

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB -BLIDA
FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRES ET BIOLOGIQUE
DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

IMPORTANCE DE LA CONCENTRATION ET DU
POTENTIEL HYDROGENE D'UN MILIEU SALIN SUR LA
CROISSANCE DU CONCOMBRE (*Cucumis sativus*)
CULTIVEE EN HORS SOL.

Projet de Fin d'Etude en vue de l'obtention
Du diplôme MASTER
Domaine : Science de la nature et la vie
Spécialité : Biotechnologie végétale

Présenté par :
MERAH MAHDIA

Devant le jury composé de :

Dr .BOUTEKRABT .L	M.C .A	USD. Blida	Présidente
Pr. SNOUSSI S.A	Professeur	USD. Blida	Promoteur
Mr. ABBAD.M	Magister	USD. Blida	Examineur

Année universitaire 2012/2013

Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail avant tout a mes chers parents
Noredine et Fatíha qui m'ont soutenue tout au long de mon cursus
Merci pour vos sacrifices, merci pour votre immense gentillesse et
merci pour votre soutien continuél qui m'a encouragé et permis de
réussir.*

*A mon unique frère Mohamed et ma belle sœur Khadra, mes sœurs
Ghanía et Djaouída qui ont été une source de courage et de volonté*

Mes deux beaux frères Madjed et Malík.

*Mes adorables petits neveux : Zakaria, Nael et Adel ainsi ma nièce
Nahla.*

*A mes chers amis : Ryad, Karima et Nabíla qui font mon
équilibre et qui ont toujours été présentent à mes coté,*

*A mes camarades du laboratoire : Nawel, Youcef, Zahra, Nadhira,
Fatíha, Rokía, Amine, Abaderezak, Halim, Melle Abidi avec qui j'ai
partagé des moments agréables.*

A toute la famille Merah et Karaoui.

Et à tous ceux qui connaissent,

Merah Mahdía

Remerciements

Je remercie d'abord dieu qui ma donner le courage la santé et beaucoup de volonté pour terminé mes études.

Je remercie Mr le Professeur SNOUSSI S.A. mon promoteur, qui m'a encadré, encouragé et aidé avec beaucoup d'intérêts. et de sa présence au quotidien, par ses valeureux conseils techniques et ses orientations dans l'élaboration de ce mémoire.

Je remercie aussi chaleureusement :

M^{me} BOUTEKRABET Lynda Pour avoir acceptée de présider le jury

M^r ABBAD Mohamed pour avoir accepter d'examiner ce travail

Mes vifs remerciements à monsieur ZOUAOUI pour ces précieux conseils et son orientation.

Je remercie tous ceux qui, de prés ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce projet.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENT

DEDICACE

RESUME

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES ABREVIATIONS

INTRODUCTION 01

Chapitre I : Généralités sur la salinité

1 .Définition de la salinité..... 02

2 .Origines et causes de la salinité..... 02

 2.1. La salinisation des sols..... 02

 2.1.1. Origines des sols salés..... 03

 2.2 : La salinisation des eaux 04

3 : La salinisation dans le monde 04

4 : La salinisation en Algérie..... 05

5 .Les méthodes de lutte contre la salinité..... 07

Chapitre II : Comportement des plantes cultivées dans un environnement salin.

1. effets des sels sur les plantes..... 08

 1.1. Actions sur les phénomènes physiologiques..... 08

 1.2. Actions sur l'absorption hydrominérale..... 09

 1.3. Effet de la salinité sur la croissance..... 09

 1.4. Effet de la salinité sur l'eau dans les plantes..... 09

 1.5. Effet de la salinité sur l'anatomie de la feuille 09

 1.6. Effet de la salinité sur l'absorption et répartition de Na et Cl dans la plante..... 10

Chapitre III : La culture hydroponique

1. Généralités sur la culture hydroponique 11

 1.1. Définition..... 11

 1.2. Les avantages et inconvénients de la culture hors sol 11

 1.3. Composante du système hors sol..... 12

2. Importance du potentiel hydrogène (pH) dans l'alimentation des plantes..... 13

3. La conductivité électrique..... 14

Chapitre IV : Généralité sur la culture du concombre.

1. Origines et historique	15
2. Intérêt agro économique du concombre	15
2.1. Dans le monde	15
2.2. En Algérie	15
3. Caractéristiques botaniques	16
4. Classification	17
4.1. Systématique	17
4.2. Classification variétale	17
5. Exigences	17
6. Différents travaux d'entretien	20
7. Maladies et ennemis du concombre	21
8. Récolte	22

Chapitre V: Matériel et méthodes

1. L'objectif de l'expérimentation	23
2. Matériel végétal utilisé	23
3. Conditions de l'expérimentation	23
4. Dispositif expérimental	27
5. Description des différents traitements	28
5.1. Caractéristiques de l'eau de Blida	28
5.2. Les traitements utilisés	28
5.3. Elaboration de traitement T1	29
5.4. Elaboration de traitement T2	29
5.5. Elaboration du traitement T3.....	31
5.6. Elaboration du traitement T4.....	32
5.7. Elaboration du traitement T5.....	33
6. Entretien de la culture	33
7. Paramètres étudiés	35

Chapitre VI : Résultats et discussion

1. Paramètres biométriques mesurées	38
1.1. Aspect général des plantes	38
1.2. La vitesse de croissance.....	39
1.3. Hauteur finale des plantes.....	41

1.4 Nombre de feuilles.....	42
1.5. Diamètre des tiges	43
1.6. Longueur des racines	44
1.7. Biomasse fraîche des feuilles, des tiges et des racines	45
1.8. Biomasse fraîche totale (tiges+feuilles)	47
1.9. Biomasse sèche des feuilles des tiges et des racines.....	48
1.10. Biomasse sèche totale (tige+feuilles).....	49
1.11 Taux de matière sèche.....	50
2. Paramètre de production.....	51
2.1. Estimation du nombre de fleurs par plante.....	51
2.2. Taux d'avortement.....	53
2.3. Nombre de fruits par plant.....	54
2.4. Poids des fruits.....	56
2.5. Estimation du rendement.....	57
3 .Paramètres biochimique.....	58
3.1 Quantité de la Chlorophylle (A).....	58
3.2 Quantité de la Chlorophylle (B).....	59
3.3. Quantité de la chlorophylle (C).....	60
3.4. Quantité de la proline.....	61
DISCUSSION GENERALE	62
CONCLUSION.....	66
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE	
ANNEXE	
TABLES DES MATIERES	

RESUME

Le but de ce travail vise à étudier l'impact de la concentration et du potentiel hydrogène d'un milieu salin sur la croissance et le développement du concombre (*Cucumis sativus*) variété super marketer, cultivée en hors sol

L'étude a portée sur l'irrigation de 35 plants par cinq milieux nutritifs présentant des concentrations salines différentes dont une solution saline naturelles, deux solutions salines naturelle corrigées et deux solutions salines naturelles corrigées et diluées à 20 et 40% .

Pour étudier la réponse du concombre aux différents traitements testés dans notre expérimentation nous avons effectué des mesures biométriques, déterminé des paramètres de productions et des dosages des paramètres biochimiques des organes végétatifs.

Les principaux résultats montrent que l'irrigation avec une eau saline corrigée, les paramètres de croissance et de production sont améliorés d'une façon significative par rapport à ceux obtenus avec une irrigation par une solution saline naturelle brute

Mots clés : potentiel hydrogène, milieu salin, concombre, hors sol

SUMMARY

The purpose of this work aims at studying the impact of the concentration and the potential hydrogenate of a salt environment on the growth and the development of the cucumber (*cucumis sativus*) variety super -marketer, cultivated in soilless

The study concerned the irrigation of 35 plantations by five nourishing circles presenting different salt concentrations of which salt solution natural, two salt solutions natural corrected and two natural salt solutions corrected and diluted in 20 and 40 %.

To study the response of the cucumber to the various treatments tested in our experiment we made biometric measures, determination of productions parameters and dosages of the biochemical parameters of the vegetative organs.

The principal results show that the irrigations with salt corrected water, the parameters of growth and production are improved in a significant way compared with those obtained with an irrigation by natural salt solution

Key words: potential hydrogenate, salt environment, cucumber, soilless

المخلص

الغرض من هذا العمل هو دراسة تأثير درجة الحموضة في وسط ملحي على نصرف نبات الخيار نوع سويبير ماركيتار بتقنية الزراعة بدون تربة

هذه الدراسة قامة على سقي 35 نبتة بخمسة محاليل مختلفة في تركيز الملوحة تحتوي على محلول طبيعي مالح، محلولين طبيعيين مصححين و محلولين طبيعيين مصححين و مخففين 20 و40%

قمنا بدراسة المؤشرات الفيزيولوجية،المورفولوجية و البيوكيميائية لنبات الخيار لدراسة تأثير الماحاليل السابق ذكرها

أغلبية النتائج تظهر أن السقي بالمياه المالحة المصححة تحسن معايير النمو و الإنتاج بطريقة ذات دلالة بالنسبة المتحصل عليها من السقي بالمحلول المالح الطبيعي

الكلمات الدالة : درجة الحموضة، وسط ملحي, الخيار, الزراعة بدون تربة.

LA LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 : Origines et causes de la salinité.....	02
Tableau 02 : Classification des sols selon leur salinité	03
Tableau 03 : Superficies affectées par salinité dans le monde.....	04
Tableau 04 : Pourcentage des terres irriguées atteintes par la salinisation dans certains pays Méditerranéen.....	05
Tableau 05 : Superficies affectées par la salinité dans quelques périmètres de l'Ouest d'Algérie	06
Tableau 06 : Production et rendements de concombre cultivé sous serre.....	16
Tableau 07 : Maladies et ennemies du concombre	21
Tableau 08 : Moyennes des températures par décade en °C.....	24
Tableau 09 :Teneurs des différents éléments minéraux contenus dans l'eau de Blida.....	28
Tableau 10 : Eau d'oued Cheliff naturelle, reconstituée avec l'eau de Blida en meq /l.....	29
Tableau 11 : Eau d'oued Cheliff naturelle, reconstituée avec l'eau de Blida en meq /l corrigé avec les acides.....	30
Tableau 12 : Eau d'oued Cheliff naturelle, reconstituée avec l'eau de Blida en meq/l corrigé avec les acides et oligo-éléments.....	31
Tableau 13 : Composition des solutions complémentaires d'oligo-éléments A et B.....	32
Tableau 14 : Programme des traitements phytosanitaires réalisés en alternance.....	33
Tableau 15 : Doses et fréquences des arrosages.....	35
Tableau 16 : Hauteur moyenne finale les plantes (cm).....	41
Tableau 17 : Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel T1.....	42
Tableau 18 : Nombre de feuilles.....	42
Tableau 19 : Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel T1.....	43
Tableau 20 : Diamètre des tiges (mm).....	43
Tableau 21 : Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel T1.....	44
Tableau 22 : longueur des racines (cm).....	44
Tableau 23 : Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel T1.....	45
Tableau 24 : Biomasse fraîche des feuilles, des tiges et des racines [g].....	45

Tableau 25: Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel	
T1.....	47
Tableau 26 : Biomasse fraîche totale (tiges+feuilles) [g].....	47
Tableau 27: Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel	
T1.....	48
Tableau 28: Biomasse sèche des feuilles des tiges et des racines.....	48
Tableau 29: Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel	
T1.....	49
Tableau 30: Biomasse sèche totale (tige+feuilles).....	49
Tableau 31: Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel.....	50
Tableau 32: Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel	
T1.....	51
Tableau 33 : Estimation du nombre de fleurs par plante.....	51
Tableau 34 : Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel	
T1.....	52
Tableau35 : Taux d'avortement (%).....	53
Tableau 36: Nombre de fruits par plant.....	54
Tableau 37: Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel	
T1.....	54
Tableau 38 : Poids des fruits.....	56
Tableau 39 : Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel	
T1.....	56
Tableau 40 : Estimation du rendement (kg).....	57
Tableau 41 : Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel	
T1.....	57
Tableau 42 : Quantité moyenne de la Chlorophylle (a).....	58
Tableau 43 : Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel	
T1.....	58
Tableau 44: Quantité moyenne de la Chlorophylle (b)	59
Tableau 45 : Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel	
T1.....	59
Tableau 46 : Quantité moyenne de la Chlorophylle (C).....	60

Tableau 47: Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel T1.....	60
Tableau 48 : Quantité moyenne de la proline.....	61
Tableau 49 : Classement des traitements selon les paramètres biométriques.....	62
Tableau50 : Classement des traitements selon les paramètres de production.....	63
Tableau51 : Classement des différents traitements selon les paramètres biochimiques.....	64

LA LISTE DES FIGURES

Figure 01: Répartition des sols salins du nord de l'Algérie.....	6
Figure 02 : Aspect générale d'un pot	25
Figure 03: Essai de germination des graines du concombre.....	25
Figure 04: Aspect général des jeunes plantules après repiquage.....	26
Figure 05: Aspect général des plantules avant l'application des traitements.....	27
Figure 06: Vu du dispositif expérimental.....	27
Figure 07: vue générale des plantes après palissage.....	34
Figure 08: Comparaison entre les plantes irriguées par le traitement salin naturel (T1) et le traitement salin corrigé (T 3).....	38
Figure09: Vue générale des plantes de concombre alimentées par les différents traitements.....	39
Figure 10 : Vitesse de croissance des plantes de concombre en cm/jr.....	40
Figure 11 : Aspect générale des racines.....	45
Figure 12: Fleur femelle du concombre.....	52
Figure 13: Fleur male du concombre.....	52
Figure 14: Aspect général des fruits des concombres récoltés.....	55

Introduction

INTRODUCTION

Les cultures légumières ont suscité l'intérêt de plusieurs agriculteurs à cause de la demande très importante et qui n'est pas satisfaite par l'offre et ce en raison des causes humaines économiques et surtout agronomiques.

En région méditerranéenne, la salinité constitue une contrainte dans beaucoup de périmètres de cultures où la qualité de l'eau joue un rôle majeur et où la recherche de plantes adaptées à des seuils élevés de salinité devient impérative pour la production agricole (ARBAOUI *et al*, 2000).

La salinité excessive affecte la répartition des plantes dans leur habitat naturel. Le fort éclaircissement et les rares pluies dans les régions semi-arides et arides accentuent la salinisation des périmètres irrigués et les rendent impropres aux cultures.

L'excès de sels qui résulte de l'utilisation des eaux salines réduit le rendement du concombre, ceci est causé principalement par l'augmentation de la pression osmotique au niveau racinaire.

Afin de faire face à cette situation, une nouvelle technique peut être utilisée pour remédier à ce phénomène. La culture hors sol permet la maîtrise de l'absorption hydrominérale en milieu salé.

Il est important de savoir que la culture de concombre est extrêmement exigeante en eau et en éléments minéraux en conditions salines. L'apport des éléments minéraux indispensables et complémentaires à la plante sous forme de solutions corrigées apparaît un facteur essentiel permettant une augmentation du rendement en qualité et en quantité.

L'objectif de ce travail consiste à mener des observations sur les plantes du concombre cultivées en hors-sol. Les plantes sont alimentées par un ensemble de cinq traitements dont un salin naturel de l'Oued Chéelif reconstitués avec l'eau de Blida et qui diffèrent des autres par son pH alcalin (7,5), le second traitement dont on a corrigé seulement le pH (5,5-5,8) quant aux trois autres traitements, l'un d'entre eux a été corrigé par l'ajout des acides et des oligo-éléments qui le rendent équilibré en sel ce qui facilite son absorption par les plantes. Les deux restants ont subi une correction et une dilution de 20% et 40% à partir du T3.

Pour mettre en évidence la réponse des plantes nous avons procédé à une étude des paramètres biométriques, de productions et biochimiques.

Introduction

1. Définition de la salinité

La salinité est la teneur du sol en sels solubles préjudiciables à la production végétale. D'une façon générale, il ya salinité, chaque fois que la présence des sels vient modifier la vie végétale ou les caractéristiques des sols. (DE FORGES in CHERAFA ,2010)

On peut définir la salinité comme étant la concentration de la solution nutritive s'exprimant en grammes de sels par litre d'eau. Elle est couramment contrôlée par la mesure de la conductivité électrique que les sels dissociés sous forme ionique confèrent à la solution elle s'exprime alors en milli siemens. (BRUN et MONTARON ,1987).

2. Origines et causes de la salinité

Selon (DJARAB in MAALEM, 1997), la salinité a plusieurs origines :
la roche mère, les eaux d'irrigation, et les engrais.

Les différents mécanismes de la salinisation sont représentés dans le tableau suivant

Tableau 1 : Origines et causes de la salinité.

