux et organique.
- ✓ Phase liquide : eau du sol.
- ✓ Phase gazeux : air du sol.

Le sol est un milieu vivant qui abrite une multitude d'organismes, qui jouent un rôle important pour l'environnement. (**MARMOUD.A, 2006**).

2. Sols de la wilaya de Tizi-Ouzou et leurs caractéristiques :

Au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou, on trouve cinq qualités du sol, et parmi ces qualités nous avons :

2.1. Sol peu évolués :

Ce sont des sols les plus répandus de la plaine du Sébaou. Ils sont jeunes et formés sur des alluvions récentes. Ils forment ainsi la majeure partie de terrasses récentes. Ces sols sont caractérisés, essentiellement par faible altération du matériel organique. (**DUCHAUFOR, 1983**).

2.2.Sols brunifiés :

Les sols brunifiés sont des sols avec un ou plusieurs horizons diagnostic qui peuvent se former assez rapidement d'illuviation signification. Au niveaux de la plaine alluviale du Sébaou, ces sols sont très répandus et se localisent presque sur toutes les roches mères sur grès et sur série métamorphique. La végétation est soit une végétation cultivée, soit un foret de chaine ou bien un maquis degrés. (GEORGE. A et al, 1972).

2.3. Vertisols :

Ils regroupent de nombreux sols de région assez humides, à saison sèche. Les vertisols sont largement répandus dans la plaine du Sébaou. La végétation qui les caractérise est herbacée. Les roches mères sont surtout des mares et alluviaux de texture fine. La topographie est plane avec une faible pente. (MESROUK .A, 1984).

Selon BOUDIAF.K et al, (1998) :

2.4.Sols calcimagnésiques :

Ces sols sont surtout formés sur grès calcaire et sur marnes. Leur couleur est dans la gamme de 7.5 YR qui est due à la présence de calcaire pulvérulent.

2.5.Sols à sesquioxydes de fer rouges fersiallitiques :

Ces sols sont localisés dans les poches de dissolution Karstiques plus au moins anastomosées de roches calcaires dures. Ils couvrent la majeure partie du massif de Larbaâ Nath Irathen et la partie amont de Fréha où ces roches sont exploitées comme matériaux de construction.

3. Caractéristiques du sol de Tadmaït :

Selon NAIT KACIM, 1996, la caractérisation pédologique des sols de la région de Tadmaït à été classés comme étant des vertisols. D'une tendance générale, pour les sols de la région de Tadmaït à une texture limoneuse excepté de quelle que sols qui se caractérise par des teneurs plus élève d'argile.

Chapitre II : Généralités sur le sol est le matériel végétal

Tableau n° 03 : Caractéristiques du sol de Tadmaid

Site	Type de sol	Texture	pH	CE mmohs/cm ²	M.O%	CaCO ₃ %	N%	CEC Meq/100g
Tadmaid	Vertisols	Limoneuse	7,35- 7,68	0,19- 0,25	0,31- 0,41	>12%	0,015- 0,09	4,9-17,64

(NAIT KACI. M, 1996).



Partie/ Matériel
végétal.

II. Généralités sur le matériel végétal :

1. Cycle de vie d'un végétal :

Le cycle de végétation est la succession de phase de croissance et de développement permettant à un végétal de s'implanter dans un milieu, et d'y vivre jusqu'à sa mort. Il comprend deux grandes phases :

- La phase végétative ;
- La phase reproductrice.

1.1. Phase végétative :

a. Germination et levée de dormance :

Selon **PREVOST.P, (2006)** et **MEYER.S, (2008)**, la germination des graines est la première phase du cycle de végétation.

La graine passe d'un état de vie ralentie (la dormance) à un état de vie active. Elle consiste la sortie de l'embryon hors de dormance.

1.2. Phase de reproduction :

a. Croissance active :

La croissance est caractérisée par l'augmentation en taille, en surface ou en volume. La période de croissance présente l'essentiel de la phase végétative où seuls les racines, tiges et feuilles se développent. (**PREVOST. P, 2006**).

b. Floraison :

La floraison est le passage d'un bourgeon de l'état végétatif à l'état reproducteur. Elle est liée aux conditions de milieu et à la régulation interne de la plante. (**PREVOST. P, 2006**).

c. Fructification :

Chez les plantes à fleurs, la fructification correspond à la formation du fruit qui va contenir les graines. Chez les Angiosperme le fruit est obtenu après pollinisation et fécondation de l'ovaire. Mais dans certains cas, le fruit peut dériver de d'autres parties de la fleur telle que les réceptacles chez la fraise et des conceptacles chez la pomme. (**MEYER.S, 2008**).

2. Culture de la célosie :

2.1. Historique et généralités sur la célosie :

Célosie plumeuse est également appelée célosie à panache est une espèce de plante herbacée annuelle d'origine tropicale, de la famille Amaranthaceae. La célosie plumeuse caractérisée par une tige se hauteur atteint jusqu'au 100cm, elles sont cultivée également très bien en pot ou jardinière. Les semis de la célosie plumeuse se fait au cours du moins de mars et la floraison apparait en général fin juin, début de juillet jusqu'aux première gelées.

Selon **T.BADRA, (1991)**, la celosia provient d'une région qui va le Sénégal au Cameroun en Afrique de l'Ouest, mais **MARTIN et al, (1998)**, pensent plutôt qu'elle est d'origine asiatique. Selon **LARRY. H, (2007)**, la célosie est utilisé comme plante ornementale depuis au moins de XVIIIe siècle. Le genre compte environ de 50 espèces et de nombreux cultivars présentant des fleurs de formes totalement différents selon les variétés.

La célosie est une plante alimentaire traditionnelle en Afrique spécialement au Nigéria, les tiges et les feuilles comestible sont riche en calcium, fer, vitamines A et C, il est recommandé de les consommer cuites comme les épinards. En Inde les graines de la célosie comestibles est extrait une huile « celosia oil », elle est utilisée en cosmétologie.

La célosie est une plante médicinale et potagère pour ces propriétés thérapeutique en Europe, astringentes et hémostatique, ophtalmique et parasitocides, hypertenseurs et antibactérienne. La célosie soigne sous forme de cataplasme de nombreux problème cutané comprenant l'eczéma et les blessures.

2.2. Classification systématique :

- Nom latin : *Celosia argentea* var. *plumosa*.
- Nom commun féminin : Célosie à panache.
- Règne : Végétal.
- Sous-règne : Tracheabionta.
- Division : Magnoliophyta.
- Classe : Magnoliopsida.
- Sous-classe : Caryophyllidae.
- Ordre : Caryophyllales.
- Famille : Amaranthaceae.
- Genre : Celosia. ([http:// users/user/Desktop/celosia argentea-wikipedia.htm](http://users/user/Desktop/celosia_argentea-wikipedia.htm)).

2.3. Classification variétale :

Le genre *Celosia* comprend environ 50 espèces est présent dans toutes les régions tropicales et subtropicales. Parmi ces espèces on trouve voir Annexe n°03.

On trouve dans le commerce de nombreuses variétés de graines de 3 espèces ou sous-espèces principales :

- *Celosia argentea var. plumosa* aux inflorescences en forme de plumets, surtout cultivées comme des annuelles.
- *Celosia argentea var. spicata* aux inflorescences plus compactes en forme de lances.
- *Celosia argentea var. cristata*, à inflorescence rappelant une crête de coq cultivée aussi bien comme une annuelle qu'en pot comme vivace.

([https:// Jardinage.ooreka.fr](https://Jardinage.ooreka.fr)).

2.4. Principaux morphologie de la célosie :

1. Feuille :

Les Célosies plumeuses portent de feuilles vertes assez sombre, simple et lancéolées. Le type de feuillages est caduques, les feuilles sont opposées et ont des formes variées selon la variété. (Figure n°02). (WIKIPEDIA, 2017)



Figure n° 02 : Feuilles de la célosie plumeuse. (Google, 2017).

2. Tige :

La tige de la célosie se varie d'une espèce à un autre. La hauteur d'une tige au stade de maturité peut atteindre 0,15 à 1m. Certaines variétés ont un port buissonnant et peuvent atteindre jusqu'à 1,20m, tandis que les variétés nains ne dépassent pas 0,20m. D'autre encore à une seule tige dressée, atteignent à 0,60m maximum. (Figure n°03).



Figure n° 03 : Tige de la célosie plumeuse.

3. Fleurs :

La célosie est une plante compacte dont les fleurs sont très originales par leurs formes et leurs couleurs vives, brillants allant du jaune d'or au pourpre. Ces fleurs sont très belles comme fleurs séchées car leurs couleurs restent vives longtemps. (Figure n°04) (WIKIPERIA, 2017).

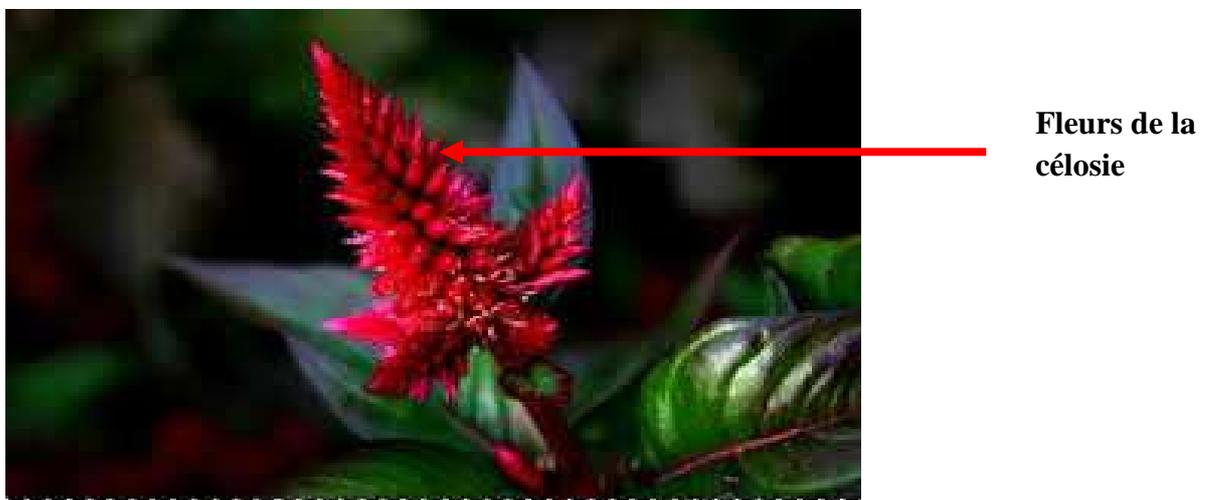


Figure n°04: Fleur de la célosie plumeuse.

4. Graine :

Les graines sont noirs, petites comme des têtes d'épingle et luisantes, se récoltent dès qu'une inflorescence a foncé, il suffit de secouer la fleur séchée pour récolter les graines. Les graines recueillies se conservent à l'abri de l'humidité dans un sachet ou un récipient bien fermé. Ces graines conservent leurs facultés germinatives pendantes 5ans. (Figure n°05) (WIKIPEDIA, 2017).

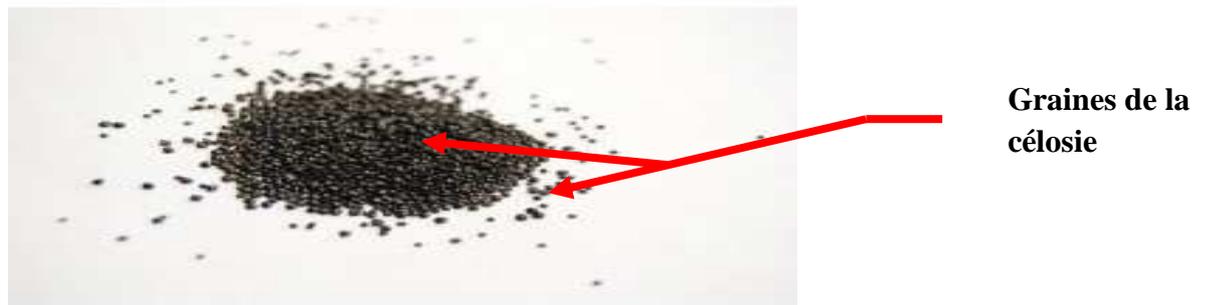


Figure n°05 : Graines de la célosie plumeuse.

3. Stades de développement de la Célosie :

3.1. Phase de germination :

La multiplication s'effectue par semis à partir de mois de mars avec une température de germination entre 20 et 25°C. La terre devrait être humide. Les graines germeront 5 à 7 jours plus tard.

3.2. Phase de croissance :

La plantule lève 5 à 7 jours après le semis. La croissance végétative commence lentement mais la floraison peut survenir déjà 6 à 7 semaines après le semis. Des cultivars améliorés ont une croissance végétative plus précoce mais fleurissent plus tardivement, 12 à 14 semaines après le semis. La pollinisation s'effectue par le vent et les insectes, en particulier les abeilles et les mouches, qui visitent les fleurs régulièrement.

3.3. Phase de la floraison :

Regroupées en épis (plumets) coniques érigés au-dessus du feuillage, les petites fleurs et, surtout, les bractées plumeuses aux couleurs vives et lumineuses, font sensation du mois de juillet jusqu'aux premières gelées. Il existe des variétés aux plumets jaunes, orange, rouges ou mauves.

3.4. Phase de maturation :

La maturation des graines commence à la partie basale de l'inflorescence et progresse graduellement vers le sommet. En conséquence, les graines des parties basales de. Les graines sont mûres 10 à 20 semaines après le semis et tombent lorsque l'inflorescence est sèche. Elles restent dormantes à la surface du sol jusqu'au début de la saison des pluies suivante. ([www.Aujardin. Info/Plantes/Célosie.PHP](http://www.Aujardin.Info/Plantes/Célosie.PHP)).

4. Exigences écologique de la célosie :

4.1. Sol :

Célosie préfère un sol riche et humide, les plates-bandes ordinaires sont souvent préférables aux plates-bandes surélevées et aux billons. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec des plates-bandes ordinaires amendées d'engrais et bien labourées avant la transplantation. ([Http://: www.gerbeaud.com/jardin/fiches/celosie,1649.html](http://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/celosie,1649.html)) .

4.2. Température :

Les températures inférieures à 20 °C réduisent considérablement sa croissance, alors qu'elle résiste bien aux températures élevées. La température diurne idéale pour cette plante est de 30 à 35° C et sa température nocturne optimale est de 23 à 28° C.

([http// :www.bellseed.com.pdf/Celosie Sunday](http://www.bellseed.com.pdf/Celosie Sunday)).

4.3.Régime hydrique :

L'irrigation est optionnelle durant la saison des pluies. Durant la saison sèche, selon l'importance de la chaleur et de l'évapotranspiration, il est recommandé d'irriguer deux fois par semaine. ([http // :www.gerbeaud.com/jardin/fiches/Célosie,1649.Html](http://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/Célosie,1649.Html)).

4. Ravageurs et maladies :

Tableau n° 04 : Les ravageurs de la célosie.

Les ravageurs	Les symptômes
Tétranyques	La formation de galles sur les racines, une croissance déficiente, de petites feuilles de couleur brune, réduction de rendement.
Nématodes	
Locuste bigarrée	Attaquent et mangent les capsules de graines immatures, cause la perte de graines.
Coccinelle Barisplantes	
Les larves (chenilles)	Ravagent les feuilles
Les sauterelles	
Les pucerons	
L'amande de terre (Cyperusrotundus)	Mauvaise herbe très nuisible pour la célosie

(SCHIPPERS, 2000).

Tableau n° 05: Principales maladies de la célosie.

Les maladies	Symptômes	Traitement
La rouille blanche (Albugo blitii)	-Endommage les feuilles -Produit des pustules blanches sur les revers des feuilles, et des lésions chlorotiques sur le dessus.	-Semer les plantes à une distance appropriée, et maintenir le champ propre. -Détruire les plantes infectées pour réduire l'incidence de l'infection.
La pourriture de la couronne	-Endommage les feuilles -Avoir un problème dans les lopins denses ayant une aération déficiente.	
La pourriture noire	-Produisent des taches sombres sur les feuilles	

(OWOLABI, 1998).

Chapitre II : Généralités sur le sol est le matériel végétal

Conclusion :

Il existe des plantes nécessitant peu d'attention qui poussent avec peu d'efforts et de ressources. La Célosie plumeuse, est une plante qui demande beaucoup d'attention par l'élimination de mauvaises herbes et de traitement contre des maladies et certains ravageurs.



Chapitre III : Matériels et Méthodes.

Introduction :

Dans ce chapitre nous avons deux parties ; une partie réalisée sous serre au niveau de la pépinière de Tadmait, où nous avons obtenu les semis de la célosie, la deuxième partie a été faite au niveau de laboratoire pédologie de la faculté des sciences Biologique et Agronomique de l'UMMTO, on suit nous avons entamés les analyse du sol.

I. Etude du milieu :**1. Présentation du site expérimental :**

L'Entreprise Régionale du Génie Rural Djurdjura de Tizi-Ouzou (ERGR), installée à Tadmait depuis quelques années, développe ses activités en occupant un grand espace au bord de la RN 12 juste à l'entrée de Tadmait. Cette entreprise est spécialisée dans l'implantation de différentes qualités d'arbres et de plantes (fruitières et ornementales).

2. Situation géographique de la pépinière de Tadmait (ERGR) :

La pépinière de Tadmait est distante de 18 Km de la chef lieu de la wilaya de Tizi Ouzou et 85 km à l'Est d'Alger. Elle est délimitée par la wilaya de Boumerdes au Nord-Ouest et par la commune de Sidi Namane au Nord-est, la commune de Draa Ben Kedda à l'Est et Ait Yahia Moussa au Sud. S'étend sur une superficie de 93,60 hectares, intégrée dans le bassin versant de Tizi Ouzou. (Figure n°06).

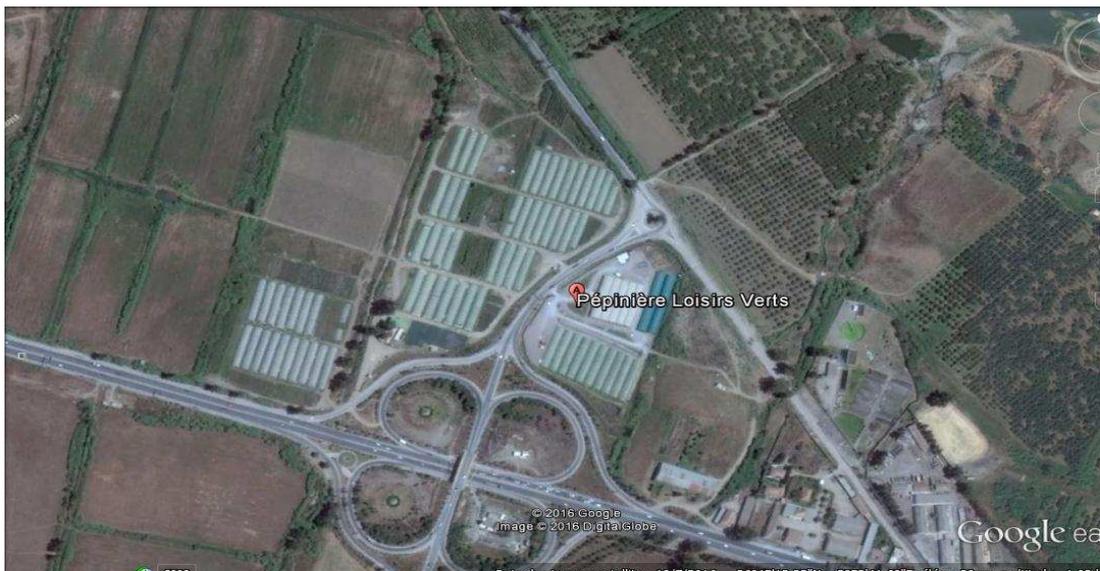


Figure n° 06: Situation géographique de la pépinière de Tadmait.

3. Situation géographique de la STEP de Tadmaït :

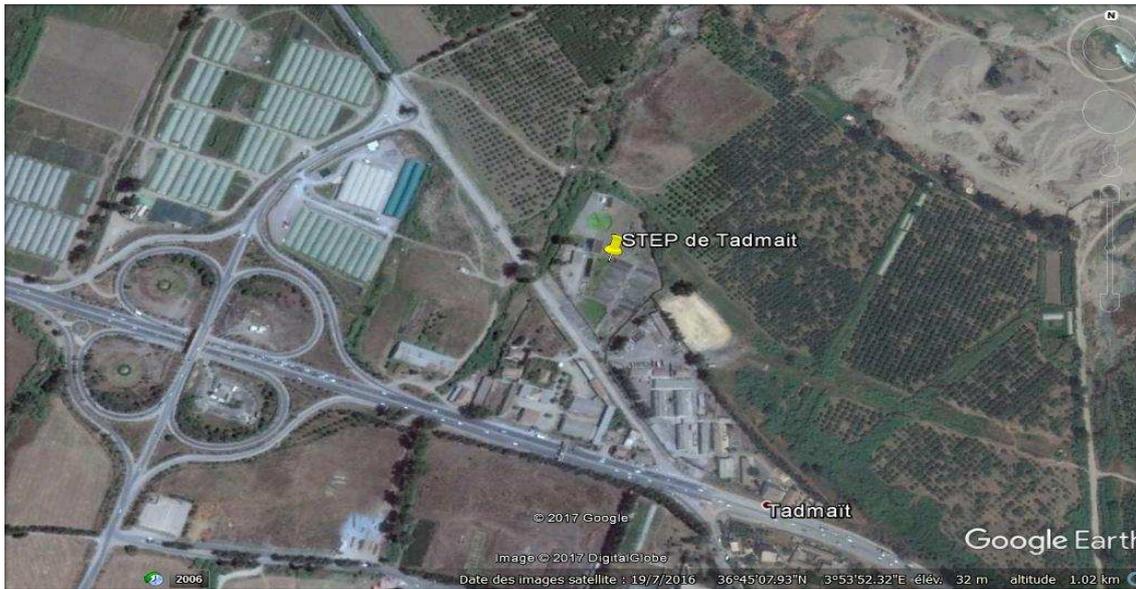


Figure n°07 : Situation géographique de STEP de Tadmaït.

3.1. Caractéristique de la STEP de Tadmaït :

La station d'épuration de Tadmaït, réalisée par l'entreprise de FORMHYD, mise en service en mai 2007. Elle utilise le procédé d'épuration à boues activées (faible charge) qui traite une eau usée domestique, sa capacité est de 13 000 (eq/ hab), le débit installé est de 1 950 (m³/j) les eaux usées épurées sont rejetées au niveau du Oued de Sébaou. (ONA, 2011). (Annexe n°04).



Figure n°08: photo de la station d'épuration de Tadmaït.

II. But de L'expérimentation :

L'objectif de notre expérimentation consiste à suivre et évaluer le cycle végétatif d'une plante ornementale « célosie plumeuse ».

Nous avons procédé à un plan d'irrigation basé sur deux types d'eaux à savoir une eau potable et une eau usée épurée.

Nous avons utilisé un type de sol appartenant à la pépinière de Tadmaït.

III. Matériels et Méthodes :

Afin de mener à bien notre expérimentation, nous avons réalisé deux expériences :

- Une expérience sous serre à la pépinière de Tadmaït (ERGR).
- Une autre au laboratoire de pédologie de la faculté des sciences biologiques et science agronomiques de l'UMMTO.

1. Expérimentation sous serre :

1.1. Matériel utilisée :

Notre expérience réalisée à la pépinière de Tademaït gérée par ERGR de Tizi Ouzou à nécessité un ensemble de matériels pouvant résoudre et satisfaire les conditions de réussite le plan d'irrigation proposé pour cette culture. Le matériel utilisé indiqué dans les figures n°09 à 17.

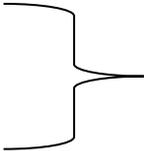
- Une serre
 - Une bâche noire de 6 m de longueur. Elle est utilisée pour empêcher la prolifération de la mauvaise herbe autour des plantes de culture.
 - 01 Thermomètre de mesure de température journalière dans la serre.
 - 01 pèle.
 - 01 Râteau.
 - 01 Fourche.
 - 01 Faucille.
- 
- Utilisés pour le désherbage de la serre
- 01 Brouette : utilisé pour la préparation du sol mis dans les pots.
 - La tourbe.
 - 01 Arrosoir : utilisé pour l'arrosage des alvéoles après le semis jusqu'à la germination.
 - 02 supports d'alvéoles à raison de 72 alvéoles chacun.
 - 20 pots de 3L chacun ; utilisés pour le repiquage des plantes après germination.
 - 2 Jerricans de 20L chacun repartis dans les deux lots C1, C2 (1Jerricans par lots).
 - 2 Bouteilles de 1L pour l'irrigation des pots. (L'un pour l'eau potable et l'autre pour les eaux usées épurée).
 - Eau de Javel pour la stérilisation des mains.
 - Gants et Masques pour la protection des mains et la bouche.



Figure n°09 : Serre vue d'extérieure.



Figure n°10 : Serre vue d'intérieure.



Figure n° 11 : Brouette, râseau.



Figure n° 12 : Faucille, fourche.



Figure n° 13 : Alvéoles, Arrosoir.



Figure n° 14 : Bâche noire placée par terre portant les pots remplis du sol.



Figure n°15 : 2 jerricans utilisés pour l'eau.



Figure n° 16 : 2 Bouteilles d'eau utilisés pour l'irrigation des plantes.



Figure n°17 : Terreau de semis.

1.1.1 Serre :

Constituée de film plastique de forme hémicyclique dont les dimensions sont :

- Longueur : 50 m.
- Largeur : 8 m.
- Hauteur : 3 m.
- Surface total : 400 m².

1.1.2. Eaux d'irrigation :

Les eaux que nous avons utilisé dans notre expérience sont présentées en deux type ; il s'agit de :

- Eau Potable (E.P) : c'est une eau destinée à la consommation humaine. Elle est gérée par l'ADE (zone de Tadmaït), la fiche technique de cette eau est présentée au (annexe n°05)
- Eau Epurée (E.E) : cette eau est transportée de la station d'épuration de Tademaït (ONA).

1.1.3. Végétale :

Nous avons utilisée dans notre expérience une plante ornementale appelée « célosie plumeuse ». Pour le semis des graines de cette plante nous avons utilisé un terreau est de la marque « Vilmorin », ces caractéristiques sont :

- Support de culture NF U 44-551.
- Terreau avec les engeais minéral.
- Composition : tourbe blonde et brune, engrais.
- Dosage : 0,5 kg/m d'engrais NPK 14-14-14.
- Matière organique/ matière sèche : 85%.
- PH (H₂O) : 6,3.
- Conductivité (1/5) : 20 ms/m.
- Capacité de rétention en eau brut : 720 ml/ litre de terreau. (Figure n°17).

1.1.4. Sol :

Le sol que nous avons utilisé pour notre expérimentation a été échantillonné au niveau de la pépinière de Tadmaït le 27 Avril 2017, à l'aide d'une tarière, caractérisée par une texture limoneuse. pH neutre légèrement alcalin, pauvre en matière organique et le calcaire. L'échantillonnage dans notre zone de prélèvement a été faite en diagonale de façon à respecter l'homogénéité, la profondeur prospectée est de 0 à 20 cm.

1.2.Méthode suivie sous serre :

1.2.1. Préparation Serre :

La préparation de la serre consiste à associer les meilleures conditions possibles permettant une bonne pratique culturale. Les opérations effectuées sont :

- Le désherbage et le nettoyage de la serre : consiste à éliminer toutes les mauvaises herbes qui sont à l'intérieur de la serre, ces dernières peuvent influencer négativement sur la croissance et le développement de la plante. Le désherbage à été fait à l'aide de matériel comme une pelle, une fourche, un râteau, une brouette. Durant toute l'expérience on a réalisé plusieurs désherbages manuels.
- L'étalement d'une bâche noire trouée sur une distance de 6m.
- Utilisation d'un thermomètre à l'intérieur de la serre pour la mesure des températures. Cette mesure faite tout long de notre expérimentation, à raison de trois fois par jour (matin-midi-soir).