Origines	Causes	
	Naturelles (géologique)	Provoquées (humaines)
Statiques	Roche mère salines	Dissolution des sols en profondeurs et leur remonté vers le haut
Superficielles	Nappes d'épandage	-Régime d'irrigation -volume d'eau apporté=volume d'eau retenu. -irrigation à l'eau fortement salée
Profondes	Nappes sous terrains proche de la surface salée ou douce	Remontée de la nappe salée sous : -l'effet d'arrosage (l'eau douce ou salée) -salinisation de la nappe et sa remontée.

Source : (DRYSSINE in LARBI ,2001)

2.1 La salinisation des sols

Les sols salins sont naturellement présents sous tous les climats et sur tous continents. Ils sont là où l'évaporation excède les précipitations pluviales de façon permanente ou temporaire, ils sont étroitement liés à une source de salinité d'ordre géologiques (évaporites),

hydrogéologiques (eaux souterraines) ou hydrologiques (eaux marines). (GIRARD et *al* in BABA SIDI ,2010.)

Les sols salés sont ceux dont l'évolution est dominée par la présence de fortes quantités de sels et susceptibles de dégradés leurs caractéristiques et propriétés physiques, en particulier leur structure.

On parle en général de sol salé lorsque la concentration des sels dépasse 0,5g /l. (ROBERT, 1996) aussi selon (CALVET, 2003) un sol est dit salé quand la conductivité électrique est supérieure à 4ds/m.

Tableau 2: Classification des sols selon leur salinité :

Conductivité électrique ds/cm	Concentration g/l	Nature du sol
CE < 0,25	< 0,2	Non saline
0,25 <CE< 0,75	0,2 - 0,5	Salinité moyenne
0,75 < CE< 2,25	0,5 – 1,5	Forte salinité
2,25 <CE< 5	1,5 – 3,0	Très forte salinité
5 <CE< 20	3,0 – 7,0	Salinité excessive

Source : (MOUSTEFAOUI ,2003)

2.1.1 Origines des sols salés

➤ La salinisation primaire :

La salinisation primaire, d'origine géologique marine ou lagunaire correspond à une salinisation liée au fonctionnement naturel des terrains, sous l'influence du climat, de l'altération des roches et de la dynamique des eaux. (SERVANT ,1975).

➤ La salinisation secondaire :

Dans les zones arides et semi-arides, la pratique de l'irrigation représente l'une des plus importantes causes de la salinisation secondaire. Actuellement, on dénombre environ 30 millions d'hectares dans le monde (SZABLOOCS, 1994).

En effet, les travaux de (HAMDY et *al* ,1995 in BABASIDI, 2010) ont constaté que les terres irriguées affectées par la salinité correspondent à 27% de la surface irriguées dans le monde. Cette menace selon (CHEVERRY, 1995) occasionne chaque année des pertes de terres, variables selon les auteurs de 10 à 12 millions d'hectares

2.2 La salinisation des eaux

Les eaux salées ou saumâtres proviennent, soit de la mer, soit de la terre (sources, rivières, nappes phréatiques et artésiennes) (LOUIS, 1979).

L'utilisation des eaux salines pour l'irrigation cumule les difficultés de l'irrigation en général et celles de l'utilisation des terres salines (BAYUELO-JIMENES et *al*, 2002 in GAMA, 2007) en y ajoutant les inconvénients du maintien de la salure dans ces terres causent des apports salins de l'eau (BEZPALY, 1984)

En effet, l'irrigation à l'eau saline peut provoquer une importante accumulation de sels (BEZPALY, 1984) dans le sol si la percolation est insuffisante (GAMA, 2007)

L'eau d'irrigation inclut toujours une certaine quantité de sels dissous. Ces sels sont issus de la désagrégation des roches par l'eau, le gypse et d'autres sources de sels sont dissous avec le temps, menant à des degrés variables de salinité dans l'eau d'irrigation (MILLER, et *al* 1996 in BENZAHRA ,2013).

3. La salinisation dans le monde

La salinité des sols est le problème le plus répandu. Elle constitue un facteur limitant pour la production de cultures irriguées. Elle intéresse environ un milliard d'hectares dans le monde, situés principalement dans les régions arides et semis arides .Les terres irriguées affectées par la salinité correspondent à 27% de la surface irriguée dans le monde soit un tiers de terres agricoles. (LASRAM ,1995)

Tableau 3 : Superficies affectées par salinité dans le monde.

Régions	Millions d'hectares	Régions	Millions d'hectares
Afrique	80 ,5	Australie	357,3
Europe	5,8	Mexique et Amérique centrale	2,0
Amérique du nord	15,7	Asie centrale et du nord	211,7
Amérique du sud	129 ,2	Asie du sud-est	20 ,0
Asie du sud	87,6		
Total		954,8	

Source : (LARSAM ,1995)

Selon LARSAM (1995) la salinité dans le pourtour méditerranéen couvre quatre vingt millions d'hectares, L'avenir semble plus sombre dans les pays du sud de la méditerranéen, car l'agriculture sera obligée d'avoir recours de plus en plus a l'eau salée, ce qui contribue au

processus de salinisation secondaire qui s'étend dans la région à taux accéléré et qui créera de grave problèmes économique.

Tableau 4 : Pourcentage des terres irriguées atteintes par la salinisation dans certains pays Méditerranéen.

Pays	%terres atteintes	Pays	%terres atteintes
Algérie	10-15	Grèce	7
Chypre	25	Jordanie	16
Egypte	30-40	Maroc	10 -15
Espagne	10-15	Portugal	10- 15
Israël	13	Syrie	30- 35

Source : (LASRAM, 1995)

4 .La salinisation en Algérie

Les sols salés ou sols halomorphes sont caractérisés par leur teneur élevée en sels solubles dans l'ensemble ou dans une partie du profil ou par la dégradation de la structure de l'un de leurs horizons –ou de tout leur ensemble- sous l'influence de l'un des ions provenant de ces sels en Particulier du sodium AUBERT(1976).

En Algérie, il n'est recensé aucune étude cartographique fiable et précise permettant de délimiter les zones touchées par la salinité des terres et la quantification de la teneur des sels dans le sol.

Néanmoins il existe quelques données fragmentaires qui donnent une idée générale sur le phénomène de salinité et de la dégradation des terres.

Ce phénomène est observé dans les plaines et vallées de l'Ouest du pays (Cheliff, Habra Sig, Maghnia) dans les hautes plaines de l'Est (Constantine, Sétif, Bordj Bou Arreridj, Oum El Bouagui), aux abords des Chotts et de Sbkhas (Chott Ech Chergui, Chott Gharbi, Chott Hodna, Chott Melghir, Sebka d'Oran, de Benziane, Zemmoul, Zazhrez Gharbi et Chergui, etc..),et dans le grand Sud (dans les Oasis, le Long des oueds, etc...). (ANONYME 2009 in BENZAHRA, 2013)

Tableau 5 : Superficies affectées par la salinité dans quelques périmètres de l'Ouest d'Algérie :

Périmètres irrigués	Superficies irrigables	Superficies affectées	%
Haut Cheliff	20200	6400	32
Moyen Cheliff	21800	8700	40
Bas Cheliff	22500	15000	67
Mina	9600	4190	44
Habra	19600	8100	41
Sig	8600	3200	37

Source : (INSID 2008)

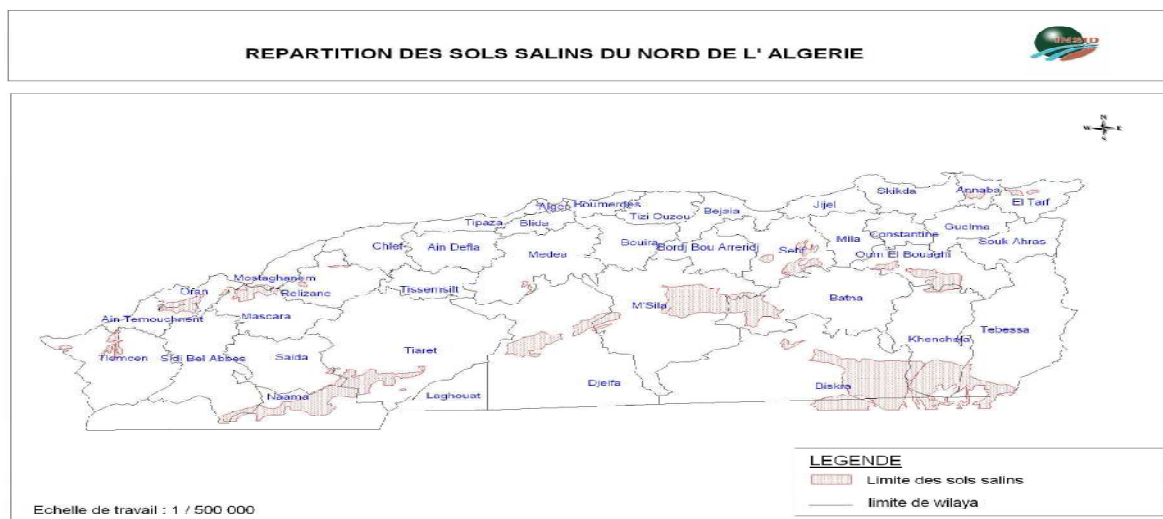


Figure 1: Répartition des sols salins du nord de l'Algérie

Source : (INSID ,2008)

5 .Méthodes de lutte contre la salinité

Selon DAOUD et HALITIM in MOUSSLI (1999) le meilleur moyen de contrôler la salinité du sol est le lessivage, pour maintenir un bilan des sels favorables dans le profil des sols irrigués c'est-à-dire tendre vers une irrigation efficiente avec un lessivage adéquat et minimal afin de minimiser la pollution du site (nappe phréatique).

Selon les mêmes auteurs, le but recherché c'est l'amélioration de la disponibilité de l'eau du sol pour la culture. Pour cela on peut :

- Irriguer plus fréquemment pour améliorer l'approvisionnement hydrique de la culture ;
- Choisir des cultures tolérantes à une salinité existante ou éventuelle ;
- Appliquer régulièrement un supplément d'eau pour satisfaire le besoin de lessivage ;
- Change de méthode d'irrigation et adoptant une méthode pour permettre de mieux lutter contre le sel ;
- Modifier les pratiques culturales ;
- Mettre en place un drainage efficace ;
- Mettre en place des brise-vents pour diminuer l'évapotranspiration ;
- Eviter de cultiver en été ou l'évapotranspiration est à son maximum .

Comportements des plantes cultivées dans un environnement salin

La salinité est l'un des facteurs limitant pour la croissance des plantes. Elle peut causer :

- l'arrêt de la croissance ;
- le dépérissement des tissus sous forme de nécroses marginales, suivi par une perte de turgescence, par une chute des feuilles et finalement par la mort de la plante (ZID, 1982).

La salinité provoque le plus souvent un retard dans le développement (BOUKACHABIA, 1993) et d'une manière générale la hauteur, le diamètre des tiges des différentes espèces, ainsi que la grosseur des fruits, diminuent d'une façon importantes avec l'augmentation de la salinité: c'est le cas de riz (KHAN et *al*, 1997) et de la pomme de terre (BOUAZIZ, 1980).

D'une façon générale, la tolérance au sel n'est pas constante pour une même espèce ou variété. Elle peut changer en fonction de l'espèce, du génotype, de l'âge et de l'état physiologique

Tous les végétaux ne tolèrent pas de la même manière le stress salin. Selon leur tolérance on peut les classer entre les deux catégories extrêmes que sont les halophytes et les glycophytes (TAIL L. et ZEIGER E.in BENZAHRA ,2013)

1. Effet des sels sur les plantes

Selon (CLAVET, 2003) les effets néfastes des sels sur les végétaux se situent à deux niveaux pour la plante :

Une pression osmotique élevée de la solution des sols qui limite la biodisponibilité de l'eau. La pression osmotique intracellulaire élevée due à l'absorption des sels et qui aurait des effets inhibiteurs sur la croissance.

L'augmentation de la pression osmotique dans la solution des sols diminue l'eau disponible pour les plantes (KHECHAI, 2001).

1.1.Action sur les phénomènes physiologiques

Lorsque les racines sont soumises à une forte salinité momentanée, elles provoquent la fermeture des stomates au niveau des feuilles qui constitue la première conséquence d'un défaut d'arrosage ou d'un apport excessif d'éléments minéraux. Si la salinité persiste, elle conduit à une diminution de la taille des organes. (URBAN ; 1997). Aussi, à partir d'un certain seuil, les plantes soumises à l'action des chlorures portent des brûlures marginales sur les limbes et se défolient. (DUTHIL, 1973).

1.2.Action sur l'absorption hydrominérale

Lorsque la pression osmotique du milieu externe (solution du sol) est égale ou dépasse celle du suc cellulaire des racines, l'alimentation en eau devient impossible et les diverses fonctions physiologiques sont bloquées et le végétal s'arrête de croître et flétrit. (DUTHI, 1973).

MAILLARD (2000), a mis en évidence l'effet indirect de la pression excessive d'ion sodique, chlorique et borique sur l'absorption des ions ferreux, phosphate, zinc, et magnésium indispensables à la croissance des plantes.

Les plantes cultivées dans les sols salins ont le comportement de même manière que celles poussent sous des conditions d'humidité stressante, et qui réagissent faiblement à l'application des fertilisants.

1.3.Effet de la salinité sur la croissance :

La réponse immédiate du stress salin est la réduction de la vitesse de l'expansion de la surface foliaire ce qui conduit à l'arrêt de l'expansion si la concentration du sel augmente. (NIL, 2000 in SAOU, 2012). Le stress salin résulte aussi dans la diminution de la biomasse sèche et fraîche des feuilles, tiges et racines, (KLAPAKI, 2000 in SAOU, 2012). La salinité accrue est accompagnée par une réduction significative dans la biomasse racinaire, la hauteur de la plante, le nombre de feuilles par plante, la longueur des racines et la surface racinaire chez la tomate. (NIMRI., 1998 in AIT OUAZZOU, 2010)

1.4. Effet de la salinité sur l'eau dans la plante :

Le potentiel hydrique et le potentiel osmotique des plantes deviennent de plus en plus négatifs avec l'augmentation de la salinité ainsi que la pression de la turgescence. Dans les conditions de concentrations élevées de salinité accrue, le potentiel hydrique de la feuille et la vitesse d'évaporation diminuent significativement chez les halophytes, alors qu'il n'y a pas de changement dans le contenu relatif en eau. (PARIDA et DAS, 2005).

1.5.Effet de la salinité sur l'anatomie de la feuille :

La salinité cause une augmentation de l'épaisseur de l'épiderme, l'épaisseur du mésophylle, la longueur des cellules palissadiques, le diamètre des cellules palissadiques dans les feuilles du haricot, du coton. La salinité réduit aussi l'espace intercellulaire dans les feuilles. (PARIDA et DAS, 2005).

1.6.Effet de la salinité sur l'absorption et répartition de Na et Cl dans la plante

Les plantes cultivées sont en général classées en trois groupes :

- Le groupe des plantes sensibles au sel qui accumulent Na surtout dans leurs racines et a la base de leurs tiges et l'excluent pratiquement de leurs feuilles. Ce sont les excluders. Exp : haricot, la courge ;
- Le groupe des plantes tolérantes au Na Cl qui accumulent Na plutôt dans la partie aérienne et dans les feuilles. Ce sont les includers. Exp : le cotonnier, la betterave a sucre ;
- Le groupe des plantes qui ont une position et un comportement intermédiaire aux deux précédents exemples le tournesol. (FRAJ, 2004)

1. Généralités sur la culture hydroponique

Pour que les végétaux poussent de manière optimale, ils ont besoin de lumière (qu'elle soit naturelle ou artificielle), d'une température stable et tempérée, d'une hygrométrie de l'air suffisante ainsi que d'une oxygénation satisfaisante des racines, enfin, d'une nourriture adéquate en suffisance composée d'eau, de sels minéraux et d'oligo-éléments (BENZAHERA, 2013)

1.1. Définition

La culture hydroponique au sens littéral du terme est une culture sur milieu aqueux qui doit contenir les éléments minéraux dont les plantes ont besoin. C'est donc une culture sur une solution nutritive. Par extension on donne aussi ce nom à des cultures sur substrats inertes, arrosées d'une solution nutritive : ce sont les cultures sans sol. (BLANC, 1987) Ainsi, (URBAN, 1997) indique que la culture sur substrat est parfois appelée culture hydroponique au sens large du terme. Elle est irriguée soit par percolation, soit par sub-irrigation.