1.2.2. Préparation eaux d'irrigation :

La proximité de la STEP de Tadmait à lieu de culture, nous avons transporté la quantité d'eau usée épurée que nous avons besoins a chaque période d'irrigation, vers le lieu d'expérimentation (pépinière de Tadmait). La même chose pour l'eau potable, nous avons utilisée l'eau potable consommée à proximité du lieu d'expérimentation.

1.2.3. Préparation de Semis :

Pour le semis des graines de la célosie nous avons utilisée le terreau dans les alvéoles. Le semis de ces graines a été réalisé le 19 mars 2017.Pour cette opération nous avons utilisée 2 supports d'alvéoles pour un total de 72 alvéoles pour chacun. Les alvéoles sont remplies de 100% de terreau et de chaque alvéole nous avons mis quatre graines de la célosie par alvéole sur une profondeur de 2cm pour un total de 576 graines.

1.2.4. Préparation du Sol :

Après 40 jours de germination, nous avons utilisé 20 pots pour planter les petits plantes issue des graines qui ont été semis, ces pots sont remplis de substrat composé de :

- Une couche de gravier de 2 à 4 cm.
- 4,7 kg de sol.

1.2.5. Repiquage des plantes :

Cette opération consiste à replanter les plantes après 40 jours de germination. L'étape de repiquage a été effectuée le 27 avril 2017 selon le calendrier suivit durant toute notre expérimentation. Nous avons repiqué 20 plantes dans chacun des deux types d'eau (2 plantes pour chaque pot). Nous avons choisi les 20 meilleures plantes par lots afin de donner les meilleures conditions de croissance à ces plantes.

1.3. Soins culturaux :

1.3.1. Irrigation :

Durant toute la période de germination, nous avons opté pour un arrosage journalier (sauf le weekend), durant cette période nous ont contraintes à surveiller les semis en phase de germination dans les alvéoles. Après le repiquage des plantes dans les pots, les fréquences d'arrosage a été faite chaque trois jours, mais dès que les plantes atteint le stade de maturation la demande en eau est augmenté, pour cette raison nous avons opté pour 5 arrosage par semaine. Le moment ou le temps d'irrigation des plantes sont le matin de 8h30 à 10h.

1.3.2. Traitements de la culture :

Au cours de notre expérimentation, nous avons eu recours à des méthodes et des traitements biologiques.

Au début de semis y'a une attaque des pucerons blanc, et pour lutter contre ces ravageurs, nous avons fait une soupenne suspendue grâce à un fil métallique où nous avons déposé les supports d'alvéoles. La méthode est représentée dans la Figure n° 18.

En plus nous avons aussi une attaque des araigne rouge au niveau des feuilles, et pour cela nous avons opté pour un traitement bio avec de l'eau non calcaire vaporisée directement sur une feuille avec un vaporisateur. La méthode représentée dans la Figure n°19.



Figure n°18 : Soupente.



Figure n°19 : Traitement biologique.

1.4. Paramètres étudiés

Notre expérimentation nous a permis d'étudier des paramètres liés au développement du végétal.

1.4.1. Paramètre de mesure :

- Hauteur des tiges :

Le paramètre de mesure qui a été mesuré est la hauteur des tiges. Les mesures des tiges ont été faites à raison d'une fois par semaine, à partir de 7^{ème} jours de repiquage des plantes dans les pots, correspondant à 29 avril 2017, jusqu'à au 09 Juillet 2017.

1.4.2. Paramètres de quantification :

- Nombre moyen des feuilles par plante :

Ce paramètre a été réalisé par le comptage de nombre des feuilles pour chaque plante, à raison d'une fois par semaine. Ensuite nous avons estimé la moyenne.

- Nombre moyen des fleurs :

Ce paramètre a été réalisé par le comptage des fleurs une fois par semaine après la maturation des plantes. Le comptage de nombre des fleurs a été commencé après 90 jours de semis, de 11 Juin 2017 jusqu'à au 09 Juillet 2017.

2. Expérimentation au laboratoire :

2.1. Echantillonnage :

Le prélèvement du sol a été effectué au mois de Mai au niveau des pots où nous avons repiqué les plantes à l'aide d'un cylindre, en suit mis dans des sachets étiqueté. La méthode d'échantillonnage représentée dans la figure n° 20.



Figure n°20 : Méthode d'échantillonnage.

2.2. Préparation du sol :

Les échantillons du sol ont été d'abord séchés à l'air libre pendant trois jours avant d'être broyée à l'aide d'un rouleau, puis passés à travers un tamis de 2mm, chaque échantillon à été mis dans un sachet étiqueté puis stockes pour les analyses pédologiques. Figure n° 21, n° 22.



Figure n° 21: séchage du sol.



Figure n° 22: Tamisage du sol.

2.3. Les analyses au laboratoire :

2.3.1. Analyses physiques :

a. Granulométrie :

Elle a été réalisée selon la méthode internationale de la pipette de Robinson, pour l'extraction des limons fins. Après la destruction de la matière organique par l'eau oxygénée à 10 volumes, les particules minérales sont dispersées à l'aide de l'héxamétaphosphate de sodium 40%, la décarbonatation a été faite avec de l'acide chlorhydrique faible concentration.

Le prélèvement des argiles et les limons est effectué à l'aide de la pipette de Robinson, mais les sales sont récupérés par tamisage après siphonage.

Nous avons calculé les proportions des différents composants granulométriques, puis à l'aide du triangle de texture nous avons pu la texture de notre échantillon. (Figure n° 23).



Figure n°23 : Analyse de la granulométrie.

b. Humidité du sol :

Cette analyse doit être réalisée vite que possible en arrivant au laboratoire, pour éviter les risques des pertes par évaporation. Pesé le sol frais qui sont ensuite placés dans des échantillons dans une étuve à 105°C pendant 48 heures, peser le sol pour une deuxième fois et remettre à l'étuve jusqu'à l'obtention d'un poids constant. (Figure n° 24). L'humidité au champ est calculée avec la formule suivante :

$$H \% = 100 * (\text{le poids humide} - \text{le poids sec}(x)) / \text{le poids sec}(x)$$



Figure n°24 : Analyse d'humidité du sol.

2.3.2. Analyses chimiques :**a. PH du sol :**

La mesure de PH à été réalisée par la méthode électro-métrique à l'aide d'un PH mètre a électrode en verre sur en suspension de terre fine avec un rapport sol/eau (rapport 1/5). (Figure n° 25).



Figure n° 25: pHmètre.

b. Conductivité électrique :

Elle a été mesurée à l'aide d'un conductimètre. La conductivité électrique d'une solution est un indice des teneurs en sels solubles dans le sol, elle exprime le degré de salinité présente dans le sol. La méthode utilisée consiste à faire des extractions aqueuses avec rapport sol/eau de 1/5, le mélange a été agité dans un agitateur pendant 10mn, laisser reposer durant 30mn puis on passe à la mesure de la conductivité électrique à l'aide d'un conductimètre. (Figure n° 26).



Figure n° 26: Conductimètre.

c. Matière organique :

Le dosage de la matière organique est déterminé par la méthode d'Anne (Jackson, 1965). Ceci consiste une oxydation de la matière organique de l'échantillon de 1g de sol par une solution de bichromate de potassium à chaud pendant 5mn, en présence d'acide sulfurique. Par la solution de sel de Mohr, on dose la fraction de bichromate de potassium non réduit, la partie réduit est proportionnelle à la tenure en carbone.

Le pourcentage de la matière organique est déterminé comme suit :

$$\text{MO}(\%) = \text{C}(\%) * 1,724$$

Avec :

$$\text{C}(\%) = (\text{V témoin} - \text{V échantillon}) * 0,615 * 2$$

d. Dosage de calcaire :

Le taux de carbonate de calcium a été déterminé par la méthode volumétrique consistant à attaquer le sol avec l'acide chlorhydrique. Puis le titrage par la soude en présence de phénophtaléine a ensuit été fait.

$$\text{CaCO}_3(\%) = (\text{Vt} - \text{Ve}) * 12,5$$

2.4. Analyse statistiques :

L'analyse de la variance est également la mieux adapté pour comparer les données expérimentales. Elle test l'égalité des moyennes de plusieurs échantillons, l'homogénéité des moyennes de ces échantillons, permet ainsi tester l'effet d'un ou plusieurs facteurs sur les données étudiées.

Cette analyse a été réalisée au moyen d'un logiciel STATBOX. L'intégration des résultats de nos analyses s'est faite selon les seuils des probabilités suivantes :

$P \leq 0,05$ \longrightarrow différence significative.

$P \leq 0,01$ \longrightarrow différence hautement significative.

$P \leq 0,001$ \longrightarrow différence très hautement significative.

$P \geq 0,05$ \longrightarrow différence non significative.



Chapitre IV : Résultats et Discussions.

L'objectif recherché dans notre présent travail est basé sur le plan d'irrigation cultural déjà expliqué dans la problématique.

Il consiste à déterminer par des résultats, l'influence des différentes natures d'eaux utilisées (eau épurée et eau potable) sur le développement végétatif de la plante ornementale « célosie plumeuse ». Nous avons identifié, analysé et interprété les paramètres physico-chimique du sol utilisé, à savoir : Granulométrie, pH, calcaire total, Matière organique, Conductivité électrique, Humidité.

Nous avons aussi étudié quelques paramètres que nous avons jugés importants. Il s'agit :

- Estimation des hauteurs moyennes des tiges.
- Calcul du nombre moyen de feuilles.
- Calcul du nombre moyen de fleurs.

I. Résultats et discussions :

I.1.Sol :

1.1. Granulométrie :

L'analyse granulométrique permettant de déterminer le (%) de différentes fractions minérales constituant le sol, à été réalisé en utilisant la méthode internationale à la pipette de Robinson. Selon Annexe n°6 nous pouvons confirmer que la texture de sol de Tadmaït est dominée par une texture limoneuse. Ceci confirme les résultats obtenus par les travaux de (NAIT KACIM, 1996).

Tableau n°06 : Résultats d'analyse de la Granulométrie du sol se Tadmaït.

	Argile %	Limon fin %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %	Texture
Sol	8,33	41,66	25,68	9,33	15	Limoneuse

1.2. pH :

Le tableau n°07 nous montre que l'analyse de la variance dénote une :

- Une différence hautement significative ($p=0,00318$) pour le facteur eau.

Tableau n° 07: Analyse de la variance au seuil de 5% de pH pour le facteur eau.

Facteur	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,077	14	0,005				
VAR.FACTEUR 1	0,048	2	0,024	9,735	0,00318		
VAR.RESIDUELLE 1	0,029	12	0,002			0,049	0,61%

Tableau n°08 : Résultats de test NEWMAN et KEULS pour le pH du sol témoin et des sols irrigués avec l'EUE et L'EP.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3.0	TEMOIN	8,15	A	
2.0	EE	8,078	B	
1.0	EP	8,012	B	

Le test NEWMAN et KEULS au seuil $\alpha=5\%$ fait ressortir pour le facteur eau deux groupes homogènes A et B. le sol témoin appartient au groupe A avec une moyenne la plus élevée de 8, 15. Les sols irriguées à l'aide des eaux usées épurées et l'eau potable appartient de groupe B avec une moyenne la plus basse équivalente à (8,012).

Les résultats obtenus lors des analyses du pH de sol de Tademait, son indiqué dans le tableau n°09.

Tableau n°09 : Résultats de pH du sol

Echantillon	Témoin	Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech 5
Eau Potable	8,15	7,92	7,95	8,07	8,06	8,06
Eau usé épuré		8,07	8,06	8,02	8,09	8,15

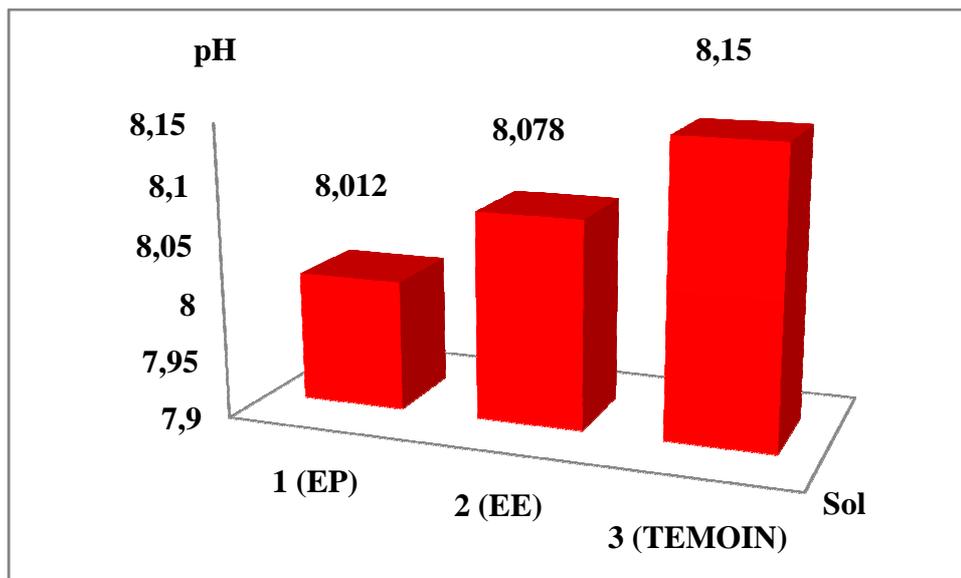


Figure n° 27 : Résultat de la moyenne de pH du sol de Tademaït.

Les résultats enregistrés et illustrés dans la figure n° 27 montrent que la moyenne de pH des sols étudiés varie de 8,012 à 8,15 respectivement le sol irrigué avec l'eau potable, eau épurée et le sol témoin. Selon les travaux de recherche de pH établis par (DUCLOS, 1979), nous pouvons confirmer que le sol utilisé est considéré alcalin (Annexe n° tableau n°). Selon les normes d'interprétation (OMS, 1989), la plage normale du pH pour une eau destinée à l'irrigation est de 6,5 à 8,5. En dehors de ces limites, la plante sera confrontée à des problèmes de nutrition minérale.

Dans notre cas, le pH de l'eau usée épurée prélevée au niveau de notre station est favorable pour la réutilisation en irrigation.

1.3. Calcaire total CaCO_3 (%):

L'analyse de la variance des résultats de tableau n° 10 montre qu'il n'y a :

- Aucune différence significative ($p=0,56283$) pour le facteur eau.

Tableau n°10 : Analyse de la variance au seuil d'erreur $\alpha= 5\%$ de calcaire total pour le facteur eau.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	261,35	14	18,668				
VAR.FACTEUR 1	24,175	2	12,088	0,612	0,56283		
VAR.RESIDUELLE 1	237,175	12	19,765			4,446	34,60%

Les résultats du test de NEWMAN et KEULS nous signalent qu'il n'y a aucune différence significative.

Les résultats effectués lors des analyses de calcaire du sol de Tadmaït, sont indiqués dans le tableau n°11.

Tableau n°11 : Résultats des analyses de calcaire total du sol de Tadmaït.

Echantillon	Calcaire totale %					
	Témoin	Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech 5
Eau Potable	12,5	11,25	13,75	11,25	11,25	10
Eau usée épuré		26,5	7,5	8,75	16,25	13,75

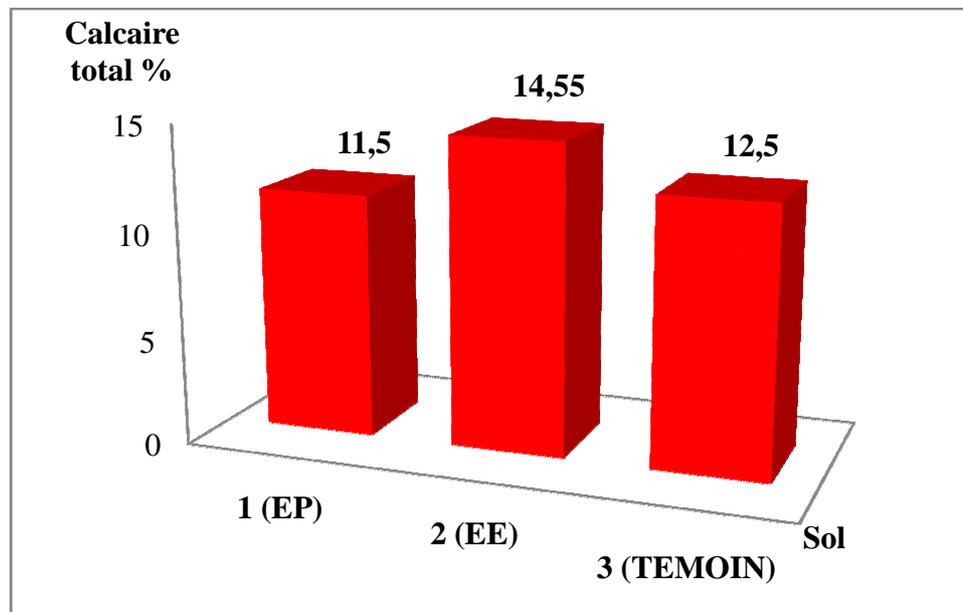


Figure n° 28: Résultat de la moyenne en calcaire total du sol de Tadmaït.

Selon les résultats obtenus dans la figure n°28 les taux de calcaire total (CaCO_3 %) montrent que la moyenne du calcaire total dans le sol irriguée avec l'EUE est plus élevée (14,55%). La valeur de la moyenne du calcaire totale de sol témoin est équivalente à (12,5%). En fin le sol irrigué avec l'EP avoisine (11,5%). Selon les résultats d'interprétation (**BAISE, 2000**), les sols de notre étude sont modérément calcaire. Les teneurs en carbonates augmentent de la surface vers les niveaux inférieurs, ce qui inclut que les sols irriguées avec l'EE sont plus calcaire.

1.4. Matière organique (MO %) :

L'Analyse de la variance des données du tableau n°12 montre qu'il n'y a aucune différence significative ($P=0,70891$) pour le facteur eau.

Tableau n°12: Analyse de la variance au seuil d'erreur $\alpha= 5\%$ de la Matière organique du sol pour le facteur eau.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	5,165	14	0,369				
VAR.FACTEUR 1	0,292	2	0,146	0,36	0,70891		
VAR.RESIDUELLE 1	4,873	12	0,406			0,637	14,55%

Le test NEWMAN et KEULS au seuil d'erreur $\alpha=5\%$ signale que l'analyse de la variance pour ce paramètre est non significative.

Les résultats effectués lors des analyses de la matière organique du sol de Tadmait, sont indiqués dans le tableau n°13.

Tableau n°13 : Résultat des analyses de la matière organique du sol de Tadmait.

Echantillon	Matière organique (%)					
	Témoin	Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech 5
Eau Potable	4,443	3,480	4,443	3,480	5,501	4,020
Eau usée épuré		3,480	4,584	5,501	4,443	4,531

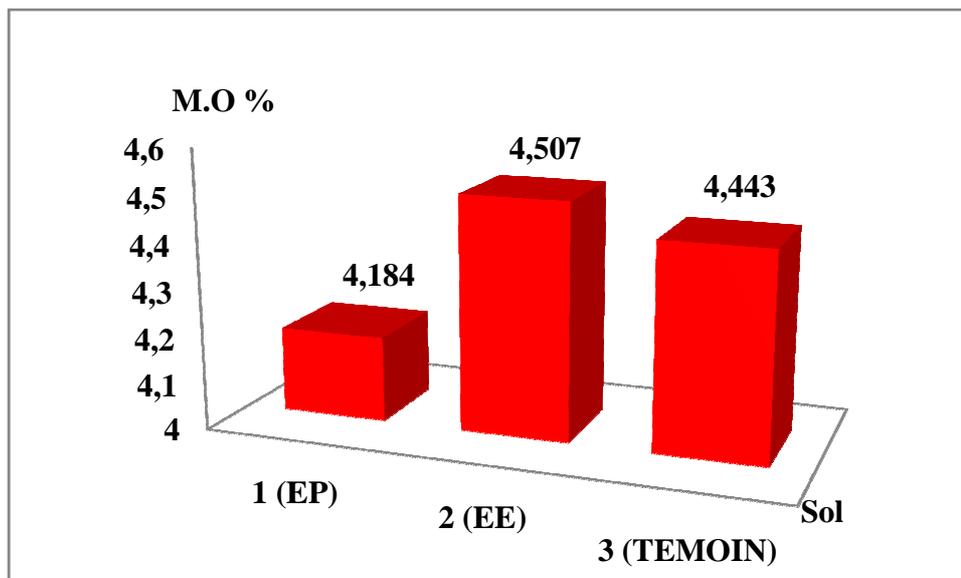


Figure n°29 : Résultat des moyennes en matière organique du sol de Tadmaït.

D'après les résultats obtenus (figure n°29) nous constatons que la moyenne de la matière organique est différente pour les trois sols. La moyenne de la matière organique du sol irrigué avec EUE a atteint une valeur de (4,507%). Elle est suivie de la moyenne de la matière organique du sol témoin dont la valeur avoisine (4,443%). Quant à la moyenne de la matière organique du sol irrigué avec EP(4,184%) elle est légèrement inférieure aux deux autres valeurs citées .

Selon les travaux de recherche de (BAISE, 2000), (Annexe n°06) nous remarquons que le taux de la matière organique dans le sol irrigué avec EP et le sol témoin sont moyennement élevé en revanche le taux de la matière organique du sol irrigué avec EUE est élevé. Nous pouvons conclure que les EUE participent à l'amélioration du potentiel de production agricole, à la richesse en éléments fertilisants et en oligoéléments du sol et stimulent son activité biologique et favorisant la minéralisation du carbone organique du sol.(MAGESAN et al, 2000).

1.5. Conductivité électrique CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$) :

L'analyse de la variance (Tableau n°14) montre qu'il ya :

- Une différence très hautement significative ($p=0$) pour le facteur eau.

Tableau n°14 : Analyse de la variance au seuil d'erreur $\alpha=5\%$ de la CE pour le facteur eau.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1291474	14	92248,13				
VAR.FACTEUR 1	1205953	2	602976,6	84,608	0		
VAR.RESIDUELLE 1	85520,75	12	7126,729			84,42	16,27%

Tableau n°15 : Résultats de test NEWMAN et KEULS pour le CE de sol témoin et des sols irrigués avec EUE et EP (facteur1 : Eau).

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
2.0	EE	857,2	A		
1.0	EP	536		B	
3.0	TEMOIN	163,3			C

Le test NEWMAN et KEULS au seuil d'erreur $\alpha=5\%$ fait ressortir trois groupes homogènes A, B et C. Le sol irriguée avec l'eau usée épurée appartient au groupe (A) avec une moyenne plus élevé de (857,2 μ S/Cm). Le sol irrigué avec l'eau potable appartient au groupe (B) dont la moyenne est de (536 μ S/Cm). Pour le sol témoin appartenant au groupe (C), la moyenne obtenu est plus faible (163,3 μ S/Cm).

Les résultats effectués lors des analyses de la conductivité électrique du sol de Tadmait, sont indiqués dans le tableau n° 16.

Tableau n°16 : Résultat des analyses de la CE (μ S/Cm) du sol de Tadmait.

Echantillon	Conductivité électrique (μ S/Cm)					
	Témoin	Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech 5
Eau Potable	163,3	453	597	572	625	433
Eau usée épuré		700	845	961	983	797

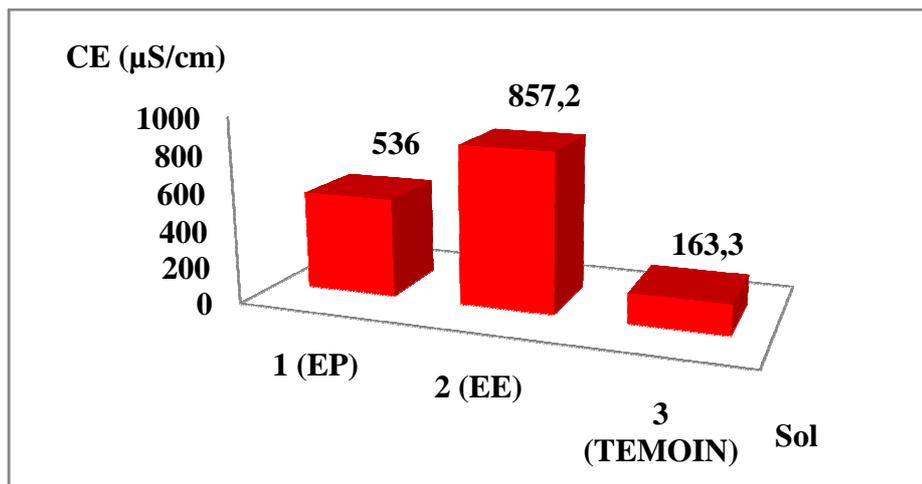


Figure n° 30 : Résultats des moyennes de la conductivité électrique du sol de Tadmaït.

Sur la base des données affichées et illustrées dans la figure n°30, la conductivité électrique de l'extrait aqueux rapport (1/5) pour les sols irrigués avec les EUE, les EP et le sol témoin est indiqué dans le tableau n° 16 que les moyennes montrent que la salinité de nos sols est différente. Le sol témoin présentant une valeur de (163,3) est non salin. Par contre les sols irrigués avec l'EUE et l'EP dont les valeurs sont respectivement égales (857,2) et (536) sont des sols légèrement salins. Cette conclusion est confirmée par les travaux de recherche (**DURAND.J.H, 1983**). La valeur de la CE est plus élevée dans les sols irrigués avec l'EUE. Ceci est dû à la solubilité des sels déposés (les sels de sodium sont les plus solubles). Une valeur élevée de la CE signifie une grande quantité d'ions en solution, ce qui rend plus difficile l'absorption de l'eau et les éléments minéraux par la plante. Une salinité trop élevée peut causer des brûlures racinaires.

1.6.Humidité % :

L'Analyse de la variance (tableau n° 17) montre qu'il y n'a :

- Aucune différence significative ($p=0,27445$) pour le facteur eau.

Tableau n°17: Analyse de la variance au seuil d'erreur $\alpha= 5\%$ d'Humidité du sol (%) pour le facteur eau.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	262,81	9	29,201				
VAR.FACTEUR 1	38,573	1	38,573	1,376	0,27445		
VAR.RESIDUELLE 1	224,237	8	28,03			5,294	27,05%

Ainsi le test NEWMAN et KEULS est non significative.

Les résultats effectués lors des analyses d'humidité du sol de Tadmaït, sont indiqués dans le tableau n°18.

Tableau n° 18 : Résultats de mesure de l'humidité (%) du sol de Tadmaït.

Echantillon	Humidité du sol %				
	Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech 5
Eau Potable	14,88	21,66	19,62	13,33	18,54
Eau usée épuré	28,98	16,17	20,06	27,96	14,5

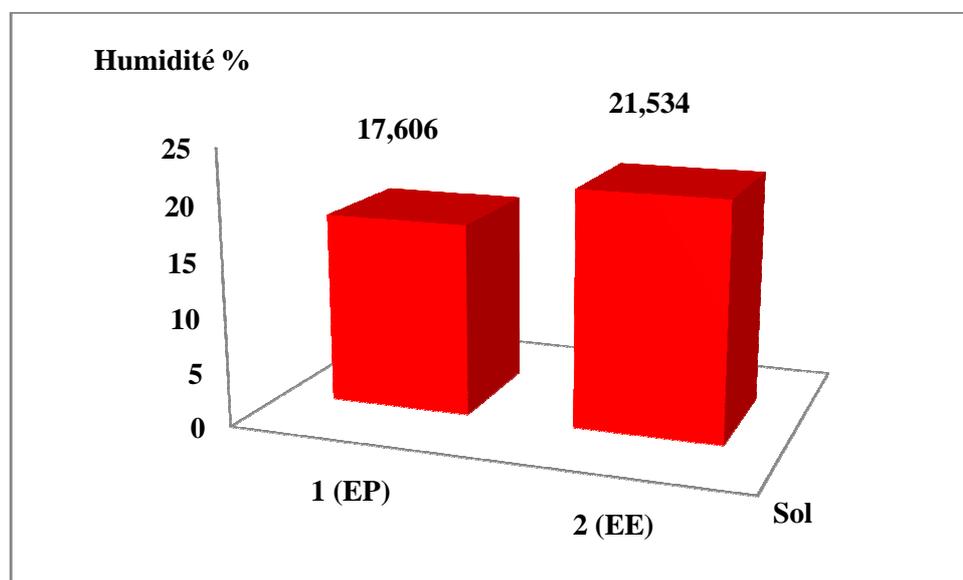


Figure n°31 : Résultats des moyennes de l'humidité du sol se Tadmaït.