1.2. Les Avantages et inconvénients de la culture hors sol

➤ Les Avantages de la culture hors sol

Parmi les avantages principaux de la culture hors sol d'après (COIC et LESANT, 1983) et (JEANNEQUIN, 1992) sont :

- Amélioration de nos connaissances sur les besoins de diverses espèces végétales ;
- Gain de précocité ;
- Eviter la fatigue du sol des serres causée par les attaques parasitaires avec prolifération de nématodes et des champignons ;
- Contrôle précis de l'environnement racinaire assurant une précocité plus grande et une production en qualité et en quantité ;
- Les techniques offrent la possibilité d'implanter des serres à des endroits ou l'énergie et meilleur marché, à proximité d'usines ou sur des sites géothermiques pour profiter des eaux chaudes et de l'énergie solaire ;
- Selon (URBAN, 1997) et (MORARD, 1995) on peut ajouter :
- Meilleure performance agronomique des cultures hors sol ;
- Efficacité de l'eau et des engrais est meilleure ;
- Economie d'eau et d'engrais ;
- Simplification des techniques culturales ;
- Travaux plus aisés ;

- Rotation plus rapide ;
- **Les inconvénients de la culture hors sol**

La culture hors sol présente aussi des inconvénients car elle exige des investissements et des niveaux de technicité assez élevés. La faible inertie des systèmes de culture ne donne pas droit à l'erreur et condamne le producteur à suivre ses cultures et ses installations régulièrement. Elles sont à l'origine de rejets polluants de solutions nutritives et de résidus des substances. (URBAN, 1997).

Les travaux en hydroponie menés sous forte insolation ont montré une forte sensibilité au stress climatique : certaines cultures tendent à se dégrader par une forte chaleur, car la demande transpiratoire de la plante devient excessive et que l'irrigation n'arrive pas à suivre la consommation en eau de la plante. (BAILLE et al, 1994 in SAOU, 2012).

1.3. Composantes du système hors sol :

La nature du substrat et des conteneurs ainsi que la solution nutritive constituent les composantes de la culture hors sol.

➤ Substrats

On appelle substrat tous matériaux utilisables comme support de culture, c'est à dire permettant le développement du système racinaire des plantes. Les substrats peuvent avoir une origine naturelle, comme les tourbes, ou provenir d'une transformation industrielle, la laine de roche. (URBAN, 1997).

Selon (MORARD, 1995) les substrats utilisés en culture hors sol n'ont aucun rôle nutritionnel direct et doivent être chimiquement le plus neutre possible.

❖ Critères de choix d'un substrat

Les travaux de VITRE (2003), soulignent que le substrat doit présenter les propriétés suivantes :

- Une structure physique permettant un comportement vis-à-vis de l'air et de l'eau pour une bonne alimentation de la plante ;
- Le milieu racinaire devra garder ses qualités structurales dans le temps (pas de tassement par exemple) et dans l'espace : le volume racinaire doit être physiquement homogène ;
- Le substrat doit être chimiquement inerte, avec une capacité d'échange nulle ou faible et ne libérant aucun éléments nutritifs ;
- Être facile à mettre en œuvre et à recycler ;
- Avoir un coût faible ;

Par ailleurs, tous substrat doit être bien entendu, indemne de germes pathogènes ou de substances toxiques.

➤ Conteneurs

Les conteneurs sont des récipients contenant la plante et le substrat. Le choix des conteneurs doit se faire en fonction de l'espèce cultivée et de son système racinaire, car ils doivent être de forme et de dimensions adéquates avec la culture et le substrat, chimiquement inertes, résistants, faciles à mettre en œuvre, à désinfecter et à un prix réduit. (MOSTEFAOUI, 2003)

➤ La Solution nutritive

Par définition c'est l'alimentation des plantes en culture hors sol, va de pair avec son alimentation en eau. L'une et l'autre sont assurées de façon concomitante par l'apport des solutions nutritives renfermant les macros et micro éléments indispensables à la croissance et au développement des plantes.

Une solution nutritive donnée, fabriquée avec des sels chimiques totalement dissociés, renferme un nombre totale d'équivalent égal de cations ainsi que d'anions. (VILAIN, 1989).

Elle est caractérisée par trois paramètres principaux : le potentiel hydrogène (pH), la concentration saline (CE) et l'équilibre ionique (JEANNEQUIN, 1992).

2. Importance du potentiel hydrogène (pH) dans l'alimentation des plantes

C'est une expression chiffrée d'une façon commode, précise et désigne le caractère acide, neutre ou basique d'une solution aqueuse d'après (MORARD, 1995), aussi Le terme pH signifie (potentiel hydrogène) est définit l'acidité ou l'alcalinité du sol. Plus les ions H^+ sont retenus aux particules de sol, plus le sol est acide.

Les besoins en chaux pour réduire l'acidité augmente donc rapidement en fonction du pH qui diminue. La capacité d'absorption chimique du sol influence aussi sur les besoins en chaux. La quantité de chaux à apporté est déterminé selon le pH 'eau ' qui est la cible à atteindre pour une culture donnée et le pH tampon qui est une mesure de l'acidité de réserve du sol, un sol qui a plus de particules fines auras d'avantage besoins de chaux pour se neutraliser qu'un sol de texture grossière.

Le pH est important en hydroponie vu l'absence de l'effet tampon que donne le complexe argilo-humique des sols classiques. C'est à cause du pH que les éléments nutritifs sont assimilables ou non par les plantes (DUTHIL, 1973).

Selon (LOUE, 1986) l'augmentation du pH réduit la solubilité et l'absorption des oligo-éléments tel que : aluminium, cobalt, cuivre, fer, zinc et plus particulièrement le manganèse et augmente celle de molybdène.

L'optimum physiologique du pH pour la majorité des espèces cultivées se situe entre 5,5 et 5,8 (CHAUX, 1972).

Brun (1989) indique que le contrôle du pH de la solution nutritive à pour objectifs de :

- Neutraliser l'alcalinité naturelle de l'eau.
- Eviter la précipitation des éléments minéraux notamment le phosphore et le calcium.
- Mener le pH de la solution dans une zone favorable à l'absorption de la majorité des éléments minéraux.
- Ajuster le pH de la solution aux exigences de l'espèce.

3. La Conductivité électrique :

Elle représente la concentration totale en éléments minéraux contenu dans la solution. Il est à noter que si la concentration est faible, les racines prélèvent très facilement les éléments minéraux en quantités insuffisantes. Lorsque la concentration augmente, l'eau est difficilement absorbée et par conséquent le potentiel hydrique diminue (LETARD, 1995).

La conductivité électrique de la solution nutritive doit être propre à chaque espèce cultivée et permettant une absorption équilibrée en eau et en éléments nutritifs au niveau des racines (VITRE, 2003).

Une CE élevée limite l'absorption du Ca^{2+} , la production de la matière fraîche et la capacité d'échange des ions (HO et ADAMS, 1994 in DEROUICHE, 2011)

1. Origine et historique

Le concombre est originaire de l'Inde, est de culture très ancienne, en Europe et dans tous les pays méditerranés mais la relative brièveté de son cycle végétatif lui a permis de s'étendre dans des pays plus septentrionaux, tel que l'Allemagne et les pays – Bas (CHAUX, 1972).

A une époque récente des améliorations très sensibles obtenues par sélection, ont abouti à un type nouveau. Le Concombre de serre qui a conquis une place importante dans la plus part des pays industrialisés d'Europe occidentale (Pays-Bas, Grande-Bretagne (CHAUX, 1972).

CHAUX et FOURY, 1994, montrent que des arguments botaniques et historiques donnent pour origine à l'espèce *Cucumis sativus* : Les contreforts de l'Himalaya, au nord ouest de l'Inde.

2. Intérêt agro économique du concombre

2.1. Dans le monde :

Le concombre occupe le sixième rang parmi les légumes avec une production évaluée à 13 millions de tonnes (FAO, in CHAUX et FOURY ,1994)

Sur le continent américain, les USA sont de loin le plus gros producteur avec environ 800 000 tonnes (CHAUX et FOURY ,1994)

Parmi les pays plus proche, hors de la CEE (environ 115 500 tonnes de production), il y a lieu de mentionner les fortes productions de l'Egypte et de la Turquie et l'importance du concombre dans les pays de l'Europe de l'Est notamment Pologne et tchécoslovaque où les productions en serre sont importantes et susceptibles de participer substantiellement à l'offre internationale (CHAUX et FOURY ,1994).

2.2. En Algérie :

Selon (NEGRI, 1990), le concombre est considéré comme un légume de deuxième plan. Il est moins apprécié par le consommateur algérien en comparaison avec la pomme de terre et la tomate, mais peut présenter une de plus rentable spéculation si certaine amélioration sont apportées.

Ce même auteur indique que le secteur privé a été de plus longtemps le premier fournisseur du marché intérieur en légumes frais.

La culture de concombre est dispersée dans toutes les régions de l'Algérie du nord au sud. Le concombre est cultivé sous serre à cause de leur rendement qui atteint 1100qx /has

alors que en plein champ leur rendement par hectare voisine à 133 qx (ANONYME in CHENOUN, 2004).

Tableau 6 : production et rendements de concombre cultivé sous serre.

Années	Concombre		
	Superficies	Production	Rendement
	(ha)	(qx)	qx /ha
2002	424 ,14	318 530	751
2003	504,62	357 810	709,1
2004	482 ,72	365 240	756 ,6
2005	539,87	430 560	797,5
2006	677,89	455 150	671,4
2007	652,69	470 211	720,4
2008	572,16	335 348	586,1
2009	528,97	470 128	888 ,8
2010	531,24	444 695	837,1
2011	550,53	456 333	828,9
2012	555,47	465 598	838,2

Source : (MADR 2012)

3. Caractéristiques botaniques de la plante

Selon BUSSARD (1963), le concombre est une plante annuelle à une tige herbacée rampante, anguleuse garnie de poils rudes et pourvus de vrilles.

Selon CHAUX et FOURY(1994), le concombre à des feuilles pentagonales rarement Trilobées, très poilues, le système racinaire est dense, plutôt superficielle, plus ou moins ramifié selon la nature du substrat. En plein terre certaines racines peuvent atteindre 0 ,80 m de profondeur.

Les fleurs sont jaunes, unisexuées, les males généralement fasciculées les premières, les femelles solitaires plus rarement géminées se reconnaissent à leur ovaire inférieur très apparent (BUSSARD, 1963).

Selon le même auteur l’ovaire après la fécondation se renfle en un fruit oblong irrégulièrement cylindrique, lisse ou couvert de petits tubercules épineux, blanc jaune ou vert à la maturité, la chair en est épaisse, ferme, aqueuse, blanche ou verdâtre.

Des graines nombreuse longuement ovales aplaties, blanchâtre, semblable à celles du melon, se trouvent moyées dans la pulpe qui remplit trois loges centrales des fruits (BUSSARD, 1963).

4. Classification

4.1. Systématique :

- **Classe :** Gamopétales ;
- **Série :** Gamopétales inferrovies tétracyclique ;
- **Ordre :** Gempanulales ;
- **Familles :** Cucurbitaceae ;
- **Genre :** Cucumis ;
- **Espèce :** Cucumis Sativus ;(EMBERGER, L, 1960)

4.2. Classification variétale :

L'espèce *Cucumis sativus* est cultivée sous deux formes :

- Une forme à petits fruits à épicarpe plus ou moins velu ou verruqueux, récoltés jeunes et utilisés comme condiments le cornichon ;
- Une forme à fruit beaucoup plus volumineux, demi-long à long, à épicarpe lisse ou épineux à laquelle est réservé le terme de concombre (CHAUX et FOURRY ,1994).

Selon (CHAUX, 1972), les hybrides de concombre F1 possèdent des caractères de résistance à des maladies graves telles que la nuiles (cladospiose) et la maladie des taches foliaires.

Les fruits proviennent de fleurs fécondées même partiellement deviennent difformes et perdent toute valeur commerciale.

Certaines hybrides F1 sont plus rustiques et moins sujettes à la déformation peuvent être cependant cultivées sous châssis.

5. Exigences

5.1. Exigences climatique :

5.1.1. Température :

Selon CHAUX (1972), le concombre requiert un climat chaud et humide la température doit être maintenue entre 16 et 18 C° la nuit entre 23 et 26 C° le jour, mais des températures diurnes très supérieures peuvent être atteinte sans dommage, pour peu que l'hygrométrie soit maintenue à un taux élevé.

Les origines subtropicales du concombre lui confèrent des exigences élevées en chaleur. Les températures optimales varient selon le stade du cycle, l'intensité lumineuse, mais également, selon le type variétal (CHAUX et FOURY, 1994)

Selon (CHOUX et FOURY, 1994), les meilleures conditions de levée sont réalisées aux environ de 25-30 C°.

Le concombre est souvent considéré comme le plus exigeant au regard de la température du substrat que de celle de l'air. La température joue, en effet un rôle déterminant dans la surface d'absorption racinaire et dans le prélèvement de l'eau par la plante (CHAUX et FOURY, 1994).

D'après les mêmes auteurs l'optimum de la température se situant plutôt à 23-24C°, notamment pour les cultures hors sol.

Le concombre craint le froid, les températures basses sont défavorables à la plante, soit directement le développement soit en favorisant certaines maladies comme le mosaïque du concombre (CEDRAT, 1977)

5.1.2. La lumière :

Selon (CHAUX et FOURY, 1994), l'espèce a une capacité naturelle à croître fleurir et fructifier en jour courts de 12heurs au moins à condition de bénéficier de suffisamment de lumière. Elle régit positivement jusqu'à des niveaux d'intensité lumineuse très élevés.

Selon le même auteur sans de faibles niveaux d'éclairement en durée et intensité, la croissance des feuilles et des organes axiaux est réduite.

Sous forte intensité et surtout en jours longs la plante adaptée un port à tendance plus buissonnante entre nœuds courts et ramifications abondantes.

5.1.3. L'humidité :

Selon (BEN LAREDJ, 1990), le concombre est très exigeant en humidité du sol et de l'air en raison d'un système racinaire superficielle et de la structure particulière des feuilles (Cuticule très mince favorisant l'évapotranspiration).

Les conditions optimales d'hygromètre de température.

- A 25C° l'humidité est comprise entre 50 et 80 %
- A 30C° l'humidité doit être à 90 %

La diminution de l'humidité de l'air accompagnée d'une augmentation de la température augmente le pourcentage de fruits amers et favorise le développement de l'araignée rouge.

5.2. Exigences édaphiques :

Le concombre pousse mieux sur des sols meubles, des marnes sablonneuses mais il peut tout aussi bien se développer sur n'importe quel sol bien drainé avec un pH de 6.0 à 7.3 (ANONYME 2003 in BENZAHRA, 2013)

Avant de préparer le sol, il faut en retirer toutes les grosses pierres et les branches trop longues. Il faut rajouter au sol des résidus de matériau végétal au moins quatre semaines avant de planter ou de semer. Il faut contrôler les mauvaises herbes avec un labourage superficiel du sol (à la herse) avant de planter le concombre (BENZAHRA, 2013)

Les exigences en sol ne sont pas importantes, le pH optimal est de 5.5 à 6.8. Il ne doit pas être asphyxiant ni trop frais au printemps. Il est recommandé d'éviter les sols pauvres, trop lourds ou compacts, Un niveau élevé en matière organique est toujours souhaitable. (SKIREDJ et al, 2005)

5.2. Exigences nutritionnelle :

D'après (LAUMONIER, 1979) une fertilisation rationnelles et en bon moment associer des conditions de milieu favorable nous donnent des fruits de qualité et un bon rendement. Pour une récolte de 70 à 100 tonnes on a l'exportation de 200 unités d'azote, 100 unités de P₂O₅ et 300 de K₂O.

Les fumures de bases son répondues avant le labour dans les proportions suivants :

- Fumure organique :- 60 à 80 tonnes de fumier décomposé;
- Engrais minéraux : -1 ,5 qx d'ammonitrate 33,5%
 - 6 qx de superphosphate 46%
 - 3qx sulfate de potasse 50 %

Les engrais supplémentaire peuvent augmenter considérablement les récoltes. L'épandage sera fractionné en 3etapes, la première fois à l'apparition des premières fleurs, la deuxième et troisième fois à un intervalle de 15 à 20 jours. Il est conseillé de donner les engrais supplémentaires alternativement fumier-engrais minéraux comme suivant :

- 67 unités d'azote à apporter 20 jours après plantation
- 100 unités de K₂O à apporter 40 jours après plantation
- 33 unités d'azote à apporter 80 jours après plantation (CHENOUN ,2004).

6. Différents travaux d'entretien

6.1. Lutte contre les mauvaises herbes :

La lutte contre les mauvaises herbes se fait par leur arrachage manuellement, surtout celles qui se trouvent au voisinage des plantes. Ce travail permet un bon développement des plantes, car elles se trouvent sans aucun concurrent pour la nutrition, la lumière et l'air. (LEMAIRE, 1989).

6.2 . Le palissage :

Le palissage est une opération qui a pour but de maintenir des plantes solidement et comme support pour la production. Le palissage est indispensable. Les plantes sont palissées sur ficelle autour de laquelle elles sont enroulées au fur et à mesure de leur croissance par les vrilles. Les ficelles sont fixées à leur extrémité au fil de fer (LEMAIRE, 1989).

6.3. Le buttage :

Le buttage est une technique culturale qui se fait superficiellement surtout quand la plante prend certaines formes.

Le système racinaire se développe et se ramifie facilement sous terre, pour s'alimenter en eau et en éléments fertilisants. Le buttage n'est pas obligatoire, dans le cas d'une irrigation goutte à goutte (JEANNEQUIN in AIT OUZZOU, 2010).

6.4. L'aération :

L'aération a un intérêt dans le renouvellement de l'air à l'extrémité de la serre. Une mauvaise aération provoque le flétrissement puis le dessèchement des feuilles et des fruits, aussi elle favorise le développement des maladies cryptogamiques. (JEANNEQUIN in AIT OUZZOU ; 2010)

6.5. L'effeuillage :

L'effeuillage est une opération qui consiste à supprimer toutes les feuilles qui se trouvent à la base et qui touchent le sol. Il permet de protéger les plantes contre certaines maladies cryptogamiques d'une part et d'autre part donne une plus grande vigueur à la plante (JEANNEQUIN in AIT OUZZOU ; 2010).

6.7.La taille :

D'après (LEMAIRE, 1989) la taille consiste à supprimer les premiers fruits formés à la base des plantes dès leur formation, ainsi que les rameaux jusqu'à une hauteur de 50 cm du sol. De 50 à 120 cm, tailler les rameaux à deux yeux et au dessus de 120 cm à trois yeux.

7. Maladies et ennemis du concombre

Des maladies variées et nombreuses attaquent le concombre. La majorité se manifeste sous la forme de taches sur la partie supérieure ou inférieure des feuilles ou sur le fruit. Une ample rotation des cultures aide à prévenir les maladies. (MESSIAEN et *al*, 1991)

Tableau 7 : maladies et ennemis du concombre et la lutte conseillé

Maladies et ennemis	Symptômes	Lutte conseillé	Observation
Oïdium	Poudrage blanc sur les feuilles	<ul style="list-style-type: none"> - Thiovit (prev) - Nimroud Avril - Sys thane 12^E 	Ces produits sont efficaces sur deux types d'oïdium. Thiovit est autorisé en bio. Il n'y a pas de risque de résistance.
Mildiou	taches foliaires nécrotiques, surface inférieure un duvet blanc.	<ul style="list-style-type: none"> - 3Xrin QLrtiIR - La bouillie bordelaise. - La bactérie <i>Bacillus subtilis</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliser des plants sains et variétés résistantes. - Eviter de planter trop serré.
Cladosporiose Anthracnose	Taches nécroses sur feuilles, en creux avec duvet gris sur fruit	<ul style="list-style-type: none"> - chlorothalonil - Mancozebe - Trioforine 	-
Botrytis	Duvet gris sur fruit. Extrémité des fruits	Rovrel ronilan surmisclex	-
Pucerons	Feuillage cloque Présence de colonies à la face inférieure des feuilles	Best karaté K	Intervenir très tôt sur les foyers de pucerons. Surveiller l'installation des axillaires naturels. Le traitement insecticide doit être réalisé seul le matin
Virus de la mosaïque	Plantes chétives Mosaïque sur feuilles, fruits, bosselés	Filets d'insecte (maille de 0.6mm)	-
Acariens et Aleurodes	Taches circulaires sur les feuilles	Bioresmenthrine Deltamethrine	Lutte biologique s'avère efficace

(CHAUX 1994) et (SAUZET, 1987).

8. Récolte

La récolte de concombre de pleine terre commence habituellement vers le 15 juillet, même quelque fois plus tôt selon les régions. Elle se prolonge en fonction de l'échelonnement des semis jusqu'aux premières gelées automnales les concombres sont récoltés d'après leur volume et non d'après leur maturité, en ce qui concerne les cornichons, le ramassage des jeunes fruits est assuré plusieurs fois par semaine, peu de jours après le début de la floraison. On ramasse généralement à partir du début du mois de juillet.

On estime qu'un concombre est bon à être récolté alors qu'il est franchement vert, possède encore une certaine brillance et qu'il est bien ferme, mais quoi qu'il en soit, il y a intérêt à les récolter alors qu'ils ont atteint les deux tiers de leur développement complet, soit de 35 à 40 cm de longueur, sinon il perd de sa valeur marchande.

Les cultures sous châssis se récoltent en année normale, du 15 avril à la fin du mois de juillet.

Les rendements sont de l'ordre de 200 à 300 t à l'hectare, ceci en fonction de la qualité de la culture. (LAUMONIER ; 1979).

1. L'objectif de l'expérimentation

Notre travail vise à étudier l'impact de la concentration et du potentiel hydrogène d'un milieu salin sur la croissance et le développement d'une glycophyte cultivée le concombre (*Cucumis sativus*) variété super marketer, cultivée en hors sol et irriguée par cinq milieux nutritifs présentant des concentrations salines différentes.

2. Matériel végétal utilisé

L'espèce utilisée durant l'expérimentation est le concombre (*Cucumis sativus*), variété super-marketer dont les semences proviennent de l'ITCMI (STAOUALI) récoltées en 2011. Les caractéristiques de cette variété sont :

- Variété fixée demi précoce et productive;
- Les fruits sont demi-longs de forme cylindrique, de couleur verte plus clair à l'extrémité ;
- Variété sensible à la salinité;
- Bonne aptitude à la fructification.

3. Conditions de l'expérimentation

3.1. Lieu d'expérimentation :

Notre expérimentation s'est déroulée au niveau de la station expérimentale de département des sciences agronomique de l'université de Blida située dans la plaine de la Mitidja, dans une serre en polycarbonate dont l'orientation est nord-sud et la superficie est de 382,5m².

L'aération est assurée par des fenêtres placées latéralement de part et d'autres de la serre. Le chauffage de la serre en période froide est réalisé à l'aide de radiateurs à eau chaude et qui est actuellement en panne.

L'évolution de la température interne de la serre a été contrôlée par un thermomètre suspendu au centre de la serre.

La température à l'intérieur de la serre a été contrôlée par un thermomètre placé au centre de la serre. Des relevés de températures à (09h ; 12h ; 16h) ont été réalisés afin d'indiquer les températures moyennes hebdomadaires présentées dans le tableau suivant :

Tableau 08 : Moyennes des températures par décade en °C

Périodes	Températures en C°		
	09h	12h	16h
17-12-12 au 26-12-12	11,9	26,1	24,1
27-12-12 au 05-01-13	9,5	20,1	20,9
06-01-13 au 15-01-13	8,7	20,8	22,2
16-01-13 au 25-01-13	10,8	17,2	18,7
26-01-13 au 04-02-13	9,2	22,5	22,9
05-02-13 au 14-02-13	8	17,8	22,5
15-02-13 au 24-02-13	10,1	22,3	24
25-02-13 au 06-03-13	6,62	19,7	19
07-03-13 au 16-03-13	14	25,7	24,3
17-03-13 au 26-03-13	16,8	24,5	24,4
27-03-13 au 05-04-13	19,4	27,2	26,2
06-04-13 au 15-04-13	17,9	29	26,6

Suite aux données établies dans le tableau au dessus, nous constatons que les températures moyennes matinales, étaient défavorables à la croissance du concombre et ce par rapport aux données déjà cité au par avant qui se situent entre 20 et 22°C. A partir de 12h, les températures moyennes deviennent plus favorables à la croissance de l'espèce étudiée.

3.2. Substrat et Conteneurs :

Dans notre expérimentation on a utilisé du gravier roulée de carrière 3 à 8 mm de diamètre comme substrat. Il provient de la carrière de Chebli situé à 25 Km d'Alger. Afin d'écarter tous les risques de contamination, une procédure de désinfection du substrat a été effectué comme suite :

- Lavage à l'eau afin de supprimer les particules terreuses et les débris végétaux ;
- Remplissage des pots avec le gravier lavé;
- Désinfection du gravier avec une solution Hypochlorite de sodium diluée de concentration initiale 12°, durant 24h;
- Au moment du semis, rinçage abondant de tous les pots à l'eau courante pour éliminer toutes les traces de l'eau de javel fortement nocives pour les jeunes plantes

Les conteneurs utilisés sont des pots en plastique de couleur noir, ayant une capacité de 3 ,5l et présentant des orifices de drainage à leur base permettant l'évacuation de la solution nutritive excédentaire.



Figure 0 2 : Aspect général d'un pot

3.3. Essai de germination :

La germination a été réalisée le **28 /11/2012** dans des boîtes de pétri contenant du papier filtre imbibé d'eau et déposées dans une étuve réglée à 25°C. L'eau distillée est ajoutée en cas de dessèchement du papier filtre. Après cinq jours de germination. La faculté germinative était de 90%.

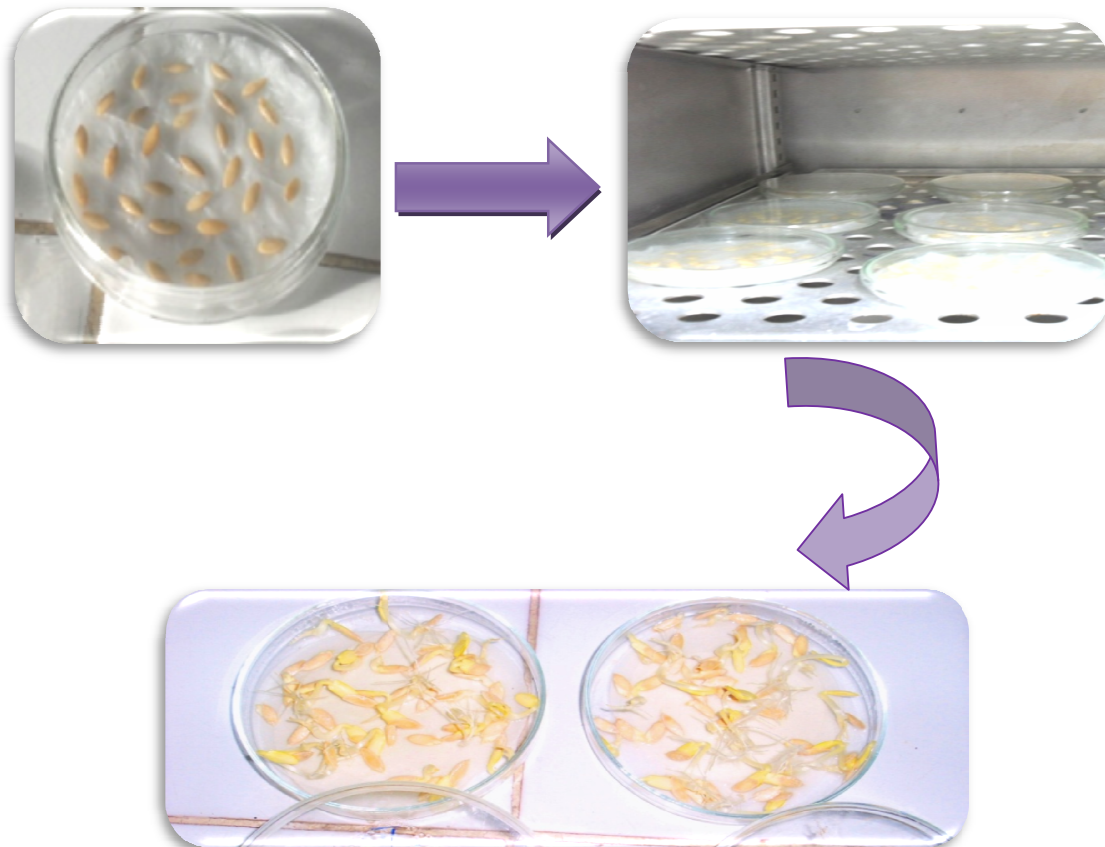


Figure 3: Essai de germination des graines du concombre

3.4 .Repiquage des germes :

Après la germination des grains, un repiquage des jeunes germes en place définitive a été réalisé le **2 /12/ 2012** à raison de deux germes par pot.



Figure 04: Aspect général des jeunes plantules après repiquage

Les jeunes germes en pots ont été arrosés avec de l'eau de robinet pendant **10** jours afin de favoriser la reprise des jeunes plantules et ce jusqu'au **12/12/2012**.

L'arrosage avec une solution nutritive standard a débuté le **13/12/2012** soit dix (**10**) jours après semis, et ce juste après l'apparition de la première feuille dans le but d'avoir un matériel végétal vigoureux et homogène de départ.

Le **06/01/2013** soit **36** jours après semis, nous avons procédé à l'application des différents traitements, où les plantes semblaient être homogènes.



Figure 5: Aspect général des plantules avant l'application des traitements

4. Dispositif expérimental

L'affectation des traitements se fait d'une manière aléatoire selon la table des permutations des nombres aléatoires de 1 à 10. Nous avons un plan sans contrôle d'hétérogénéité (randomisation totale) comportant 5 traitements (T1, T2, T3, T4, T5). Pour chaque traitement, nous avons 7 observations soit 35 en total.



Figure 6: Vu du dispositif expérimental

5. Description des différents traitements

5.1 .Caractéristique de l'eau de Blida :

Les traitements utilisés sont des eaux salines non conventionnelles provenant de la région de Cheliff. Pour satisfaire les besoins des plantes durant l'expérimentation, il nous apparut difficile de s'approvisionner en cette eau. Donc, il a été nécessaire de reconstituer cette eau saline avec l'eau de Blida sur le site expérimental.

Tableau 09: Teneurs des différents éléments minéraux contenus dans l'eau de Blida: meq/l
pH=7.30

Element	Teneur en mg/l	Teneur en meq /l
K ⁺	00	00
Ca ⁺⁺	56,00	2.80
Na ⁺	29.90	1.30
Mg ⁺⁺	21.60	1.80
NO ₃ ⁻	21.70	0.35
SO ₄ ⁻⁻	38.40	0.80
CL ⁻	21.30	0.60
HCO ₃ ⁻	245,00	4.08
Total	433.90	11.73

Source : (SNOUSSI, 2001)

5.2. Les traitements utilisés :

T1 : solution saline naturelle d'oued Chélif reconstituée avec l'eau de Blida, pH=7,5

T2 : solution saline naturelle d'oued Chélif dont seul le pH est corrigé à 5,5-5,8 par HNO₃ et H₃PO₄

T3 : Solution saline corrigée. pH=5,5-5,8

T4 : solution saline corrigée diluée à 20% du T3

T5 : Solution saline corrigée diluée à 40% du T3

5.3. Elaboration du traitement T1 :

Le traitement T1 est une solution saline naturelle reconstituée avec l'eau de Blida :
pH=7,5

Tableau 10: Eau saline d'oued Cheliff naturelle, reconstituée avec l'eau de Blida en meq /l .pH=7 ,52

	NO ₃ ⁻ 0.35	PO ₄ ³⁻ 00	SO ₄ ²⁻ 0.80	Cl ⁻ 0.60	Total
K ⁺ 0				0,35	0,35
Na ⁺ 1.30			1,14	7,46	9 ,90
Ca ⁺⁺ 2.80				6,45	9,25
Mg ²⁺⁺ 1.80			7,40		9,20
NH ₄ ⁺ 00					
HCO ₃ ⁻ 4.08					4,08
Total	0,35		9,35	14,86	

Quantités et ordre de dissolution des sels : T1

- KCL=0,35×74,54=26,08mg /l
 - Na₂SO₄=1,14×71,01=80,95mg /l
 - Na Cl = 7.46 × 58.43 = 435.88mg/l
 - CaCl₂ = 6.45 × 73.51 = 474.01 mg /l
 - MgSO₄ = 7.40 × 123,18 = 911.53mg /l
 - Teneur de l'eau de Blida =433,9mg/l
- } Total = 2362,35 Soit 2 ,36g /l

5.4. Elaboration du traitement T2 :

Le traitement T2 n'est qu'une correction de pH de traitement T1. La correction consiste à utiliser des acides pour ramener le pH au voisinage de 5.5 à 5.8 jugés favorables pour le développement et la croissance des plantes.

Tableau 11 : Eau saline d'oued Cheliff naturelle, reconstituée avec l'eau de Blida en meq /l.pH=5,5-5,8

	NO ₃ ⁻ 0.35	PO ₄ ³⁻ 00	SO ₄ ²⁻ 0.80	Cl ⁻ 0.60	Total
K ⁺ 0				0,35	0,35
Na ⁺ 1.30			1,14	7,46	9 ,90
Ca ⁺⁺ 2.80				6,45	9,25
Mg ²⁺⁺ 1.80			7,40		9,20
NH ₄ ⁺ 00					
HCO ₃ ⁻ 4.08	2,20	1 ,10			4,08
Total	2,55	3,30	9,35	14,86	

Deux types d'acides ont été utilisés pour la correction de l'eau à savoir, l'acide nitrique (HNO₃) et l'acide phosphorique (H₃PO₄). Ces deux acides permettent d'une part l'abaissement du pH et l'apport des éléments utiles tels que les nitrates et les phosphates.