Les résultats obtenus lors de l'analyse du paramètre d'Humidité (Figure n°31), nous renseignent sur l'influence de ce paramètre sur la structure et l'analyse granulométrique de notre sol. Les valeurs des sols irriguées à l'aide de l'eau potable et l'eau épuré sont respectivement égale à (17,606%) et (21,534%).

Nous rappelons que le sol de Tadmaït est limoneux avec des proportions de (41,66%) de limon et de (8,33%) d'argile. Nous concluons que la structure de sol influe directement sur le taux d'humidité de celui-ci, dont les valeurs sont indiquées ci-dessous.

I.2.Végétal :

Afin de présenter l'état et la vigueur des tiges des plantes irrigués avec les différents types d'eau utilisée dans notre expérimentation, nous avons étudiés quelques paramètres utiles

2.1. Tiges :

Les hauteurs des tiges du végétal irrigué avec les deux types d'eau a été effectué à raison d'une fois par semaine après 40 jours de semis. Puis nous avons calculé les moyennes des tiges en fonction de temps (tableau n°19).

Tableau n°19: Moyenne des hauteurs des tiges dans les deux types d'eau en fonction de temps.

Temps (semaine)	1 (EP)	2 (EE)
1 (S1)	2,27	2,34
2 (S2)	0,61	0,785
3 (S3)	0,89	1,675
4 (S4)	0,445	1,625
5 (S5)	3,16	3,875
6 (S6)	4,41	5,075
7 (S7)	9,425	7,445
8 (S8)	6,875	8,68
9 (S9)	21,625	13,65
10 (S10)	5,65	8,325
11 (S11)	4,15	7,175

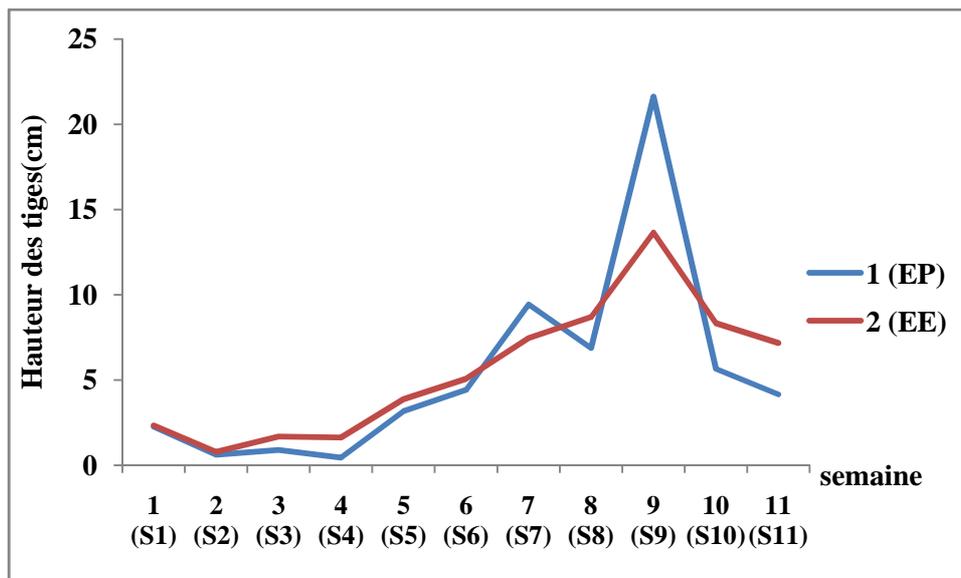


Figure n°32 : Variations hebdomadaires de la hauteur moyenne des tiges.

D'après la représentation graphique de la figure n°32, nous remarquons que les deux courbes ne présentent pas le même aspect, en effet la courbe de la hauteur moyenne des tiges des plantes irriguées avec l'eau potable est élevée comparativement aux courbes de la hauteur moyenne des tiges des plantes qui sont irriguées avec l'eau usée épurée.

Nous observons qu'à partir du S1 jusqu'à S4 une légère augmentation de la hauteur moyenne des tiges pour les deux courbes, ensuite à partir de S4 jusqu'à S9 la courbe où nous enregistrons deux pics, un pic moins important qui atteint (9,425) et un autre pic plus important avec une moyenne de (21,625 cm) pour l'eau potable. Pour l'eau épurée nous avons observé un pic qui atteint (13,65 cm), suivie d'une diminution de (S9) jusqu'à (S11).

Afin d'estimer l'influence de l'eau utilisée sur les hauteurs des tiges des plantes de la célosie plumeuse, une étude statistique de la variance a été établie.

Tableau n° 20 : Résultats d'analyse de la variance pour le paramètre de la hauteur des tiges.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	6057,165	219	27,658				
VAR.FACTEUR 1	0,59	1	0,59	0,141	0,70918		
VAR.FACTEUR 2	4776,857	10	477,686	113,969	0		
VAR.INTER F1*2	449,824	10	44,982	10,732	0		
VAR.RESIDUELLE 1	829,893	198	4,191			2,047	37,48%

L'analyse de la variance effectuée sur les hauteurs des tiges (Tableau n° 20) montre qu'il y a :

- Aucune différence significative ($p=0,70918$) pour le facteur eau.
- Une différence très hautement significative ($P=0$) pour le facteur temps.
- Une différence très hautement significative ($p=0$) pour le facteur d'interaction eau-temps.

Tableau n° 21 : Résultats de teste de NEWMAN et KEULS pour facteur temps.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES						
9.0	S9	17,638	A						
7.0	S7	8,435		B					
8.0	S8	7,778		B					
10.0	S10	6,988		B					
11.0	S11	5,663			C				
6.0	S6	4,743			C	D			
5.0	S5	3,518				D	E		
1.0	S1	2,305					E	F	
3.0	S3	1,283							F
4.0	S4	1,035							F
2.0	S2	0,698							F

Le test de NEWMAN et KEULS au seuil d'erreur $\alpha=5\%$ fait ressortir sept (7) groupes homogènes :

- Le groupe (A) représente la neuvième semaine (S9) avec une valeur la plus élevée (17,638).
- Le deuxième groupe (B) représente septième, la huitième et la dixième semaine avec les valeurs suivantes (S7=8,435), (S8=7,778) et (S10=6,988).
- Le troisième groupe (C) représente la onzième semaine avec une valeur (S11=5,663).
- Le quatrième groupe (CD) qui représente la sixième semaine avec une valeur (S6=4,743).
- Le cinquième groupe (DE), représente la cinquième semaine avec une valeur de (S5=3,518).

- Le sixième groupe (EF), représente la cinquième semaine représente la première semaine qui a atteint une valeur de (S1=2,305).
- Le septième groupe (F), représente la troisième, la quatrième et la deuxième semaine avec les valeurs les plus faible (S3=1,283), (S4=1,035) et (S2=0,698).

Tableau n° 22: Résultats de teste de NEWMAN et KEULS pour facteur d'interaction eau-temps.

F1	F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES								
1.0	9.0	EP S9	21,625	A								
2.0	9.0	EE S9	13,65		B							
1.0	7.0	EP S7	9,425			C						
2.0	8.0	EE S8	8,68			C						
2.0	10.0	EE S10	8,325			C						
2.0	7.0	EE S7	7,445			C	D					
2.0	11.0	EE S11	7,175			C	D					
1.0	8.0	EP S8	6,875			C	D					
1.0	10.0	EP S10	5,65				D	E				
2.0	6.0	EE S6	5,075				D	E				
1.0	6.0	EP S6	4,41					E	F			
1.0	11.0	EP S11	4,15					E	F			
2.0	5.0	EE S5	3,875					E	F			
1.0	5.0	EP S5	3,16					E	F	G		
2.0	1.0	EE S1	2,34						F	G		
1.0	1.0	EP S1	2,27						F	G		
2.0	3.0	EE S3	1,675						F	G		
2.0	4.0	EE S4	1,625						F	G		
1.0	3.0	EP S3	0,89								G	
2.0	2.0	EE S2	0,785								G	
1.0	2.0	EP S2	0,61								G	
1.0	4.0	EP S4	0,445								G	

Le test de NEWMAN et KEULS au seuil d'erreur $\alpha=5\%$ fait ressortir huit (9) groupes homogènes :

- Le groupe (A) : représente la moyenne la plus élevé de la 9^{ème} semaine pour l'EP avec une valeur de (21,625 cm) ;
- Le groupe (B) : qui est représenté la moyenne de la 9^{ème} , semaine pour l'EE avec une valeurs de (13,65 cm).

- Le groupe (C) : représente la moyenne de la 7^{ème} semaine pour l'EP avec une moyenne de (9,425), et les moyennes de la 8^{ème} et 10^{ème} semaine pour l'EE avec les valeurs suivante (8,68 cm) et (8,35 cm).
- Le groupe (CD) : représente les moyennes de la 7^{ème} et la 11^{ème} semaine de l'EE avec les valeurs de (7,445 cm) , (7,175cm) et la moyenne de la 8^{ème} semaine pour l'EP qui atteint (6,875 cm).
- Le groupe (DE) : représente la moyenne de la 10^{ème} semaine pour l'EP (5,65 cm), et la moyenne de la 6^{ème} semaine pour l'EE avec une valeur de (5,075 cm).
- Le groupe (EF) : représente les moyennes de la 6^{ème} et la 11^{ème} semaine de l'EP avec des moyennes de (4,41cm) et (4,15 cm), la moyenne de la 5^{ème} semaine pour l'EE qui atteint (3,875 cm).
- Le groupe (EFG) : représente la moyenne de la 5^{ème} semaine pour l'EP avec la valeur (3,16 cm).
- Le groupe (FG) : représente les moyennes de la 1^{ère}, 3^{ème} et la 4^{ème} semaine de l'EE avec des valeurs suivante (2,34 cm), (1,675 cm) et (1,625 cm), la moyenne de la 1^{ère} semaine de l'EP qui atteint (2,27 cm).
- Le groupe (G) : représente les moyennes les plus faibles de la 3^{ème} et la 2^{ème} semaine de l'EP avec les moyennes de (0,89 cm) et (0,61 cm) ?et les moyennes de la 2^{ème} et la 4^{ème} semaine pour l'EE avec des moyennes de (0,785 cm) et (0,445 cm).

Les résultats que nous avons obtenus dans les différents compartiments (EE, EP) d'écrit par (MAZLIAK .P ,1982) indiquent qu'après la période de la latence (phase de préliminaire pendant laquelle le végétal élabore ou adapte les équipements nécessaires à l'extension), le végétal passe par une phase accélérée de croissance suivie par une diminution due aux exigences nutritives importante de la plante durant la phase de la floraison.

2.2. Feuille :

Les résultats indiqués dans le tableau n° 25, nous renseignent sur le nombre moyen des feuilles de la célosie irrigué à l'aide des deux types d'eaux EE et EP.

Tableau n° 23 : Moyenne de nombre de feuilles.

Temps (semaine)	1 (EP)	2 (EE)
1 (S1)	4,2	4,45
2 (S2)	1	1,4
3 (S3)	1,7	1,55
4 (S4)	1,1	2,05
5 (S5)	10,1	14,3
6 (S6)	10,55	10,7
7 (S7)	17,55	5,5
8 (S8)	15,95	8,05
9 (S9)	24,952	13,35
10 (S10)	15,8	20,8
11 (S11)	10,9	21,8

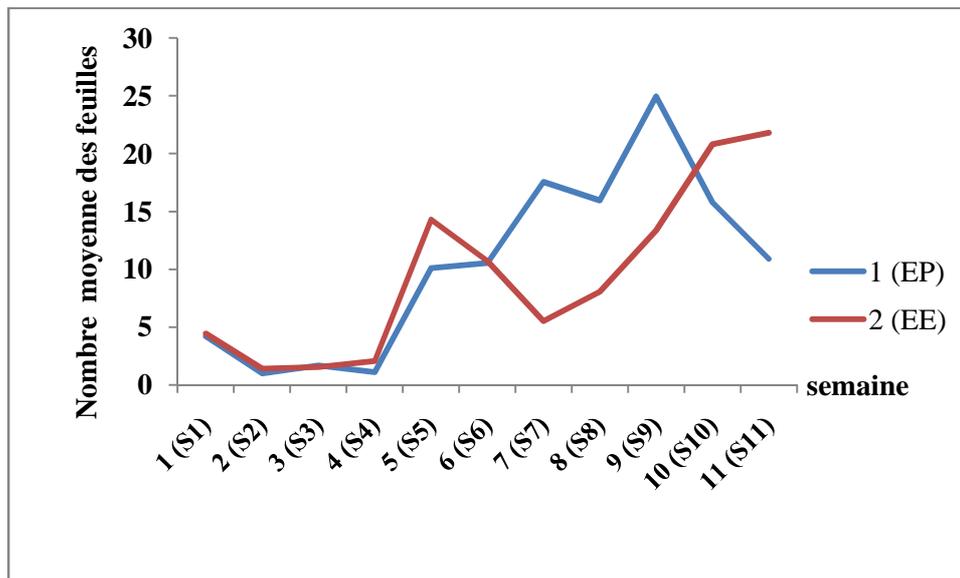


Figure n° 33 : Variations hebdomadaires de nombre moyen des feuilles.