La quantité d'acide à apporter est calculée selon la formule suivante:

$$Q \text{ (meq/l)} = (\text{quantité d'HCO}_3 \text{ dans l'eau en méq/l}) \times 0.833$$

$$Q = 4.08 \times 0.833 = 3.39 \text{ méq / l d'eau}$$

Cette quantité d'acide sera partagée entre:

- **H₃PO₄ = 1.1 méq / l** (correspondant aux besoins des végétaux qui sont de 3.3 méq / l de phosphore) compte tenu que H₃PO₄ est trivalent.
- **HNO₃ = 3.3 – 1.1 = 2.2 méq / l** (besoin partiel en nitrates).

Quantités et ordre de dissolution des sels : T2

- HNO₃⁻ = 2.20 × 63 = 138,6mg/l
 - H₃PO₄ = 1.10 × 98 = 107.8 mg/l
 - KCL = 0,35 × 74,54 = 26,08mg /l
 - Na₂SO₄ = 1,14 × 71,01 = 80,95mg /l
 - Na Cl = 7.46 × 58.43 = 435.88mg/l
 - CaCl₂ = 6.45 × 73.51 = 474.01 mg /l
 - MgSO₄ = 7.40 × 123,18 = 911.53mg /l
 - Teneur de l'eau de Blida = 433,9mg/l
- Total = 2608.75 soit 2 ,60g /l

5.5. Elaboration du traitement T3 :

Le traitement T3 est une correction du traitement T1 .Le traitement T3 renferme tous les éléments nécessaires au développement des plantes à s'avoir les macroéléments et la solution complémentaire d'oligoéléments avec correction du pH (5,5-5,8)

Tableau 12: Eau salin d'oued Cheliff naturelle, reconstituée avec l'eau de Blida en meq/l corrigé avec les acides et oligo-éléments .pH=5,5-5,8

	NO ₃ ⁻ 0.35	PO ₄ ³⁻ 00	SO ₄ ²⁻ 0.80	Cl ⁻ 0.60	Total
K ⁺ 0				4,35	4,35
Na ⁺ 1.30			0,42	8,18	9 ,90
Ca ⁺⁺ 2.80	5,85			0,60	9,25
Mg ²⁺⁺ 1.80			7,40		9,20
NH ₄ ⁺ 00	1,80				1,80
H ⁺	2,20	1 ,10			3,30
Total	10,20	3,30	8,62	13,50	

Quantités et ordre de dissolution des sels : T3

- HNO₃⁻ = 2.20 × 63 = 138,6mg/l
 - H₃PO₄ = 1.10 × 98 = 107.8 mg/l
 - KCL = 0,35 × 74,54 = 26,08mg /l
 - Na₂SO₄ = 1,14 × 71,01 = 80,95mg /l
 - Na Cl = 7.46 × 58.43 = 435.88mg/l
 - Ca(NO₃)₂ = 5,85 × 118,04 = 690,53mg/l
 - CaCl₂ = 6.45 × 73.51 = 474.01 mg /l
 - MgSO₄ = 7.40 × 123,18 = 911.53mg /l
 - NH₄NO₃ = 1,80 × 80,00 = 144,00 mg/l
 - Teneur de l'eau de Blida = 433,9mg/l
 - Oligo-élément A et B = 14,80mg /l
- Total = 3317,26 soit 3,31g /l

Les différents traitements sont élaborés à base d'une solution mère de macroéléments puis diluée au moment de la préparation de la solution qui sera prête à l'utilisation. Un certain ordre de dissolution est respecté afin d'éviter toute précipitation et ceci en commençant par

les produits à fonction acide et les plus solubles, en suite on rajoute au fur et à mesure les autres produits.

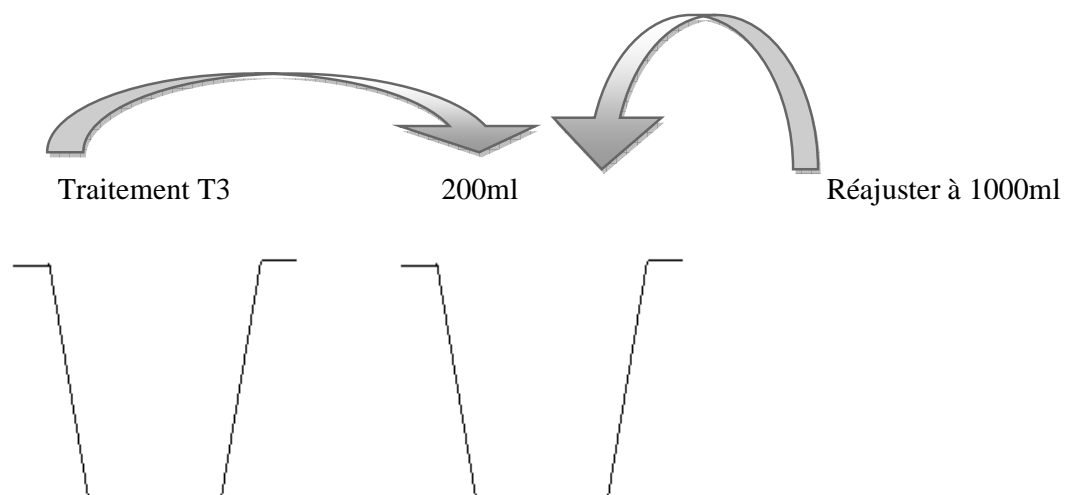
Toutes les eaux corrigées ainsi que la solution standard renferment aussi les solutions complémentaires (A et B) d'oligo-éléments représentés dans le tableau suivant :

Tableau 13: Composition des solutions complémentaires d'oligo-éléments A et B

Solution A			Solution B		
Eléments	Dose g/l	Prélèvement ml/l	Eléments	Dose g/l	Prélèvement ml/l
Molybdates D'ammonium ($(\text{NH}_4)_6(\text{MO}_7\text{O}_{24})4\text{H}_2\text{O}$)	0.50	0.10	Séquestrène de Fer	2.00	5.00
Acide borique (H_3BO_3)	15				
Sulfate de manganèse ($\text{MnSO}_45\text{H}_2\text{O}$)	20				
Sulfate de cuivre ($\text{CuSO}_45\text{H}_2\text{O}$)	2.50				
Sulfate de zinc ($\text{ZnSO}_47\text{H}_2\text{O}$)	10				

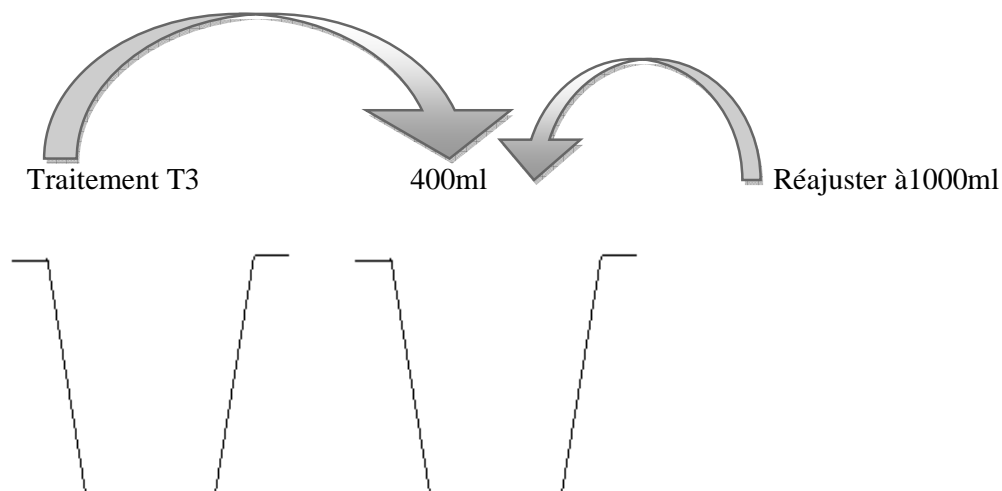
5.6. Elaboration du traitement T4 :

Le traitement T4 est une dilution à 20% du traitement T3. Pour 1L de T4 on prend 200 ml de T3 et en l'ajuste jusqu'à 1000 ml avec de l'eau naturelle. pH=5,5-5,8.



5.7. Elaboration du traitement T5 :

Le traitement T5 est une dilution à 40% du traitement T3. Pour 1L de T5 on prend 400 ml de T3 et on l'ajuste jusqu'à 1000 ml avec de l'eau naturelle. pH=5,5-5,8



Le contrôle de pH et de la conductivité électrique (C.E) est obligatoire avant chaque utilisation afin d'éviter les éventuelles erreurs de dosage.

6. Entretien de la culture

6.1. Les traitements phytosanitaires :

Au cours de l'expérimentation, nous avons effectué des traitements préventifs pour écarter toute attaque cryptogamique ou d'insectes nuisibles contre les plantes selon le modèle suivant :

Tableau 14: Programme des traitements phytosanitaires réalisés en alternance:

Dates	Produit	Matière active	Désignation	Dose	Fréquence du traitement
05/02/2013	Duresban	Chorpyriphos-éthyle (50g/kg)	Traitement préventif contre les insectes	3 g / l	1 fois/ semaine
15/01/2013	Medomyl	Mancozeb 64% Metaloxyl 8%	Traitement préventif contre les maladies cryptogamiques	3 g / l	1 fois/ semaine

6.2. Le palissage :

Puis ce que le concombre est une espèce liane, donc, à un moment donné on remarqué que les plantes avaient tendance à se recourber ce qui nous a permis de confectionner des tuteurs à la ficelle, permettant de maintenir les plantes dressées



Figure 07: Vue générale des plantes après palissage

6.3 .Le lessivage :

L'opération consiste à éliminer les sels non absorbés par les plantes par un arrosage tout les week-ends avec l'eau de robinet afin d'éviter leur accumulation dans les Conteneurs.

6.4. Doses et fréquences d'arrosages :

Il est important dans la culture hors sol de connaître les besoins journaliers en eau des cultures, pour pouvoir rationaliser les besoins selon les stades de développement du végétal et ce pour éviter les déficits et les éventuels excès de solution nutritive.

La dose et les fréquences des arrosages varient selon le cycle de développement de la plante et les conditions microclimatiques telle que la température.

Tableau 15: Doses et fréquences des arrosages

Dates	Stade végétatif	La dose d'irrigation	La fréquence
13/12/2012 au 06/01/2013	Germination au stade trois feuilles	20ml	3fois / jours
07/01/2013 au 10/03/2013	Stade trois feuilles au début floraison	40ml	3fois / jours
11/03/2013 au 20/03/2013	Début floraison à la formation des fruits (cornichons)	60ml	3fois / jours
21/03/2013 au 14/04/2013	Formation des fruits à la récolte	100ml	4fois / jours

7. Paramètres étudiés

Afin d'évaluer le comportement et l'évolution de notre espèce, différents paramètres ont été mesurés :

7.1. Paramètres biométriques mesurées :

- Aspect général des plantes ;
- Vitesse de croissance ;
- Hauteur finale des plantes ;
- Nombre des feuilles ;
- Diamètre des tiges ;
- Matière fraîche et sèche produites:
 - Poids frais et sec de la partie aérienne (tige + feuilles) en g ;
 - Poids frais et sec des racines en g ;
 - Le taux de matière sèche en %.

Le taux de matière sèche est exprimé en pourcentage (% MS) et qui est calculé comme suit:

$$\% \text{ MS} = (\text{Poids sec} / \text{poids frais}) \times 100 = \text{taux de matière sèche}$$

7.2. Paramètres de production :

- La récolte ;

Nous avons effectué la récolte au stade final (maturité des fruits)

- Taux d'avortement des fleurs ;

Le taux d'avortement est exprimé par la différence entre le nombre totale des fleurs femelles apparues et le nombre total des fleurs nouées ou transformées en fruits.

7.3. Paramètres biochimique :

7.3.1. Dosage de la chlorophylle :

L'extraction de la chlorophylle **a** et **b** est réalisé selon la méthode de Francis et al (1970). La méthode d'extraction consiste en une macération des feuilles (0.1g) dans 10 ml d'un mélange de l'acétone et de l'éthanol (75 % et 25%) de volume et de (80% et 40%) de concentration. Les feuilles sont coupées en petits morceaux et mises dans les boites noires (pour éviter l'oxydation de la chlorophylle par la lumière). Après 48h plus tard, on procède à la lecture des densités optiques des solutions avec un spectrophotomètre (UV), à deux longueurs d'ondes : (645 et 663 nm). La détermination des teneurs réalisée selon les formules

- Chl a ($\mu\text{g/g MF}$) = $12,7 \times \text{DO}_{(663)} - 2,59 \times \text{DO}_{(645)} \times V / (1000 \times W)$.
- Chl b ($\mu\text{g/g MF}$) = $22,9 \times \text{DO}_{(645)} - 4,68 \times \text{DO}_{(663)} \times V / (1000 \times W)$.
- Chl c ($\mu\text{g/g MF}$) = $1000 \times \text{DO}_{(470)} - 1,82 \times \text{Chl a} - 85,02 \times \text{Chl b} / 100$

V : volume solution extraite et W le poids de matière fraîche de l'échantillon

7.3.2. Dosage de la proline :

La proline est dosée selon la technique utilisée par Troll et Lindesly (1955) simplifiée et mise au point par Dreier et Goring (1974) et modifiée par Monneveux et Nemmar (1986).

Le principe est la quantification de la réaction proline-ninhydrine par mesure spectrophotométrique. La proline se couple avec la ninhydrine en formant un complexe coloré. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de proline dans l'échantillon.

La méthode consiste à mettre 100 mg de matière fraîche végétale dans des tubes à essai et on ajoute 2 ml de Méthanol à 40 %. Les tubes couverts (pour éviter la volatilisation de l'alcool) sont portés à l'ébullition au bain-marie à 85 °C pendant 60 min.

Après refroidissement, 1 ml de la solution a été prélevé de chaque tube et mis dans de nouveaux tubes auxquels, nous avons ajouté 1 ml d'acide acétique et 25 mg de ninhydrine.

Ensuite, on ajoute, dans chaque tube, 1 ml d'un mélange contenant; 120 ml d'eau distillée, 300 ml d'acide acétique, 80 ml d'acide ortho phosphorique.

On porte les tubes à essai à ébullition au bain Marie durant 30 min. Après refroidissement des solutions, on ajoute 5 ml de toluène dans chaque tube. Après agitation au vortex deux phases apparaissent. On prélève la phase supérieure à laquelle on ajoute 5 mg du sulfate de

sodium, puis on les laisse au repos pendant 48h. On procède à la lecture de la densité optique des échantillons avec le spectrophotomètre (UV) à la longueur d'onde de 528 nm.

La détermination de la teneur de la proline est réalisée selon la formule:

$$\text{Proline } (\mu\text{g/g MF}) = \text{DO}_{528} \times 0.62$$

1. Paramètres biométriques mesurées :

1.1. Aspect général des plantes :

Durant toute l'expérimentation, l'effet traitement était bien remarquable sur les plantes du concombre, variété super marketer.

L'observation globale sur l'ensemble des plantes a permis de distinguer les aspects suivants :

a) Les plantes irriguées par la solution saline naturelle (T1) durant leur cycle de développement, sont chétives, de couleur jaunâtre avec un nombre réduit de feuilles, de fleurs, et de petits fruits immatures. Visuellement on pouvait remarquer l'effet dépressif du sel sur les plantes irriguées par la solution saline naturelle.



Figure 08: Comparaison entre les plantes irriguées par le traitement salin naturel (T1) et le traitement salin corrigé (T 3)

b) Les plantes irriguées par la solution saline naturelle corrigée (T3) et les solutions nutritives diluées (T5 et T4), sont plus vigoureuses, bien développées et présentent un

feuillage très important avec une couleur verte foncée, un nombre élevé de fleurs et des fruits mûrs.



Figure 09: Vue générale des plantes de concombre alimentées par les différents traitements.

1.2. La vitesse de croissance :

La croissance des plantes a été suivie, périodiquement. Des mesures de hauteur des plantes ont été effectuées tous les dix jours durant l'expérimentation. Les résultats obtenus sont exprimés en cm/jr, et sont représentés dans la figure 12:

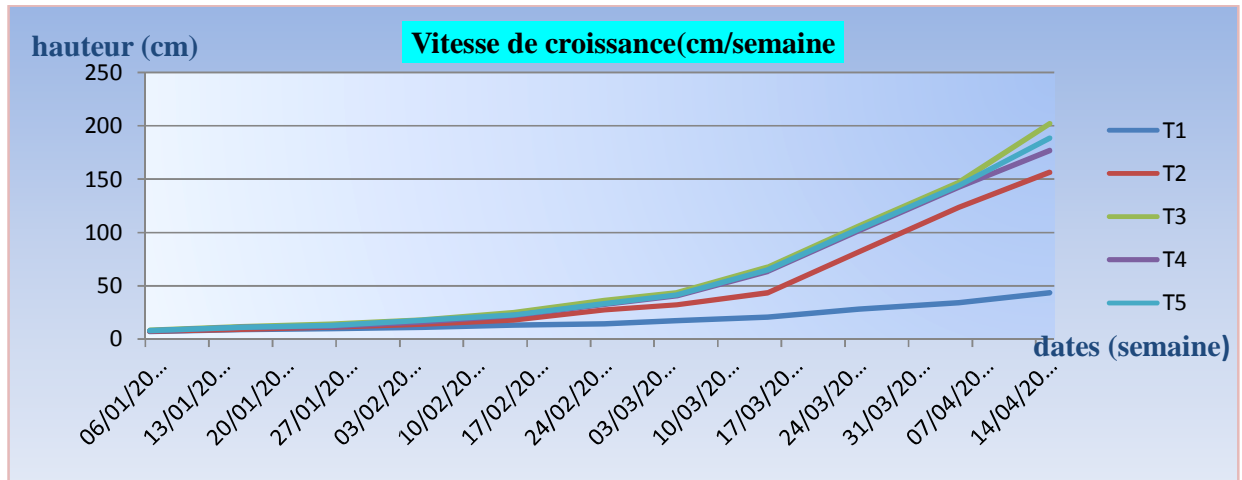


Figure 10 : Vitesse de croissance des plantes de concombre en cm/semaine

La figure 12 montre l'évolution de la vitesse de croissance des plantes de concombre après l'application des différents traitements. Selon les courbes de croissance, on remarque qu'à partir du 06-01-2013 jusqu'au 03-02-2013 une stabilisation du paramètre mesuré, cela correspond à la phase d'adaptation des jeunes plantules aux différents traitements. Du 03-02-2013 au 17-02-2013, on observe une légère augmentation dans la vitesse de croissance résultant de l'effet de la salinité exercée sur les plantes. Durant la dernière phase de croissance à savoir du 17/02/2013 au 14/04/2013, on note une augmentation de la vitesse de croissance pour les plantes arrosées par les traitements T3, T4 et T5 et ce par rapport aux traitements T1 et T2.

La correction des eaux exerce une action significative sur la vitesse de croissance des plantes, cela pourrait s'expliquer par les courbes obtenues pour les plantes traitées avec le T3, T4 et T5.

Le traitement (T2) où on a corrigé uniquement le pH, semble présenter une hauteur plus au moins importante que le traitement dilué à 20% (T4). Par contre, les plantes issues du traitement salin naturel (T1) présentent une vitesse de croissance ralentit par rapport à celle observée chez le traitement salin corrigé et les solutions diluées (20% et 40%). Ceci est expliqué par le déséquilibre ionique, et des carences en éléments fertilisants (macro et micro éléments) indispensables à la croissance et au développement des plantes du concombre.

1.3. Hauteur finale des plantes:

La hauteur finale des tiges a été mesurée à partir du collet jusqu'à l'apex au niveau de chaque plant. Les résultats relatifs au paramètre mesuré, sont présentés dans le tableau 16.

Tableau 16 : Hauteur moyenne finale des plantes (cm)

Traitement Paramètre	T1	T2	T3	T4	T5
Hauteur finale	43,57 ± 0,79 e	156,29 ± 0,76 d	202,14 ± 0,69 a	177 ± 0,82 c	188,57 ± 0,98 b

L'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative ($P < 0,001$) du facteur traitement sur la hauteur finale des plantes. Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% montre l'existence de cinq groupes homogènes.

Les résultats obtenus durant la coupe finale montrent que les plantes irriguées par le traitement salin corrigé (T3) et les traitements dilués (T5) et (T4) présentent une hauteur de croissance plus développée et ce par rapport au traitement salin naturel (T1).

La hauteur finale la plus élevée est enregistrée au niveau du traitement T3 avec une moyenne de 202,14cm, suivi par les solutions diluées à 40% (T5) et à 20% (T4) respectivement. Ceci peut être expliqué par l'équilibre ionique parfait dans les solutions salines corrigées et diluées et de leur richesse en éléments fertilisants, notamment la présence des éléments utiles tels que l'azote, le phosphore, le potassium et les oligo-éléments.

Par contre, la solution saline naturelle (T1) donne les hauteurs les plus faibles et ce en raison du déséquilibre ionique entre les éléments et notamment la déficience en éléments majeurs utiles et en oligo-éléments, aussi un pH alcalin défavorable pour une meilleure absorption hydrominérale des plantes dans ce milieu.

Ces résultats confirment aussi les observations de (IMALET, 1979) où ce dernier a montré que la composition chimique des solutions en sels nocifs tels que le Na Cl, provoquent les symptômes de nanisme, et de rabougrissement des plantes suite à un ralentissement de la croissance due aux fortes concentrations des sels.

Tableau 17 : Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel T1

Traitement Accroissement	T2	T3	T4	T5
Hauteur finale	258,71%	363,94%	307,24%	332,79%

Selon les résultats obtenus du tableau 17 nous remarquons que les traitements corrigés manifestent l'accroissement le plus prononcée de la hauteur finale des plantes de concombre par rapport au T1. Le traitement T3 présente l'accroissement le plus important par rapport au T1 suivi par le traitement T5, alors que les traitements (T4) et (T2) présentent les accroissements les moins importants mais qui restent toujours plus importants que la valeur le traitement salin naturel T1.

1.4 Nombre de feuilles :

Tableau18 : Nombre de feuilles

Traitement Paramètre	T1	T2	T3	T4	T5
Nombre de feuilles	14,71 ± 0,76 e	28,00 ± 1,00 c	45,57 ± 0,98 a	29,71 ± 0,95 c	32,71 ± 1,11 b

L'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative ($P < 0,001$) du facteur traitement sur ce paramètre. Le test de Newman-Keuls ($\alpha = 5\%$) classe les traitements testés en cinq groupes homogènes.

Le nombre de feuilles le plus élevé est obtenu chez les plantes issues du traitement salin corrigé (T3), avec une moyenne de 45 feuilles par plante et le traitement (T5) avec un nombre de 32 feuilles par plante. Ainsi les plantes irriguées par les traitements (T4) et (T2) qui sont classées dans le groupe homogène (c), on dénombre une moyenne de 29 et 28 feuilles par plante respectivement. Alors que celles issue du la solution saline naturelle (T1) n'ayant que 14 feuilles.

Des résultats semblables ont été découverts par (RIOU et al 1997), où ils ont montré que le sel provoque un effet défavorable à la formation des feuilles. Il diminue leur masse individuelle, et finit par entraîner leur dessèchement. La présence marquée du sodium (Na^+) dans les traitements salins naturels exerce une nocivité accrue en bloquant le transfert de certains éléments vers la partie aérienne des plantes. Par conséquent, il en résulte des difficultés d'ajustement osmotique rendant les plantes très sensibles au déficit hydrominéral,

induisant une diminution de la croissance végétative, suivi par une réduction du nombre de feuilles.

En revanche, l'effet de la correction des solutions salines naturelles améliore la production de la biomasse des feuilles. Ceci permet d'affirmer que la formation des feuilles est dépendante du milieu de culture et particulièrement de sa composition ionique.

Tableau 19: Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel T1

Traitement Accroissement	T2	T3	T4	T5
Nombre de feuilles	90,34%	209,10%	101,97%	122,36%

D'après les résultats montrés dans le tableau ci-dessus, on déduit que le paramètre traitement a un effet sur le nombre de feuilles. Cependant le traitement (T3) indique l'accroissement le plus élevé par rapport au (T1), puis le traitement (T5) avec une proportion de 122,36%, alors que le (T4) et le (T2) présents les pourcentages les moins importants.

1.5. Diamètre des tiges (mm)

Tableau 20 : Diamètre des tiges (mm)

Traitement Paramètre	T1	T2	T3	T4	T5
Diamètre des tiges	4,4 ± 0,5 c	6,1 ± 0,7 b	8,3 ± 1,1 a	6,3 ± 1,0 b	6,7 ± 1,1 b

L'analyse de la variance a démontré une différence très hautement significative ($P < 0,001$) du traitement sur le diamètre des tiges. Le test de Newman-Keuls ($\alpha = 5\%$) classe les traitements testés en trois groupes.

Les mesures réalisées ont montré que le groupe (a) correspondant à la solution saline corrigée (T3) a enregistré les plus épais diamètres avec des valeurs de 8,3mm suivie par les traitements (T5), (T4) et (T2), qui sont classés dans le même groupe homogène (b) présentant des valeurs moins importantes, en dernier lieu le (T1) marque la valeur la plus faible 4,4 mm .

Les carences en éléments essentiels des milieux salins naturels provoquent premièrement l'arrêt de la croissance des tissus jeunes, puis rapidement cet état de déficience se disperse dans les différents organes. Il en résulte des troubles des fonctions de la plante, entraînant formellement un ralentissement et un retard de croissance avec apparition de phénomène de plasmolyse aboutissant ainsi à la formation de tiges moins rigides et donc peu développées. (MENGEL, et al 1982).

Tableau 21: Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel T1

Traitement Accroissement	T2	T3	T4	T5
Diamètre des tiges	38,63%	88,63%	43,18%	52,27%

Nous remarquons d'après les résultats présentés dans le tableau 21 que le facteur traitement exerce un effet sur le diamètre des tiges. En effet, nous constatons que le traitement (T3) semble présenter le paramètre le plus élevé avec un accroissement de plus de 88,63% par rapport au (T1), suivie par le traitement (T5) avec une addition de 52,27% plus que le traitement (T1). Néanmoins les traitements (T4) et (T2) présentent les accroissements les moins élevés.

1.6. Longueur des racines (cm)

La longueur racinaire a été mesurée au moment de la coupe finale après avoir dépoter les racines, secouées et lavées pour éliminer le gravier collet.

Tableau 22: longueur des racines (cm)

traitement paramètre	T1	T2	T3	T4	T5
Longueur des racines	22,50 ± 0,5 d	33,00 ± 1,29 c	42 ± 1,08 a	37,43 ± 1,13 b	38,00 ± 1,00 b

L'analyse de la variance relative à la longueur racinaire révéla une différence hautement significative ($p < 0.001$).

Le traitement salin corrigé (T3) a donné la meilleure performance (42cm) présenté par le groupe (a) dominant, suivie par le second groupe (b), représenté par le traitement dilué (T5) avec une moyenne de (38cm) et le traitement dilué (T4) avec une moyenne de (37,43 cm). Ceci peut être expliqué par l'équilibre ionique parfait dans la solution saline corrigée et la solution diluée, et leurs richesses en éléments fertilisants, notamment la présence de macroéléments tels que l'azote, le phosphore, et le potassium aussi la présence des oligoéléments.

Le traitement (T2) présente la valeur de 33cm, ceci est dû à la correction du pH (5,5-5,8) qui est un pH convenable à l'assimilation des nutriments disponibles à la plante. En revanche, la solution saline naturelle (T1) présente la valeur la plus faible 22,50cm

Tableau 23: Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel T1

Traitement Accroissement	T2	T3	T4	T5
longueur des racines	46,67%	86,67%	66,35%	68,89%

Nous remarquons que le facteur traitement entraîne un effet sur la longueur des racines. En effet, nous constatons que le traitement (T3) présente le paramètre le plus élevé avec une valeur de plus de 86,67%, suivie par le traitement (T5) avec une addition de 68,89% plus que le traitement (T1). Cependant les traitements (T4) et (T2) présentent les valeurs les moins élevées.

**Figure 11 :** Aspect générale des racines

1.7. Biomasse fraîche des feuilles, des tiges et des racines [g]:

Les résultats du poids de la biomasse fraîche des feuilles, des tiges et des racines sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 24: Biomasse fraîche des feuilles, des tiges et des racines [g]

Traitement Paramètre	T1	T2	T3	T4	T5
Biomasse fraîche des feuilles [g]	10,44	52,49	119,17	53,11	70,11
	±	±	±	±	±
	0,72 d	0,69 c	0,78 a	0,62 c	0,46 b
Biomasse fraîche des tiges [g]	7,14	40,61	87,74	41,78	72,03
	±	±	±	±	±
	0,93 e	0,55 c	0,63 a	0,77 c	0,97 b
Biomasse fraîche des racines [g]	11,24	56,89	100,74	64,98	94,72
	±	±	±	±	±
	0,77 e	0,66 d	0,72 a	0,63 c	0,80 b

L'analyse de la variance annonce une différence très hautement significative ($p < 0.001$) du facteur traitement sur les trois paramètres mesurés, et selon les résultats

obtenus dans le tableau n°24 on observe que les traitements exercent un effet bien remarquable sur le poids frais des feuilles, des tiges, et des racines, durant tous les périodes de croissance de la plante.

Les résultats obtenus révèlent une différence très hautement significative de l'effet des cinq traitements sur la biomasse fraîche des feuilles.

Les plantes irriguées par la solution saline naturelle (T1), présente une faible biomasse fraîche des feuilles (10,44g). Cela peut être dû au manque des éléments essentiels pour le développement et la croissance des plantes tel que : N, P, K, Fe, Mg.

Selon (MAILLARD.2001), les ions de sodium et de chlorite peuvent être absorbés par les racines et s'accumuler dans les feuilles. Ces ions peuvent provoquer les brûlures et le jaunissement des feuilles.

Les plantes irriguées par la solution saline corrigées (T3), présentent un développement important de la biomasse fraîche des feuilles (119,17g) issu d'un équilibre ionique parfait de la solution. Ceci permet de dire que la formation des feuilles est dépendante du milieu de culture et particulièrement de sa composition ionique, cependant les plantes irriguées par la solution saline diluée à 40% (T5), présentent une biomasse fraîche plus élevés des feuilles (70,11g), par rapport aux plantes qui sont irriguées par la solution salines diluées à 20%(T4) (53,11g), cela est expliqué par la concentration des différents sels dans la solution, cependant les plantes irriguées par la solution saline naturelle (T2) présentent une biomasse fraîche des feuilles (52,49g) bien élevé par rapport aux plantes irriguées par la solution saline naturelles, de ce fait en peut dire que la correction du pH a favorisé une meilleure absorption des sels nutritives ce qui se manifeste par une amélioration de la biomasse fraîche des feuilles.

Les plantes issues de la solution saline naturelle (T1), donnent une masse racinaire chétive. Ceci peut être expliqué par l'accumulation des sels nocifs au niveau des racines des plantes tel que le HCO_3 et le Na Cl. La concentration élevée des sels dans le sol peut augmenter la pression osmotique qui devient égale ou dépasse à celle de suc cellulaire des racines, dans ce cas, le végétal subit un flétrissement temporaire qui peut devenir permanent en cas de déficit hydrique ce qui implique que le stress salin influe sur la biomasse racinaire.

A l'inverse les plantes arrosées par la solution saline corrigée (T3) donnent une biomasse racinaire dense et bien développée.

Les plantes irriguées par la solution salines diluées à 40%, présentent une biomasse fraîche des racines bien développées par rapport aux plantes irriguées par la solution salines diluées à 20%.

Concernant la biomasse sèche des tiges la meilleure performance à été enregistrée au niveau du groupe (a) contenant le traitement salin corrigé (T3), on remarque que la salinité provoque une réduction du poids frais des tiges. Ce résultat est confirmé par (MUNNS *et al.*, 2002), qui ont montré que la réponse à la salinité se manifeste généralement chez la plupart des plantes cultivées par une réduction de la croissance et du développement des plantes.

Tableau 25 : Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel T1

Traitement Accroissement	T2	T3	T4	T5
Biomasse fraîche des feuilles	400,38%	1036,03%	406,30%	568,35%
Biomasse fraîche des tiges	468,77%	1128,86%	485,15%	908,82%
Biomasse fraîche des racines	406,14%	796,26%	478,11%	742,70%

Les résultats montrés dans le tableau n° 25, montrent que le paramètre traitement agit sur la biomasse fraîche des feuilles des tiges et des racines. Cependant le traitement (T3) indique le pourcentage le plus élevé par rapport au (T1), puis le traitement (T5), alors que le (T4) et le (T2) présentent les accroissements les moins importants.