D'après la représentation graphique de la figure n°33, nous remarquons que les deux courbes n'ont pas le même aspect, de S1 jusqu'à S4. Cela s'explique par une diminution du nombre de feuille suivie d'une stabilisation de ce nombre. Une augmentation a été enregistrée de S4 à S9 l'apparition de trois pics dont les moyennes sont de l'ordre de (10,1), (17,55), (24,952) pour l'eau potable, suivie d'une diminution à partir de (S9-S11).

Pour l'eau épurée nous enregistrons de S1 jusqu'à S4 une diminution du nombre de feuille suivie d'une stabilisation de ce nombre. Une augmentation de S4 à S5 a été constatée où nous enregistrons un pic important avec une valeur de (14,3), suivie d'une diminution de S5 à S7, ensuite une augmentation de S7 jusqu'à S10, suivie d'une stabilisation.

Afin d'estimer l'influence de l'eau utilisée sur le nombre des feuilles des plantes de la célosie plumeuse, une étude statistique de la variance à été établie.

Tableau n° 24 : Résultats d'analyse de la variance pour le paramètre nombre de feuilles.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	17804,87	219	81,301				
VAR.FACTEUR 1	44,119	1	44,119	1,414	0,23387		
VAR.FACTEUR 2	9103,232	10	910,323	29,178	0		
VAR.INTER F1*2	2480,076	10	248,008	7,949	0		
VAR.RESIDUELLE 1	6177,438	198	31,199			5,586	56,43%

L'analyse de la variance effectuée sur le nombre des feuilles (Tableau n °24) montre qu'il ya :

- Aucune différence significative ($p=0,23387$) pour le facteur eau.
- Une différence très hautement significative ($P=0$) pour le facteur temps.
- - Une différence très hautement significative ($P=0$) pour le facteur d'interaction eau- temps.

Tableau n° 25 : Résultats de teste de NEWMAN et KEULS pour facteur temps.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
9.0	S9	19,151	A		
10.0	S10	18,3	A		
11.0	S11	16,35	A		
5.0	S5	12,2		B	
8.0	S8	12		B	
7.0	S7	11,525		B	
6.0	S6	10,625		B	
1.0	S1	4,325			C
3.0	S3	1,625			C
4.0	S4	1,575			C
2.0	S2	1,2			C

Le test de NEWMAN et KEULS au seuil d'erreur $\alpha=5\%$ fait ressortir trois (3) groupes homogènes :

- Le groupe (A) représente la neuvième semaine avec une valeur la plus élevée (S9=19,151), la dixième (S10=18,3) et la onzième semaine (16,35).
- Le deuxième groupe (B) représente la cinquième, la sixième et septième, la huitième semaine avec les valeurs suivant (S5=12,2), (S6=10,625) et (S7=11,525) et (S8=12)
- Le troisième groupe (C) représente la troisième, la quatrième et la deuxième, la première semaine avec les valeurs les plus faible (S1=4,325), (S3=1,626) et (S4=1,575), (S1=1,2).

Tableau n° 26: Résultats de teste de NEWMAN et KEULS pour facteur d'interaction eau-temps.

F1	F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES								
1.0	9.0	EP S9	24,952	A								
2.0	11.0	EE S11	21,8	A	B							
2.0	10.0	EE S10	20,8	A	B	C						
1.0	7.0	EP S7	17,55		B	C	D					
1.0	8.0	EP S8	15,95		B	C	D					
1.0	10.0	EP S10	15,8		B	C	D					
2.0	5.0	EE S5	14,3			C	D	E				
2.0	9.0	EE S9	13,35				D	E				
1.0	11.0	EP S11	10,9				D	E	F			
2.0	6.0	EE S6	10,7				D	E	F			
1.0	6.0	EP S6	10,55				D	E	F			
1.0	5.0	EP S5	10,1				D	E	F			
2.0	8.0	EE S8	8,05					E	F	G		
2.0	7.0	EE S7	5,5						F	G		
2.0	1.0	EE S1	4,45						F	G		
1.0	1.0	EP S1	4,2						F	G		
2.0	4.0	EE S4	2,05								G	
1.0	3.0	EP S3	1,7									G
2.0	3.0	EE S3	1,55									G
2.0	2.0	EE S2	1,4									G
1.0	4.0	EP S4	1,1									G
1.0	2.0	EP S2	1									G

Le test de NEWMAN et KEULS au seuil d'erreur $\alpha=5\%$ fait ressortir dix (10) groupes homogènes :

- Le groupe (A) : représente la moyenne la plus élevée de la 9^{ème} semaine pour l'EP avec une valeur de (24,952).
- Le groupe (AB) : représente la moyenne de la 11^{ème} semaine de l'EUE qui atteint une valeur de (21,8).
- Le groupe (ABC) : représente la moyenne de la 10^{ème} semaine pour l'EUE avec une valeur de (20,8).
- Le groupe (BCD) : représente les moyennes de la 7^{ème}, 8^{ème} et la 10^{ème} semaine pour l'EP avec les valeurs suivante : (17,55), (15,95) et (15,8).

- Le groupe (CDE) : représente la moyenne de la 5^{ème} semaine pour l'EUE avec une valeur de (14,3).
- Le groupe (DE) : représente la moyenne de la 9^{ème} semaine pour l'EUE avec une valeur de (13,35).
- Le groupe (DEF) : représente les moyennes de la 11^{ème}, 6^{ème} et la 5^{ème} semaine de l'EP avec les moyennes suivante : (10,9), (10,55) et (10,1). la moyenne de la 6^{ème} semaine de l'EUE qui atteint (10,7).
- Le groupe (EFG) : représente la moyenne de la 8^{ème} semaine pour l'EUE avec une valeur de (8,05).
- Le groupe (FG) : représente les moyennes de la 7^{ème} et la 1^{ère} semaine de l'EE avec les valeurs de (5,5), (4,45) et la moyenne de la 1^{ère} semaine de l'EP qui atteint (4,2).
- Le groupe (G) : représente les moyennes les plus faibles de 4^{ème}, 3^{ème} et la 2^{ème} semaine de l'EUE avec les valeurs suivante : (2,05), (1,55) et (1,4). Les moyennes de 3^{ème}, 4^{ème} et la 2^{ème} semaine pour l'EP avec les valeurs (1,7), (1,1) et (1).

La tombée des feuilles est due :

- Soit aux carences de certains élément nutritifs nécessaires à la floraison et au maintien des fleurs.
- Soit aux manipulations durant les mesures des hauteurs des tiges.
- Soit aux rayonnements solaires qui ont causé la brulure des feuilles.
- Soit aux maladies fongiques, insecticides, ravageurs végétaux.
- Non maitrise de quelque paramètre environnant.

2.3. Fleurs :

Les résultants indiqués dans le tableau n nous renseignent sur le nombre moyen des fleurs de la célosie irrigué à l'aide des deux types d'eaux EUE et EP.

Tableau n° 27 : Moyenne de nombre de fleurs.

	1 (EP)	2 (EE)
1 (S1)	0	0
2 (S2)	0	0
3 (S3)	0	0
4 (S4)	0	0
5 (S5)	0	0
6 (S6)	0	0
7 (S7)	0	0,05
8 (S8)	0,05	0,5
9 (S9)	1,9	3,4
10 (S10)	3,4	3,6
11 (S11)	2,65	2,65

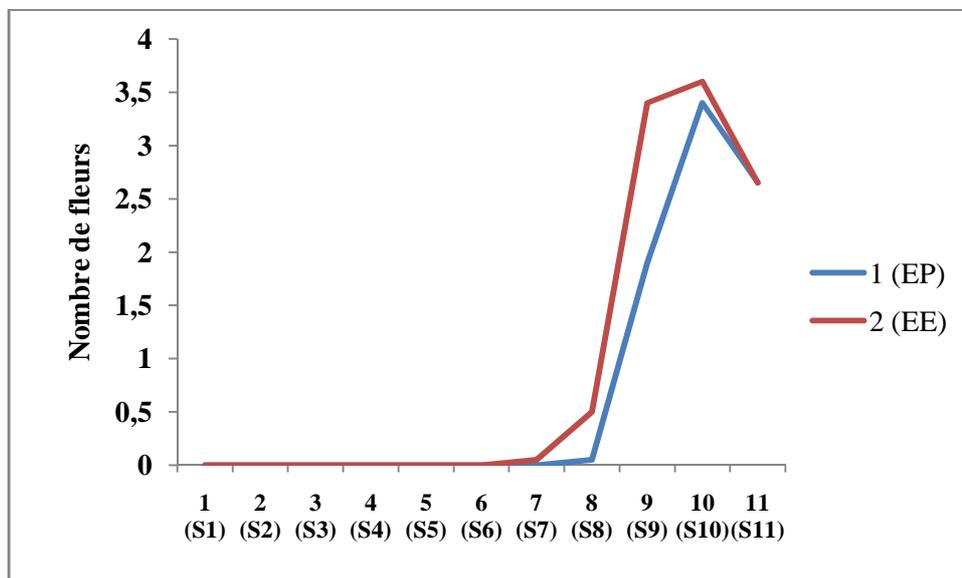


Figure n°34 : Variation hebdomadaires de nombre moyen des fleurs.

Les deux courbes indiquées dans la figure n°34 présentent de même aspect. Le nombre moyen de fleurs dans cette courbe présente trois phases essentielles.

- La première phase (S1-S7) présente une absence de la production des fleurs dans les deux types d'eau.

- La deuxième phase (S7-S10) correspond à une augmentation caractérisée par un pic le S10 dont le nombre moyenne est de 3,4 fleurs pour l'eau potable et de 3,6 fleurs pour les eaux usées épurées.
- La troisième phase marqué une diminution durant l'intervalle du S10-S11.

Dans le but de voir l'influence des deux types d'eau, l'eau potable et les eaux usées épurées sur le nombre de fleurs, nous avons opté l'analyse de la variance. Les résultats de cette analyse sont indiqués dans le tableau n°28.

Tableau n° 28 : Résultats d'analyse de la variance pour le paramètre de nombre de fleurs.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	688,936	219	3,146				
VAR.FACTEUR 1	2,2	1	2,2	1,454	0,22717		
VAR.FACTEUR 2	376,861	10	37,686	24,906	0		
VAR.INTER F1*2	10,275	10	1,027	0,679	0,74436		
VAR.RESIDUELLE 1	299,6	198	1,513			1,23	148,69%

L'analyse de la variance effectuée sur le nombre de fleurs (Tableau n °28) montre qu'il y a :

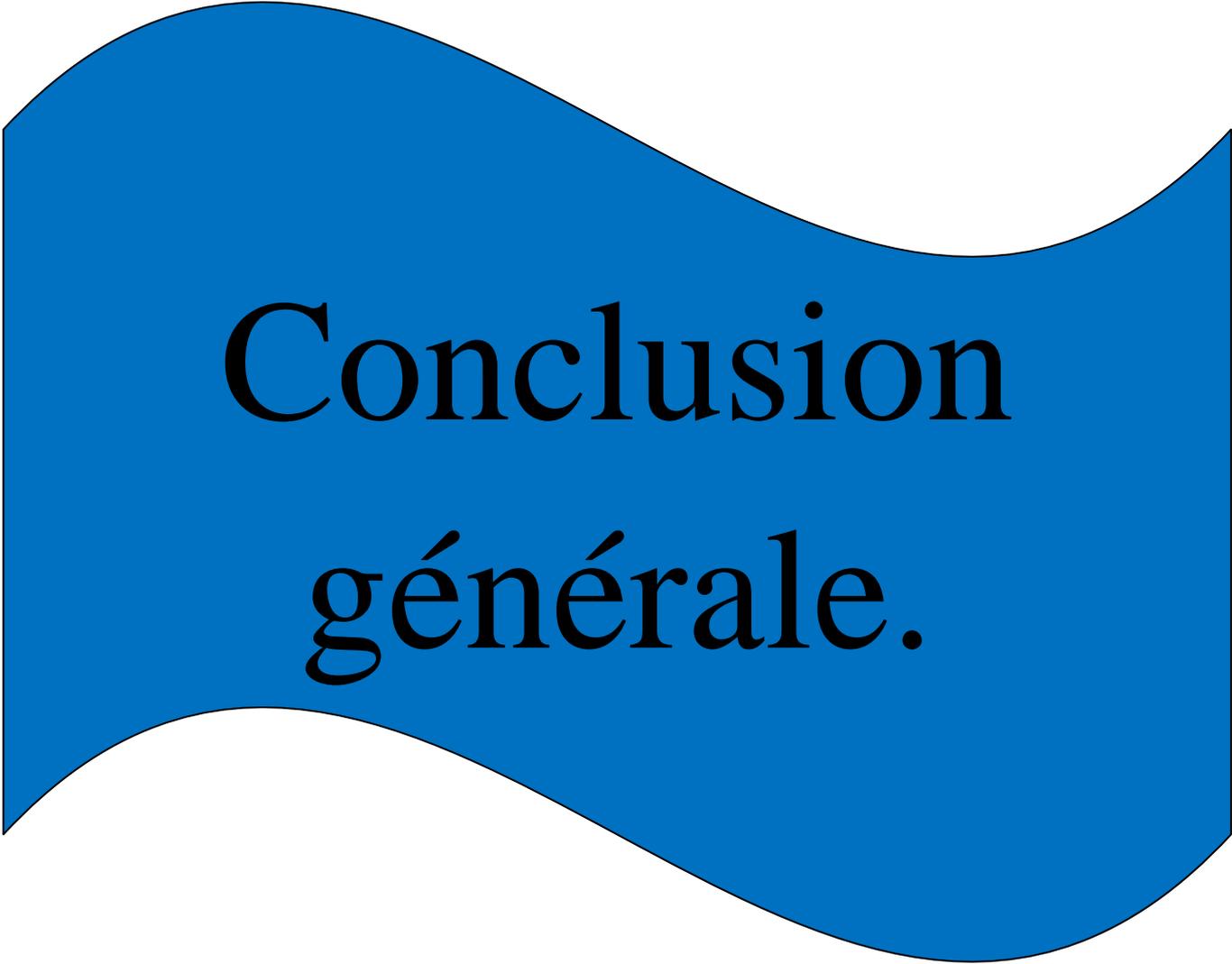
- Aucune différence significative ($p=0,22717$) pour facteur eau.
- Une différence très hautement significative ($p=0$) pour le facteur temps.
- Aucune différence significative ($p= 0,74436$) pour le facteur eau –temps.

Tableau n°29 : Résultats de teste de NEWMAN et KEULS pour facteur temps.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
10.0	S10	3,5	A	
9.0	S9	2,65	A	
11.0	S11	2,65	A	
8.0	S8	0,275		B
7.0	S7	0,025		B
5.0	S5	0		B
6.0	S6	0		B
3.0	S3	0		B
4.0	S4	0		B
1.0	S1	0		B
2.0	S2	0		B

Le test de NEWMAN et KEULS au seuil d'erreur $\alpha=5\%$ fait ressortir deux (2) groupes homogènes (A) et (B), le groupe (A) reflète les moyennes les plus élevées pour les semaines (S10=3,5), (S9=S11=2,65). Suivi par le groupe (B) est représenté le reste des semaines avec les valeurs les plus faibles (S8=0,275=S7), (S5=S6=S3=S4=S1=S2=0).

Les eaux usées épurées riches aux éléments nutritifs pour la croissance et le développement des plantes ce qui a approuvé le développement de stade de floraison pour l'EUE par rapport à l'EP. A partir de la dixième semaine nous remarquons une diminution dans les deux types d'eau qui coïncide avec le début de la phase de fructification dont la quelle les fleurs sont transformées en graine.



Conclusion
générale.

Conclusion générale

La réutilisation des eaux usées épurées et considérée comme un module important dans la stratégie de lutte les pollutions des eaux qu'elles soient souterraines ou superficielles. Elle s'inscrit dans une stratégie globale nationale d'augmentation des volumes d'eaux nécessaires aux différents grands secteurs utilisateurs tels que l'agriculture, l'industrie et autres.

La valorisation de ces volumes d'eaux polluées passe par différents procédés de traitements. Ils en découlent des sous produits (eaux épurées et boues) qui peuvent être considérées comme éléments de haute valeur agronomiques.

Dans le cadre de la réutilisation des eaux usées épurées nous avons mené un travail expérimental à la pépinière de Tadmait (ERGR). Il s'agit de l'utilisation de deux types d'eaux à savoir une eau potable et une eau épurée sur une plante ornementale appelée la célosie plumeuse de la famille Amaranthaceae. Le cycle végétatif de cette plante a duré du 29/03/2017 au 09/07/2017 (11 semaine).

Au terme de ce travail, nous avons enregistré les résultats pour chaque un des paramètres étudiés :

- En ce qui concerne les paramètres de mesures pour les hauteurs des tiges nous notons que les différences entre les deux types d'eau :
 - Aucune différence significative ($p=0,70918$) pour le facteur eau.
 - Très hautement significative ($p=0$) pour le facteur temps.
 - Très hautement significative ($p=0$) pour le facteur interaction eau-temps.
- Le nombre de feuilles : l'étude statistique concernant ce paramètre révèle des différences entre deux types d'eau :
 - Aucune différence significative ($p=0,23387$) pour le facteur eau.
 - Une différence très hautement significative ($P=0$) pour le facteur temps.
- L'analyse statistique de paramètre quantification le nombre de fleurs révèle :
 - Aucune différence significative ($p=0,22717$) pour facteur eau.
 - Une différence très hautement significative ($p=0$) pour le facteur temps.
 - Aucune différence significative ($p= 0,74436$) pour le facteur d'interaction eau – temps.

Les résultats obtenus pour les analyses du sol nous permettent de mettre en valeur les points suivant :

Conclusion générale

- pH de nos sols est alcalin pour les trois types de sol, cette situation est considérée comme étant favorable à l'alimentation minérale des plantes. L'analyse de la variance de moyenne de pH montrent qu'il ya une différence hautement significative ($p=0,00318$) pour le facteur eau.
- Ce qui concerne le paramètre de la Granulométrie de sol on conclue d'après les analyses que la texture de notre sol est limoneuse.
- Calcaire total (CaCO_3 %) de sol étudié est modérément calcaire pour les trois sols. L'analyse statistique de la variance de ce paramètres montrent une différence non significative ($p=0,56283$) pour le facteur eau.
- Résultats de l'analyse de la variance de la CE montrent une différence non significative ($p=0$) pour le facteur eau.
- Les résultats de la variance de la matière organique montrent une différence non significative ($P=0,70891$) pour le facteur eau.
- Pour l'humidité les résultats d'analyse de la variance montrent une différence non significative ($p=$) pour facteur temps.

Les résultats obtenus nous semblent encourageants mais insuffisants pour arriver à des conclusions significative. La célosie à une durée de vie limitée ce qui empêché l'expression des paramètres étudiés. Ces résultats nous amènent à proposer certaines perspectives dans la réutilisation des eaux usées épurées et qui sont :

- Utilisation des plantes pérennes,
- Un traitement tertiaire est exigé aux niveaux de ces stations avant leurs rejets dans le milieu naturel.
- Analyses physico-chimiques et bactériologiques et même toxicologique avant leur réutilisation dans le domaine agricole étant donné que les plantes sont des bios accumulateurs.
- Le respect strict des recommandations de la loi régissant la réutilisation des eaux usées épurées.
- Il est préférable de recommander l'utilisation des eaux usées épurées pour le nettoyage des voies publiques, extinction des incendies, l'arrosage des jardins ou le risque sanitaire pour l'homme est moindre.

Références bibliographiques

Ouvrages et thèses :

- **AOUISSIA et al, (2014)** : Contribution à l'étude de la qualité de l'eau de quelques sources et puits dans les communes de Belkheir et Boumahra Ahmed- wilaya de Guelma, Nord- Est Algérien. Article scientifique.
- **BADRA.T, (1991)** : Lago spinach. In pulses and vegetables, sous la direction de J.T, Willians pp-131-163 : Londres chapmand Hall.
- **BAISE.D, (2000)** : Guide des analyses en pédologie, 2^{ème} édition, revue et augmentée. Ed INRA, Paris, France.25p.
- **BAUMONT. S, (2005)** : Réutilisation des eaux épurées : risques sanitaire et faisabilité en Ile de France. ORS (Observation Régional de Santé d'Ile de France) Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile de France.
- **BERNARD.C, (2007)** : Introduction à l'étude de la médecine expérimentale. Edition bibliobazaar.11c.
- **BERRTEN. T, (2012)** : Caractérisation et quantification des paramètres physico-chimique des eaux usées traités de la STEP Est de la ville de T.O vue d'une valorisation agricole. Mémoire ingénieure d'état en Agronomie UMMTO.
- **BEZZIOU.A et al,(2003)** : Essai de traitement biologique des eaux usées en utilisant des filtres bicouches. Mémoire Académique.
- **BOUDJEMA. S, (2008)** : Etude perspective de l'état de l'environnement en Algérie : cas de bassin versant de Sébaou, wilaya de Tizi-Ouzou. Mémoire Magister en Agronomie UMMTO.
- **BOUDIAF.K et al,(1998)** : Caractérisation physico-chimique et minéralogique des vertisols de deux régions de la vallée de SEBAOU (FREHA, TADMAIT). Mémoire d'ingénieur d'état en Agronomie.
- **BOURRIER.R, (2008)** : Les réseaux d'assainissement 5^{ème} Edition TEC et DOC, lavoisier.
- **BOUZIANI.M, (2000)** : l'eau pénurie aux maladies. Edition IBN- KHLDOUN.
- **COULIBALY. M, (2010)** : Contribution l'analyse des eaux usées urbains de la nouvelle station d'épuration Est de T.O. Mémoire ingénieur d'état en Biologie UMMTO.
- **DEGREMENT, (1978)** : Mémento technique de l'eau : 8^{ème} édition. Edition Technique et Documentation LAVOISIER, 1200 p.
- **DEGREMONT, (1989)** : Mémento technique de l'eau. Tome I et II. Edition cinquantaire. 9^{ème} édition française. Paris.
- **DEGREMONT, (2005)** : Mémento technique de l'eau. Tom IetII .Edition cinquantaire .9^{ème} édition Français, paris.
- **DES JARDINS, cité par F TARMOUL 2007** : Détermination de la pollution résiduelle d'une station d'épuration par lagunage naturel « cas de la lagune de benimessous » institut des sciences de la mer et de l'Aménagement du Littoral – DEUA .
- **DUCHAUFOR, (1983)** : Pédogénèse et classification. Masson 2^{ème} édition, 284-295p.
- **DUGNIOLLE.H et al, (1980)** : L'assainissement des résiduaire domestiques. CSTC, revue n° 03, septembre 44-52p.

Références bibliographiques

- **DUCLOS. G,(1989)** : Analyse de terres de plains champs en régions méditerranéennes. « Eau et aménagement de la région provençale »n°28.ED.SCP,17-31p.
- **ECOSSE. D, (2001)** : Techniques alternatives en vue de subvenir à la pénurie d'eau dans le monde. Mémoire. D.E.S.S « Qualité et Gestion de l'Eau », Faculté. Sciences, Amiens. France.
- **GAUJOUS. D, (1993)** : La pollution des milieux aquatiques. Aide- mémoire. Edition lavosier.

- **HARTANI.T, (2014)** : Réutilisation des eaux usées en irrigation : cas de la Mitidja en Algérie, acte de séminaire modernisation de l'agriculture irriguée, Rabat.
- **HANRY. A, (2008)** : Le livre noire de l'environnement. Edition Alphée.
- **HADDOUM.N et al, (2013)** : Essai de la réutilisation des eaux usées épurées dans les cultures maraîchères cas du haricot nain (*phaseolus.vugarist*).
- **HALLICHE. D et al, (2012)** : Contribution à l'évolution du volume d'eau usée épurée à travers la wilaya de Tizi- Ouzou. Mémoire Ingénieur d'Etat en Biologie. UMMTO.
- **HILTNER cité par J.P. CAMUZARD** : Le milieu complexe au pouvoir épurateur limité .PDF.
- **IDDIR.F et al, (2009)** : Etude de possibilité d'exploitation des eaux traitées de la station d'épuration de pont de Bougie en irrigation. Mémoire ingénieur d'état en Agronomie UMMTO.
- **KESSLKH et al, (2012)** : Evaluation des performances épuratoires de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou et calcul des taux de participation à la fertilisation des cultures. Mémoire d'Ingénieure d'Hydraulique Agricole.
- **LARRY.H, (2006)** : collaboration spéciale, le soleil.
- **MAOUEL.M et al, (2008)** : Impact des rejets des stations service dans le bassin versant de l'Oued Assi sur le sol et sur l'eau, cas station service dans la Daïra de Ouacif. Mémoire Ingénieure d'Etat en Biologie. UMMTO.
- **MARMOUD.A, (2002)** : Cours de physique du sol, Généralités. Ecole polytechnique fédéral de Lausanne. (PDF).
- **MARSILY.G, (1995)** : L'eau .Edition : Flammarion 128.
- **MARTIN. F, (1998)** : Edible Leavrs of the Tropics.N.Fort Myers, Floride, USA: ECHO (Educational concerns for.Hunger.organisation).
- **MAZILAK.P, (1982)** : Croissance et développement : physiologie végétale II, édition Herman Paris/Collection Méthodes.
- **MESROUK.A, (1984)** : Caractérisation et genèse des sols de la Wilaya de TiziOuzou. Article non publie. BNEDER.
- **MEKHALIF.F, (2009)** : Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement. Mémoire Magister en chimie. Université de SKIKDA.
- **MEYER. S et al, (2008)** : Biologie et physiologie végétale. (Botanique). Edition Maloine.

Références bibliographiques

- **MEYET, (1994)** : La pratique de l'eau. Traitement aux points d'utilisation, le Moniteur 2^{ème} Edition. P382.Paris.
- **NAIT KACIM, (1996)** : Biodisponibilité du phosphore dans la rhizosphère d'olivier (olea europeae.L). Thèse de Doctorat en Agronomie.
- **OUALLM.S, (2001)** : Cours de procédés unitaires biologique et traitement des eaux, Edition : 2.10.4334.
- **OWOLABI et al , (1998)** :Properties of virus causing and leaf curl disease of Celosia argentea L. in Nigeria. Acta Virologia 42(53): 133- 139.
- **PREVOST.P, (2006)** : Les bases de l'agriculture. Edition Lavoisier.
- **PUIL.C, (1998)** : La réutilisation des eaux usées urbaines après épuration. Mémoire D.U.S.E.S.S « Eau et Environnement », D.E.P, université Picardie, Amiens. France.
- **REJESK.F, (2002)** : Analyse des eaux aspects réglementaires et technique. Edition centre régional de documentation pédologique d'aquitaine.Paris.
- **RODIER.J, (1978)** :Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer,8^{ème} édition DUNOD. Paris.
- **RODIER.J, (2005)** : Analyse de l'eau ; eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mar.8^{ème} Edition DUNOD.
- **RODIER.J, (2009)** : L'analyse d'eau.Edition Durood, paris.
- **ROUSSEAU.N, (2007)** : Dossier presse : eaux finales. Revue.
- **SATIN.A et al, (1999)** : Guide Technique de l'assainissement. Edition le MONITEUR 2^{ème} édition, paris.
- **SCHIPPERS. R .R, (2004)** : Légumes africains indigènes : présentation des espèces cultivées .Margag Publishers/ CTA, 496 p ., ISBN 38236 1415 0 .
- **VALIRON. F, (1983)** : La réutilisation des eaux usées. Paris, Edition du B.R.G.M, 207p.

- **VILLAGINES.R (2003)** : Eau, Environnement et Santé Publique. Edition technique et documentation. Lavoisier 2^{ème} édition, Paris.
- **YAH.H, (1998)** : Evaluation des performances physico-chimiques et bactériologiques de la station d'épuration de Boumerdes. Mémoire de fin d'étude. Institut de biologie de l'UMMTO, p21-p42.
- **ZEGHOUD.M, (2014)** : Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage nature de village de MEGHIBRA. Mémoire de Master.