1.8. Biomasse fraîche totale (tiges+feuilles) [g]:

Le poids frais total est pesé au niveau de chaque plant au moment de la coupe finale

Tableau 26: Biomasse fraîche totale (tiges+feuilles) [g]

Traitement Paramètre	T1	T2	T3	T4	T5
Biomasse fraîche totale	17,77 ± 0,57 e	93,02 ± 0,86 d	206,91 ± 0,93 a	94,89 ± 0,84 c	142,35 ± 1,21 b

L'analyse de la variance montre qu'il y a une différence très hautement significative entre les différentes moyennes mesurées de la biomasse fraîche aérienne ce qui met en évidence l'influence des milieux alimentaires sur le paramètre mesuré.

En effet, le test de Newman et keuls au seuil $\alpha = 5\%$ fait ressortir cinq groupes homogènes.

Le poids frais total le plus élevé est enregistré au niveau des plantes alimentées par les traitements salins corrigés(T3) groupe (a), dont la biomasse fraîche totale est de(206,91g), suivi par le traitement salin corrigé (T5) avec une moyenne de (142,35g), la correction de ces eaux a donné un effet bénéfique sur la croissance du concombre dont elle fournis tout les éléments nécessaires aux besoins des plantes avec des valeurs adéquat .

Le groupe (e) concordant aux traitements salins naturels (T1) enregistre une dégradation de la biomasse fraîche total en comparaison avec la solution saline corrigée par une valeur de (17,77g). La concentration élevée en sels au niveau de ce traitement réduit le potentiel hydrique, cause un déséquilibre ionique et provoque une toxicité ionique. Cet état hydrique altéré conduit à une croissance réduite et à une limitation de la biomasse fraîche totale. (BRADFORD et al 1915), confirme que dans un milieu salin, la vigueur du plant est réduite et la biomasse fraîche des organes est proscrite.

Tableau 27: Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel T1

Traitement Accroissement	T2	T3	T4	T5
biomasse fraîche totale (tiges+feuilles)	423,47%	1064,38%	433,99%	701,07%

Les résultats obtenus, montrent que le paramètre traitement influe sur la biomasse fraîche totale. Cependant le traitement (T3) indique le pourcentage le plus élevé par rapport au (T1), puis le traitement (T5), alors que le (T4) et le (T2) présentent les accroissements les moins importants.

1.9. Biomasse sèche des feuilles des tiges et des racines[g]

Ce paramètre est réalisé après séchage des feuilles, des tiges et des racines dans un étuve à 70°C jusqu'à la stabilité du poids sec de cet organe

Tableau 28: Biomasse sèche des feuilles des tiges et des racines

Traitement Paramètre	T1	T2	T3	T4	T5
Biomasse sèche des feuilles	1,92 ± 0,13 e	7,40 ± 0,09 d	16,44 ± 0,10 a	8,66 ± 0,10 c	10,97 ± 0,07 b
Biomasse sèche des tiges	1,25 ± 0,16 e	6,02 ± 0,08 d	9,98 ± 0,07 a	6,47 ± 0,11 c	8,45 ± 0,1 b
Biomasse sèche des racines	0,79 ± 0,05 e	5,59 ± 0,06 d	8,74 ± 0,06 a	6,12 ± 0,05 c	7,59 ± 0,06 b

Selon les résultats enregistrés dans le tableau n°28, on constate que les poids secs des feuilles, des tiges et des racines sont influencés par les différents traitements.

La solution saline corrigée (T3) ainsi que la solution diluée (T5), enregistrent des poids secs pour les feuilles, les tiges et les racines élevés. On peut expliquer ces résultats par

l'équilibre quantitatif et qualitatif des ions minéraux dans le milieu alimentaire ou nutritif, avec un potentiel hydrogène le plus favorable (5,5-5,8), ce qui favorise l'absorption hydrominérale et augmente l'activité photosynthétique.

Tandis que Les différents poids secs enregistrés au niveau de la solution saline naturelle (T1), manifestent une biomasse sèche la plus faible.

D'après (HELLER, 1981), la salinité est une conséquence négative sur la biomasse sèche. Elle influe sur la physiologie de la plante et peut inhiber la photosynthèse à différents niveaux des voies métaboliques.

Tableau 29: Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel T1

Traitement Accroissement	T2	T3	T4	T5
Biomasse sèche des feuilles	285,41%	756,25%	351,04%	471,35%
Biomasse sèche des tiges	3,81%	698,4%	417,6%	576%
Biomasse sèche des racines	607,59%	1006,32%	671,68%	860,75%

Les résultats obtenus révèlent que les traitements testés ont un effet bien remarquable sur la biomasse sèche des feuilles, des tiges et des racines. Egalement, nous pouvons dire que les plantes irriguées par le traitement (T3), présentent le pourcentage le plus élevé tandis que ceux issus de traitements naturels (T2) présentent le paramètre mesuré le plus faible et ceci est observé au niveau des trois organes végétaux.

1.10. Biomasse sèche totale (tige+feuilles)

Tableau 30: Biomasse sèche totale (tige+feuilles)

Traitement Paramètre	T1	T2	T3	T4	T5
Biomasse sèche totale	3,18 ± 0,09 e	13,42 ± 0,10 d	26,43 ± 0,11 a	15,13 ± 0,12 c	19,43 ± 0,12 b

Le poids sec total (feuilles + tiges) est obtenu par séchage des organes végétaux à l'étuve à 70°C jusqu'à stabilisation du poids sec.

Selon les résultats obtenus, on remarque que les traitements testés dans notre expérimentation exercent un effet très hautement significatif sur la production de la biomasse

sèche durant les différents stades de développement des plantes. Le test de Newman et Keuls au seuil $\alpha = 5\%$ fait ressortir cinq groupes homogènes.

Le groupe (a) représenté par le traitement salin corrigé (T3), les plantes alimentées par ce traitement donnent la biomasse sèche la plus élevée, suivie par le 2^{ème} groupe (b) contenant le traitement (T5), ceci est dû essentiellement à la richesse de ces traitements en éléments majeurs et mineurs nécessaire à la croissance de la plante. Aussi, la présence d'un potentiel hydrogène (pH) favorable facilitant l'absorption de ces derniers par les plantes de concombre dans ces milieux nutritifs.

La solution diluée (T4) ainsi que le traitement (T2), sont représentées par les groupes (c) et (d) respectivement. Ces deux traitements présentent les valeurs les moins importantes. Pour la solution saline naturelle (T1) qui est présentée par le dernier groupe (e), la salinité provoque la réduction de la matière sèche totale, conséquence d'une réduction de croissance des plantes. Selon (BOUZID, 2010), la salinité inhibe la croissance des organes de la partie aérienne ce qui se représente très visiblement sur l'aspect de ces plantes entraînant un faible taux de la biomasse sèche totale produite.

Tableau 31: Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel T1

Traitement \ Accroissement	T2	T3	T4	T5
matière sèche totale (tiges+feuilles)	322,01%	731,13%	375,78%	511%

Le tableau ci-dessus, montre l'existence de l'effet traitement sur la biomasse sèche totale. On constate que le traitement corrigé (T3) présente le pourcentage le plus élevée (731,13%) par rapport au traitement (T1), suivie par le traitement (T5) avec un pourcentage du (511%), alors que les traitements (T4) et (T2), présentent les valeurs les moins importantes.

1.11 Taux de matière sèche

Le taux de la matière sèche est exprimé en % du poids frais. Il est calculé par la relation suivante :

$$\text{Taux de matière sèche totale} = (\text{Poids sec total} / \text{Poids frais total}) \times 100$$

Tableau 32: Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel T1

Traitement \ Accroissement	T1	T2	T3	T4	T5
Taux de matière sèche totale	35,57 ± 0,00 a	28,93 ± 0,01 c	25,19 ± 0,01 e	31,80 ± 0,0 b	27,32 ± 0,00 d

L'analyse de la variance montre une différence très hautement significative entre les différentes moyennes mesurées de la matière sèche totale ce qui met en évidence l'influence des traitements testés sur le paramètre mesuré. Dont, le teste de Newman et Keuls au seuil $\alpha = 5\%$ fait ressortir cinq groupes homogènes.

Nous constatons que les plantes irriguées par le traitement salin naturel T1 présentent la valeur la plus élevée du taux de la matière sèche totale ce qui indique selon (HOPKINS, 2003), que les concentrations salines élevées provoquent une sécheresse physiologique précoce de ce fait l'absorption d'eau et de nutriments par les plantes stressées devient de plus en plus difficile.

Les plantes alimentées par le traitement salin corrigé T3 et les dilutions à 20 et 40% présentent un taux de matière sèche le plus faible, Ceci montre bien que la correction des solutions salines naturelles améliore l'état hydrique de la plante. En effet, l'alimentation hydrominérale équilibrée provoque une baisse du taux de la matière sèche de l'organe analysé.

2. Paramètre de production

2.1. Estimation du nombre de fleurs par plante :

L'estimation de la floraison à été faite tous les trois jours. Les valeurs moyennes du nombre de fleurs par plante sont présentées dans tableau ci-dessus

Tableau 33 : Estimation du nombre de fleurs par plante

Traitement \ Paramètre	T1	T2	T3	T4	T5
Fleurs femelles	5,71 ± 1,38 c	6,86 ± 1,86 bc	10,29 ± 1,11 a	7,00 ± 1,73 bc	8,00 ± 1,53 b
Fleurs Males	7,14 ± 1,21 d	11,86 ± 1,07 c	23,71 ± 1,25 a	12,14 ± 1,07 c	15,57 ± 1,13 b

L'analyse de la variance montre qu'il y a une différence significative entre les différentes moyennes mesurées du nombre de fleurs mâles et femelles. En effet, le test de Newman et keuls au seuil $\alpha = 5\%$ fait ressortir quatre groupes homogènes, nous remarquons que le groupe (a) qui représente le traitement salin corrigé manifeste le nombre de fleurs femelles le plus élevé avec une moyenne de 10,29 par rapport au traitement T1 groupe (c) qui représente la moyenne la plus faible, les plantes issues de ce traitement faisant face au stress salin raccourcissent leur cycle de développements en produisant des fleurs qui se transforment vite en petits fruits et ce par rapport aux plantes alimentées par les eaux salines corrigées et diluées (T4 et T5).

Les fleurs mâles sont beaucoup plus nombreuses que les fleurs femelles, d'après le test de Newman et keuls au seuil $\alpha=5\%$, résulte quatre groupes homogènes, nous remarquons ainsi que le traitement salin corrigé manifeste le nombre de fleurs mâles le plus élevé avec une moyenne de 23,71 par rapport au T1 groupe (d) qui donne la valeur la plus faible (7,14). Le groupe (c) contient les deux traitement (T4) et (T2) qui présentent une faible moyenne des fleurs mâles



Figure 12: Fleur femelle du concombre



Figure 13: Fleur mâle du concombre

Tableau 34 : Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel T1

Traitement \ Accroissement	T2	T3	T4	T5
nombre de fleurs femelles	20,14%	80,21%	22,59%	40,10%
nombre de fleurs mâles	66,10%	232,07%	70,02%	118,06%

Nous observant de ces deux tableaux si dessus que l'effet du facteur traitement influe sur le nombre des fleurs males et femelles, cela est montré par la valeur la plus élevé que le traitement T3 présente (80,21% pour les fleurs femelles et 232,07% pour les fleurs femelles) par rapport au T1, suivi par le T5 qui présente des valeurs élevé aussi, alors que les traitements (T4 et T2) présentent les pourcentages les moins élevé pour les deux paramètres mesurés.

2.2. Taux d'avortement

Les résultats relatifs aux taux de fleurs avortées par traitement sont présentés dans le tableau ci-dessus

Tableau35 : Taux d'avortement :

Traitement Paramètre	T1	T2	T3	T4	T5
Taux d'avortement	62,52%	18,20%	1,45%	10,28%	9%

L'analyse de la variance montre qu'il y a une différence significative entre les différentes moyennes mesurées du nombre de fleurs avortées. Le test de Newman et keuls au seuil $\alpha = 5\%$ fait ressortir quatre groupes homogènes. Le premier groupe (a) constitué les valeurs les plus élevé (plus de 60%) représente le traitement salin naturel. Ceci est l'une des conséquences de la salinité et le (pH=7,5) basique défavorable à la croissance des plantes et l'assimilation et éléments minéraux. En effet les plantes stressées accélèrent leur cycle biologique ce qui se traduit par un faible taux de floraison et de nouaison accompagnée par un taux d'avortement élevé or, le deuxième groupe (b) a enregistré un taux d'avortement moins élevé par rapport au traitement salin naturelle bien que le troisième groupe (bc) contenant le T4 et le T5 marque un taux d'avortement beaucoup moins élevé par rapport au T1. Ces résultats pouvant être expliquées par l'accumulation des sels dans les milieux se qui cause le déséquilibre ionique et la mauvaise alimentation hydrominérale des plantes. Le quatrième groupe (c) qui présente le traitement salin corrigé présentent un taux d'avortement le plus faibles et cela pour les meilleurs conditions de culture de ces plantes ainsi, la richesse de ces solutions en éléments minérales et l'équilibre parfait entre les éléments nutritifs et un pH de (5,5 à 5,8) indispensable au développement de la plante.

2.3. Nombre de fruits par plant

Ce comptage est réalisé au niveau de chaque plant au moment du prélèvement.

Tableau 36: Nombre de fruits par plant

Traitement Paramètre	T1	T2	T3	T4	T5
Nombre de fruits par plant	2,14 ± 0,35 e	5,57 ± 1,99 d	10,14 ± 1,24 a	6,28 ± 1,28 c	7,28 ± 1,28 b

Au niveau du nombre des fruits L'analyse de la variance a révélé une différence hautement significative. En effet, le test de Newman et Keuls au seuil $\alpha = 5\%$ fait ressortir trois groupes homogènes.

Les plantes issues de la solution saline naturelle (T1) sont classées dans le groupe (c). Elles manifestent les valeurs les plus faibles. Les fleurs nouées ne donnent que des petits fruits. Les stades grossissement et maturation ne sont pas atteints. De ce fait on peut dire que la salinité provoque un effet défavorable sur les paramètres de production. La diminution de la productivité des plantes est due au déficit hydrique induit par une osmolarité externe élevée ce qui réduit leur croissance et leur surface foliaire, tout en ayant pour conséquence une diminution de la capacité photosynthétique de la plante entière. A l'inverse, les plantes irriguées par les solutions salines corrigées donnent un nombre de fruits élevé et de qualité qui résulte d'un équilibre parfait des milieux nutritifs correspondant et le pH (5,5-5,8) qui est favorable au développement des plantes. Des résultats similaires ont été observés par les travaux de (SATTI S., et al 1994), où ils montrèrent que le nombre de fruit dépend de l'alimentation hydrominérale et notamment de l'équilibre parfait de K^+ et de Ca^{++} .

Tableau 37 : Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel T1

Traitement Accroissement	T2	T3	T4	T5
nombre des fruits par plant	0%	71%	0%	43%

Selon ces résultats nous observons que l'effet du facteur traitement influe sur le nombre de fruits par plant, cela est montré par l'accroissement le plus élevé que le traitement T3 présente (71%) par rapport au T1, suivi par le T5 qui présente un accroissement élevé aussi, alors que les traitements (T4 et T2) présentent les pourcentages les moins importants.



Figure 14: Aspect général des fruits des concombres récoltés

2.4. Poids des fruits (g) :

Le poids frais des fruits par plante est obtenu par pesée de chaque fruit au moment de la récolte. Les résultats sont présentés dans le tableau n° 38.

Tableau 38 : Poids des fruits

Traitement Paramètre	T1	T2	T3	T4	T5
Poids des fruits	21,76 ± 3,17 e	120,09 ± 1,58 d	271,11 ± 3,80 a	151,35 ± 0,96 c	200,36 ± 0,84 b

L'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative ($p < 0.001$) entre les différentes moyennes mesurées. Le test de Newman et keuls au seuil $\alpha = 5\%$ fait ressortir cinq groupes homogènes.

Les traitements corrigés et dilués T5 et T4 sont classés dans les groupes b, c, respectivement, avec des valeurs moins élevées par rapport au T3.

Les plantes alimentées par le traitement salin naturelle (T1) donnent le poids de fruits par plante le plus faible. Or les plantes issues des solutions salines corrigées donnent les meilleures productions, ce qui peut être expliqué par la présence de l'élément potassium en qualité appréciable dans ces milieux alimentaires. Il est à noter que d'après (DIEHIL.R ; 1975) l'élément potassium favorise un bon développement végétatif et par conséquent accroît les organes de réserves ce qui permet une bonne production de fruit.

Tableau 39 : Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel T1

Traitement Accroissement	T2	T3	T4	T5
Poids des fruits	451,88%	1145,90%	595,54%	820,77%

Selon les résultats obtenus du tableau ci-dessus nous remarquons que les traitements corrigés exercent une action plus significative sur le poids des fruits par plantes par rapport au traitement T1. Le traitement T3 présente la valeur la plus importante suivi par le traitement T5, alors que les traitements (T4) et (T2) présentent les valeurs les moins élevées.