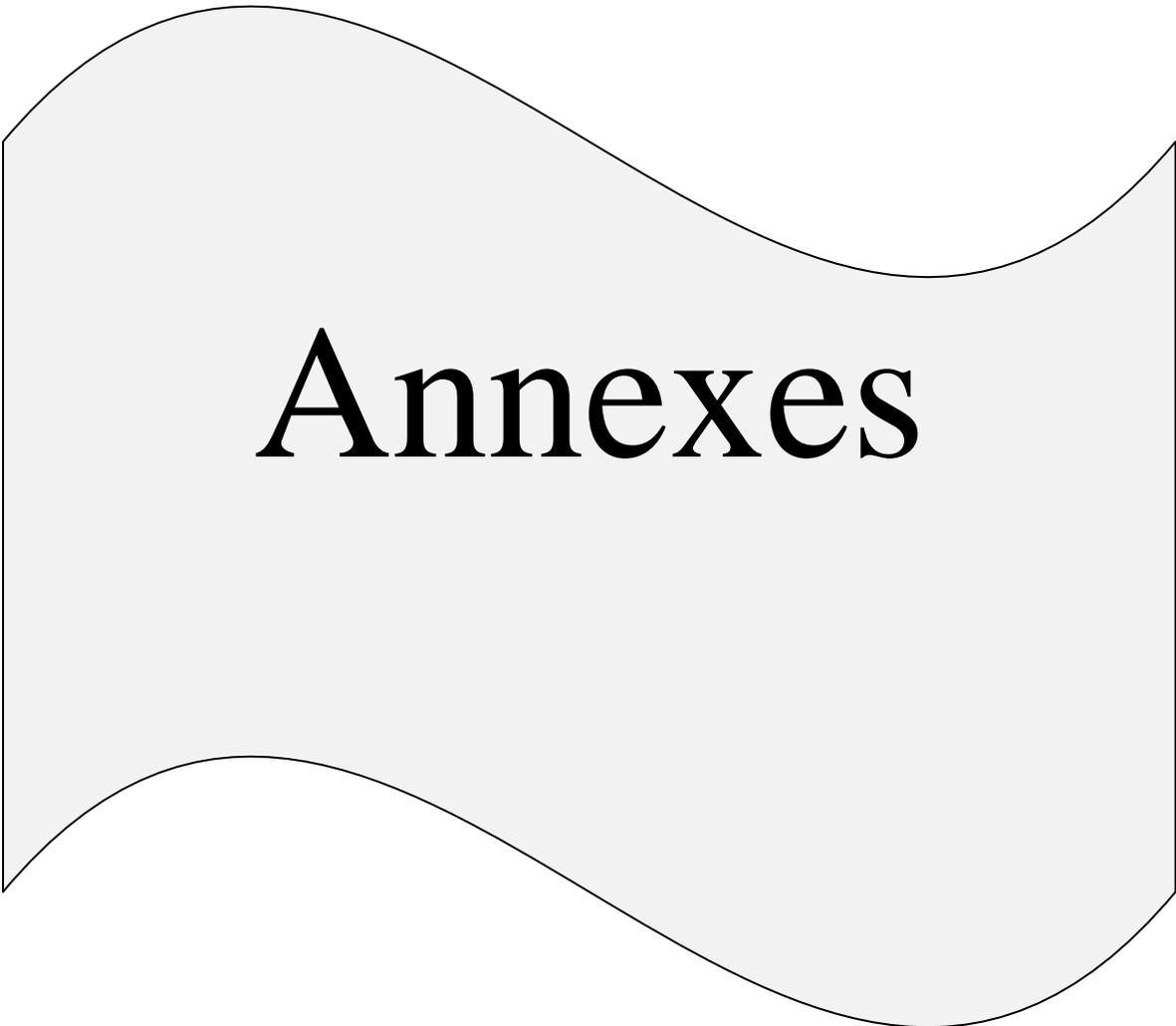
Institutions :

- **ADE,(2017)** : Donnés hydrauliques de la commune de Tadmait, Wilaya de Tizi-Ouzou.
- **ADEME, (2009)** : Organisation et fonctionnement d'une station d'épuration.
- **O.N.A, (2011)** : Office Nationale d'Assainissement.
- **J.O** : Journal Officiel de la République Algérienne.
- **M.A.T.E, (2012)** : Ministère d'Environnement et Aménagement des Territoire.
- **O.N.A, (1989)** :L'utilisation des eaux usées en agriculture et aquiculture : recommandations a visées sanitaires. Organisation Mondial de la Santé, Genève .

Références bibliographiques

Sites Internet :

- [http:// users/user/Desktop/célosia argentea-wikipedia.htm](http://users/user/Desktop/celosia_argentea-wikipedia.htm).
- [http:// Jardinage.ooreka.fr](http://Jardinage.ooreka.fr), 2017.
- [https:// Jardinage.ooreka.fr](https://Jardinage.ooreka.fr).
- [Http://: www.Gerbeaud.com/jardin/fiches/celosie,1649.html](Http://www.Gerbeaud.com/jardin/fiches/celosie,1649.html).
- [http // :www.Ballseed.com.pdf/Celosie Sunday](http://www.Ballseed.com.pdf/Celosie_Sunday).
- [http // :www.Gerbeaud.com/jardin/fiches/Célosie,1649.Html](http://www.Gerbeaud.com/jardin/fiches/Célosie,1649.Html).
- [http // : www.Aujardin. Info/Plantes/Célosie.PHP](http://www.Aujardin.Info/Plantes/Célosie.PHP).



Annexes

Annexe n01 : les avantages et inconvénients des eaux épurées

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">▪ Prévention de la pollution des eaux qui se produirait si les eaux usées étaient rejetées dans les cours d'eau ou les lacs ;▪ Conservation des ressources en eaux douces et leur réutilisation rationnelle ;▪ Accroissement de la fertilité du sol, puisque les effluents sont riches en éléments nutritifs (azote et phosphore) et permettent ainsi de réduire l'application d'engrais artificiels ;▪ Amélioration des caractéristiques physique du sol grâce à l'apport de matière organique.	<ul style="list-style-type: none">▪ Risque sanitaire : les agents pathogènes présent dans les eaux usées peuvent être transmis à l'homme lors du contact direct avec ces eaux, ou indirectement par la consommation de cultures irriguées avec ces eaux usées, ou encore par des produits d'origine animale. Ces risques sont principalement des infections entériques, exemple : les infections respiratoires, cutanées, oculaires... ;▪ En raison de la salinité élevée de l'eau usée, il peut en résulter certains effets négatifs sur le sol et sur les plantes (chute de la production végétale et stérilité des sols) ;▪ L'apport en quantité importante des doses de l'azote et de phosphore peut nuire la production agricole et contribue à la pollution des nappes ;▪ Les sites d'utilisation doivent se trouver à proximité des stations d'épurations, c'est -à-dire dans les zones périurbaines peuplées ;▪ La réticence des usagers à utiliser l'eau usée, soit pour des raisons culturelles parce que les cultures proposés sont de faible rentabilités économiques ;▪ Les rejets urbains ont des débits continus et presque constants durant l'année que l'utilisation agricole est saisonnière et la demande est différente selon les saisons et les périodes de productions.

(KESSLK et IHADADENE.S, 2012).

Textes relatifs à l'eau potable

- Décret exécutif N° 09-414 du 15 décembre 2009 fixant la nature, la périodicité et les méthodes d'analyse de l'eau de consommation humaine (**J.O N°75/2009**).
- Décret exécutif N°05-13 du 9 janvier 2005 fixant les règles de tarification des services publics d'alimentation en eau potable et d'assainissement ainsi que les tarifs y afférents (**J.O N°5/2005**).
- Décrets exécutif N°4-196 du 15 juillet 2004 relatif à l'exploitation et à la protection des eaux minérales naturelles et des eaux de source (**J.O N°18/2004**).

Textes relatifs à la lutte contre la pollution des eaux

- Décret exécutif N° 93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels. (**J.O N°46/1993**)
- Décret exécutif N°93-163 du 10 juillet 1993 portant institution d'un inventaire du degré de pollution des eaux superficielles. (**J.O N°46/1993**)
- Décret exécutif N°09-209 du 10 juin 2009 fixant les modalités d'octroi de l'autorisation de déversement des eaux usées autres que domestiques dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration. (**J.O N°36/2009**).

Textes relatifs à la réutilisation des eaux usées épurées

Un nouveau texte figuré dans le tableau n°03, encadrant les projets de la réutilisation a été élaboré en 2012. Il s'agit de l' « Arrête interministériel du 2012 fixant la liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées (**J.O N° 41/2012**) ».

Groupe	Variétés			
Fleurs à panaches	<i>Celosia argentea</i> var. <i>spicata</i>	Fleur plumeuse rose, mauve	Port buissonnant environ 1 m de haut	Pour massifs, bordures, bouquets frais ou secs
	<i>Celosia argentea</i> var. <i>spicata</i> « wool flower »	Mix d'inflorescences rose, jaune, rouges, orange	Jusqu'à 1,20 m de haut sur 0,50 de large	Pour massifs, bordures, bouquets frais ou secs
	<i>Celosia argentea</i> var. <i>spicata</i> « fresh look »	Inflorescences panachées orange-or	Feuilles vert moyen lancéolées jusqu'à 0,70 m de haute.	Pour massifs, bordures, bouquets frais ou secs
Fleurs à crête de coq	Crête de coq jaune et rose (<i>celosia</i> <i>argentea</i> var. <i>cristata</i>)	Grande inflorescence rose	Jusqu'à 0,70 m	Pour bordures, jardinières
	Amarante 'Armor' (<i>Celosia argentea</i> var. <i>cristata</i> Armor	Mix de coloris panachés formant des coussinets de velours.	Jusqu'à 0,30 m de haute et feuillage vert épais	Pour bordures, jardinières

([http:// Jardinage.ooreka.fr](http://Jardinage.ooreka.fr), 2017) .

Nom de la STEP	Tademaït
Date de mise en service	2006
Entreprise de réalisation	FORMHYD
Etat de fonctionnement	Fonctionnelle
Etat physique	Bon état
Procédé d'épuration	Boues activées « faible charge »
Nature des eaux épurées	Domestiques
Capacité (eq/hab)	13 000
Débit installé (m ³ /j)	1 950
Localités raccordées à la STEP	Ville de Tademaït
Impact de réalisation	Protection de la nappe phréatique de l'Oued Sébaou
Lieu de rejet des eaux usées épurées	Oued Sébaou
Superficie de l'assiette (m ²)	13 000
Qualité de l'eau entrante	
MES (mg/l)	338,3
DBO ₅ (mg/l)	349,33
DCO (mg/l)	712,25
Qualité de l'eau sortante	
MES (mg/l)	8,008
DBO ₅ (mg/l)	16,94
DCO (mg/l)	38,11

Tableau : Echelle d'interprétation du pH (DUCLOS, 1979).

Inférieur à 5.5	Fortement acide
De 5.5 à 6.5	Acide
De 6.5 à 6.8	Très légèrement acide
De 6.8 à 7.2	Voisin de la neutralité
De 7.2 à 7.5	Légèrement alcalin
De 7.5 à 8.5	Alcalin
Supérieur à 8.5	Fortement alcalin

Tableau : Normes d'appréciations du calcaire total du sol (BAISE, 2000).

CaCO ₃ %	<1	Non calcaire
	1 à 5	Peu calcaire
	5 à 25	Modérément calcaire
	25 à 50	Fortement calcaire
	50 à 80	Très fortement calcaire
	Plus de 80	Excessivement calcaire

Tableau : Normes d'interprétation de la matière organique (BAISE, 2000).

Taux de Matière Organique	Qualificatif
0 à 1	Extrêmement faible
1 à 1.50	Très faible
1.50 à 2.50	Faible
2.50 à 3.50	Moyen
3.50 à 4.50	Moyen élevé
4.50 à 5	Elevé
>5	Très élevé

Tableau : Classe de la qualité des sols selon l'échelle de Durand J.H. (1983).

Classe	CE en $\mu\text{s}/\text{cm}$ à 25°C	Qualité des sols	Effet sur le rendement
Classe I	0 à 500	Non salé	Négligeable
Classe II	500 à 1000	Légèrement salé	Diminution du rendement des cultures très sensibles au sel
Classe III	1000 à 2000	Salé	Diminution du rendement de la plus part des cultures
Classe IV	2000 à 4000	Très salé	Seules les cultures résistantes donnent un rendement satisfaisant
Classe V	Plus de 4000	Extrêmement salé	Seules quelques cultures résistantes donnent un rendement satisfaisant

Résumé

Dans le but de montrer l'impact des différents types d'eaux à savoir une eau potable et une eau usée épurée sur les caractéristiques physiques et chimiques du sol et leurs effets sur le développement d'une plante ornementale nous avons réalisé un plan d'irrigation agricole.

Le protocole expérimental à été installé à la pépinière de Tadmait (ERGR) de T.O et exécuté dans les pots d'une capacité de 3kg du sol dans lequel est cultivé la célosie plumeuse.

Le semis a été réalisé au début de moins de mars, avec une densité de 576 graines. Le suivi de l'expérimentation a été basé sur les paramètres suivants : les hauteurs des tiges, nombre de feuilles et nombre de fleurs.

Les résultats enregistrés pour les hauteurs des tiges, le nombre de feuilles, nombre de fleurs nous montrent qu'il n'y a aucune différence significative pour le facteur eau, par contre une différence très hautement significative pour facteur temps.

Mots clé : Célosie plumeuse, eaux usées épurées, réutilisation, sol, irrigation, Tadmait.

Abstrat :

In order to show the impact of the different types of water, namely drinking water and purified wastewater, on the physical and chemical characteristics of the soil and their effects on the development of an ornamental plant, agricultural irrigation.

The experimental protocol was installed at the Tadmait nursery (ERGR) of T.O and carried out in pots with a capacity of 3kg of the soil in which is grown the feathery celosia.

Seeding was done in early March, with a density of 576 seeds. The follow-up of the experiment was based on the following parameters: stem heights, number of leaves and number of flowers.

The results recorded for the height of the stems, the number of leaves, number of flowers shows us that there is no significant difference for the water factor, on the other hand a very highly significant difference for time factor.

Key words: Feathered celosie, purified wastewater, reuse, soil, irrigation, Tadmait.