2.5. Estimation du rendement [kg] :

Tableau 40 : Estimation du rendement

Traitement Paramètre	T1	T2	T3	T4	T5
Estimation du rendement	0,025	0,55	2,21	0,78	1,17
	±	±	±	±	±
	0,01	0,25	0,35	0,20	0,31
	e	d	a	c	b

L'analyse de la variance montre qu'il y a une différence hautement significative entre les différentes moyennes calculées du paramètre étudié. Ces résultats montrent que l'effet de la salinité et du potentiel hydrogène varie de façon très remarquable entre les différents traitements salins.

Le test de Newman et keuls au seuil $\alpha = 5\%$ indique la présence de cinq groupements homogènes. Ce paramètre est plus important au niveau des traitements salins corrigés (T3 et T5) qui sont classés dans deux groupe successive groupe (a) et groupe (b) avec une valeur de 2,21Kg au niveau de T3 et 1,17 Kg au niveau de T5.

Par contre les traitements T1, T2 et T4 manifestent les valeurs les plus faibles. Ceci est dû d'une part, au retard de la fructification causée par le déséquilibre ionique de ces milieux nutritifs et d'autre part, par le taux d'avortement élevé observé au niveau les plantes irrigués par ces traitements précités.

Tableau 41: Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel T1

Traitement Accroissement	T2	T3	T4	T5
Estimation du rendement	1100%	8740%	3020%	4580%

Selon les résultats obtenus du tableau n°41 nous remarquons que les traitements corrigés exercent une action sur le rendement des plantes par rapport au traitement T1. Le traitement T3 présente la valeur la plus importante suivi en deuxième lieu par le traitement T5, alors que les traitements (T4) et (T2) présentent les valeurs les moins élevé.

3 .Paramètres biochimique

3.1 Quantité de la Chlorophylle (A) $\mu\text{g/g MF}$:

Le dosage de la chlorophylle A été effectué, afin d'identifier sa teneur dans les plantes stressées et non stressées. Les résultats sont présentés dans le tableau N°42.

Tableau 42 : Quantité de la Chlorophylle (A) $\mu\text{g/g MF}$

Traitement Paramètre	T1	T2	T3	T4	T5
Chlorophylle (a)	0,17 ± 0,02 d	0,20 ± 0,01 d	0,82 ± 0,02 a	0,41 ± 0,01 c	0,62 ± 0,15 b

Selon le tableau précédent nous remarquons que l'accroissement de proline le plus élevée par rapport au T4 est celui du traitement T3, suivi de celui du T2 et du T1, avec en dernier l'accroissement du traitement T5. Ce classement est parallèle à celui des quantités de sels présents dans chaque solution.

L'analyse de la variance montre qu'il y'a une différence hautement significative entre les moyennes de chlorophylle (a) mesurées, le test de Newman et Keuls au seuil $\alpha = 5\%$ fait ressortir quatre groupes homogènes. Le groupe (a) représente le traitement corrigé T3 avec une valeur de (0,82 $\mu\text{g/g MF}$). Le groupe (b) renferme le traitement T5 et le traitement T4 dans le groupe (c) avec des valeurs assez proches (0.41 et 0.62 $\mu\text{g/g MF}$). Alors que les deux Traitements T1 et T2 donnent les valeurs suivantes (0,17 et 0.20 $\mu\text{g/g MF}$) respectivement.

Les résultats précédents montrent que les traitements corrigés (T3, T4 et T5) produisent plus de chlorophylle (a) que les traitements salins naturels (T1 et T2). Ceci est lié à l'effet de sels qui limite la croissance foliaire. Lors d'un stress salin, le métabolisme de la plante est affecté. On remarque ainsi une réduction significative au niveau T1 par rapport à la solution saline corrigée T3.

Nos résultats sont analogues aux travaux de (AGASTIAN et al, 2000) le taux de chlorophylle (a) dans les feuilles diminue en présence d'un stress salin.

Tableau 43: Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel T1

Traitement Accroissement	T2	T3	T4	T5
Production de la chlorophylle (a)	17,64%	388,23%	141 ,18%	264,70%

Nous constatons d'après le tableau n°43 que les traitements corrigés donnent les quantités de chlorophylle les plus élevées avec un accroissement très hautement supérieur de

388, 23% pour le T3, et c'est au niveau du traitement salin naturel que l'accroissement reste minime.

3.2 Quantité de la Chlorophylle (B) ($\mu\text{g/g MF}$) :

Le dosage de la chlorophylle B été effectué, afin d'identifier sa teneur dans les plantes stressées et non stressées. Les résultats sont présentés dans le tableau n°44.

Tableau 44: Quantité de la Chlorophylle (B) $\mu\text{g/g MF}$

Traitement Paramètre	T1	T2	T3	T4	T5
Chlorophylle (b)	0,17 ± 0,01 b	0,18 ± 0,04 b	0,35 ± 0,04 a	0,21 ± 0,03 b	0,29 ± 0,07 a

L'analyse de la variance montre qu'il y'a une différence hautement significative entre les moyennes mesurées, le test de Newman et Keuls au seuil $\alpha = 5\%$ fait ressortir deux groupes homogènes.

Les données du tableau montrent que les traitements corrigés sont ceux qui synthétisent la plus importante quantité de chlorophylle (b).

Ces résultats sont expliqués par le fait que les traitements corrigés ont un équilibre ionique ainsi qu'une richesse en éléments minéraux et plus particulièrement l'azote qui donne au feuillage cette couleur verdâtre indiquant la présence de la chlorophylle.

D'une façon générale nous avons constaté que la chlorophylle (b) est moins sensible au stress salin que la chlorophylle (a) et que sa teneur diminue avec l'augmentation de l'intensité du stress conformément à ce que nombreux auteurs ont démontré (KADRI ; et al 2008).

Tableau 45 : Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel T1

Traitement Accroissement	T2	T3	T4	T5
production de la chlorophylle(b)	5,88%	105,88%	23,53%	70,59%

Le tableau 45 montre clairement la différence des teneurs en chlorophylles pour chaque traitement. L'accroissement du traitement T3 est le plus élevée comme il est à la tête du classement suivi du T5 avec une valeur inférieure de plus que la moitié. Le facteur traitement a eu un effet imposant sur la quantité de la chlorophylle (b).

3.3. Quantité de la chlorophylle (C) $\mu\text{g/g}$ MF :

Le dosage de la chlorophylle C été effectué, afin d'identifier sa teneur dans les plantes stressées et non stressées. Les résultats sont présentés dans le tableau n°46.

Tableau 46: Quantité moyenne de la Chlorophylle (C) $\mu\text{g/g}$ MF

Traitement Paramètre	T1	T2	T3	T4	T5
Chlorophylle (C)	3,30 \pm 0,15 c	3,33 \pm 0,44 c	8,34 \pm 0,99 a	5,32 \pm 0,19 b	8,06 \pm 0,12 a

L'analyse de la variance montre qu'il y'a une différence hautement significative entre les moyennes de la chlorophylle (c) mesurées, le test de Newman et Keuls au seuil $\alpha = 5\%$ fait ressortir trois groupes homogènes.

La chlorophylle (c) est la chlorophylle totale, donc la somme des deux précédentes, c'est la chlorophylle la plus sensible à la salinité. Les travaux de (BALIBREA et al 1997) ont montré que l'accumulation des sels affecte la régulation du transport des électrons au niveau des chloroplastes dans la feuille de la plante et affecte par la suite le bon fonctionnement des chloroplastes et diminue la chlorophylle.

Les traitements corrigés manifestent le taux le plus important de chlorophylle (c) et cela du fait que ces derniers ont un équilibre ionique remarquable contrairement au traitement non corrigés.

Tableau 47: Accroissement du paramètre mesuré en fonction du traitement salin naturel T1

Traitement Accroissement	T2	T3	T4	T5
La production de la chlorophylle (c)	0,90%	152,72%	61,21%	144,24%

Le traitement T3 prend toujours la première place avec un pourcentage de 152,72% suivi du T5 avec une légère diminution, le T4 vient en troisième position avec un taux de 61,21%. En dernière place vient le traitement salin naturel T2 avec une valeur très minime.

3.4. Quantité de la proline

La proline s'accumule beaucoup dans les plantes exposées au stress salin. La plupart des travaux signalent qu'elle migre vers les feuilles et s'y localise, c'est pour cette raison qu'il a été décidé qu'elle soit dosée au niveau des feuilles médianes. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 48 : Quantité de la proline ($\mu\text{g/g MF}$)

Traitement Paramètre	T1	T2	T3	T4	T5
Quantité de proline	0,42 ± 0,02 c	0,55 ± 0,02 b	0,77 ± 0,01 a	0,11 ± 0,01 e	0,33 ± 0,02 d

L'analyse de la variance montre qu'il y'a une différence très hautement significative entre les différents traitements testés. Le test de Newman et Keuls au seuil $\alpha = 5\%$ fait ressortir cinq groupes homogènes. Le premier groupe (a) renferme le traitement salin corrigé à s'avoir le T3 qui présente la quantité de proline la plus élevée contrairement au cinquième groupe (e) correspondant au traitement T4 qui présente la quantité de proline la moins élevée dans les feuilles.

La proline augmente de teneur avec l'augmentation de la concentration en sel. En effet l'augmentation des teneurs de la solution d'irrigation en sel est accompagnée parallèlement par une augmentation croissante et relativement régulière de proline (DENDEN et al 2005).

La correction de l'eau saline naturelle améliore considérablement l'absorption hydrominérale des plantes ce qui montre bien que le milieu nutritif est convenable pour la plante. Cependant les traitements salins corrigés tels que le traitement T3 présentent une concentration en sel plus forte que les traitements salins naturels comme le traitement T1, et ce en raison de la correction du traitement T3. Par conséquent, en corrigeant ce dernier traitement, l'osmolarité externe devient alors élevée et donc supérieure à l'osmolarité interne au niveau cellulaire des plantes arrosée par le T3. Afin de permettre le passage de l'eau du milieu externe vers le milieu interne, la plante crée sa propre pression interne en l'augmentant afin de permettre le passage de l'eau du milieu le moins concentré vers le milieu le plus concentré et de ce fait nous constatant une production de proline accrue au niveau cellulaire de ces plantes.

Des résultats semblables ont été découverts par (DJEROUDI, 2009), où il indique que, l'augmentation de la teneur en proline dans les feuilles est en fonction de l'augmentation de la salinité du milieu.

DISCUSSION GENERALE

L'expérimentation réalisée dans ce travail, avait pour but de tester l'impact de la concentration et du potentiel hydrogène des différents traitements sur les paramètres biométriques, de production et biochimiques de la tomate, et ce en hors-sol.

Nous avons jugé utile de synthétiser les résultats obtenus selon les potentialités de chaque traitements afin d'identifier le ou les traitements les plus performants selon les trois critères retenus à savoir :

- Critères biométriques
- Critères de production
- Critères biochimiques

Tableau 49 : Classement des traitements selon les paramètres biométriques :

traitement Paramètre	T1	T2	T3	T4	T5
Hauteur finale	5	4	1	3	2
Diamètre tiges	5	4	1	3	2
Nombre de feuilles	5	4	1	3	2
Biomasse fraîche totale	5	4	1	3	2
Biomasse fraîche des feuilles, tiges et des racines	5	4	1	3	2
Longueur des racines	5	4	1	3	2
Biomasse sèche totale	5	4	1	3	2
Biomasse sèche des feuilles, tiges et des racines	5	4	1	3	2
Taux de la matière sèche totale	1	3	5	2	4
Classement finale	5	4	1	3	2

Selon les résultats présentés dans le tableau (49), nous remarquons que le traitement salin corrigé (T3) manifeste les meilleures performances biométriques et se classe en première position par rapport aux autres traitements. Ensuite, arrivent les traitements salins corrigés dilués à 40% et 20% respectivement.

L'irrigation par l'eau saline naturelle conduit à l'augmentation de la salinité dans le milieu racinaire. Le déséquilibre ionique de traitement salin naturel testé (T1) accentue l'effet de la salinité du milieu alimentaire ce qui limite la croissance des plantes de concombre, et réduit en conséquence, la consommation hydrique et minérale qui est en relation avec l'évapotranspiration.

L'application de traitement salin naturel (T1) aux plantes expérimentées provoque le retard de la vitesse de croissance, la limitation de la croissance et le développement des plantes mis en évidence à travers les différents paramètres mesurés.

Aussi, nous constatons que le traitement salin naturel (T1) manifeste une augmentation significative de la matière sèche totale (feuilles + tiges) et la matière sèche des feuilles par rapport aux autres traitements testés (T3, T5, T4, T2), et ce cause le dessèchement précoce des plantes dû à la mauvaise croissance et à l'inhibition de la photosynthèse au niveau des chloroplastes en particulier par l'accumulation du sodium et des chlorures au niveau des jeunes feuilles qui limitent le mouvement des stomates et de la photosynthèse.

A l'inverse la correction de l'eau saline naturelle et ses dilutions à 40% et 20% a conduit à une augmentation significative de la croissance des plantes et ce au niveau de tous les paramètres étudiés et cités dans le tableau précédent tel que (vitesse de croissance, poids frais totale, nombre de feuilles)

Tableau50 : Classement des traitements selon les paramètres de production :

Traitement Paramètre	T1	T2	T3	T4	T5
Nombre de fleurs males	5	4	1	3	2
Nombre de fleurs femelle	5	4	1	3	2
Taux d'avortement	1	2	5	3	4
Nombre de fruits par plant	3	3	1	3	2
Poids des fruits	5	4	1	3	2
Estimation de rendement	5	4	1	3	2
Classement finale	5	4	1	3	2

L'application des différents traitements (salin naturel T1, traitements corrigés T2, T3 et dilués T4 T5) n'ont pas donné le même effet sur les plantes expérimentées et cela suivant

les paramètres de production montrés dans le tableau (50) en effet la correction des solutions salines naturelles a conduit à une augmentation significative de la croissance des plantes.

L'analyse des principales composantes du rendement a montré que le déséquilibre ionique des traitements salins naturels T1 réduit significativement le nombre et le poids moyen des fruits. (Ashraf et Foolad, 2005)

On note que le traitement salin naturel corrigé T3 présente les meilleurs résultats en terme de nombres de fleurs, poids de fruits ainsi que le rendement. Les autres traitements T5 T4 T2 viennent juste après. Cette amélioration au niveau des résultats s'explique par l'équilibre ionique parfait des milieux nutritifs et par l'apport d'oligo-éléments mais aussi un pH favorable, indispensables à la croissance et au développement des plantes.

Tableau51 : Classement des différents traitements selon les paramètres biochimiques

Traitement Paramètre	T1	T2	T3	T4	T5
Proline	3	2	1	3	4
Chlorophylle (A)	5	4	1	3	2
Chlorophylle (B)	5	4	1	3	2
Chlorophylle (C)	5	4	1	3	2
Classement finale	5	4	1	3	2

Pour ce qui est effet de la salinité de l'eau d'irrigation sur le paramètre biochimique et physiologique analysé à travers l'expression de l'accumulation de la proline montre que les plantes du concombre accumulent ce composé protéinique dans les feuilles à des proportions variable selon les différents traitements.

La teneur en proline se concentre dans les tissus foliaires préférentiellement dans les feuilles apicales, à des teneurs significativement élevée notamment au niveau du traitement salin corrigé (T3) et ce par rapport aux traitements testés.

Cette élévation de la concentration de proline au niveau de traitement salin corrigé est en relation avec la composition et la concentration en osmolytes plus forte que dans les autres traitements testés.

L'osmolarité externe est donc plus forte, ce qui nécessite un ajustement de l'osmolarité interne encore plus forte afin de permettre le passage de l'eau du milieu le moins concentré vers le milieu le plus concentré, ce qui se traduit par une production accrue de proline.

L'élévation de la teneur en chlorophylle (A, B, C) montre que tout le traitement testé répond parfaitement aux solutions d'irrigation préparées. Cependant, la repense des traitements est variable, elle est en fonction de type de sel présent et de l'intensité du stress. Globalement, l'étude de la teneur de la chlorophylle en condition saline, fait ressortir que les traitements sont répartis en deux groupes. Un premier groupe relativement riche en chlorophylle, qui est constitué essentiellement du traitement salin corrigé à savoir le (T3).

Un second groupe relativement pauvre en chlorophylle est constitué par le traitement salin naturel (T1).

L'inhibition du transport du magnésium (Mg), à partir de la racine vers les feuilles stoppe la formation de la chlorophylle (A et B) et donc de la photosynthèse. Il ya apparition de tâches vertes claires sur les feuilles .L'accumulation des sels dans les milieux salins naturels T1 entraîne une toxicité partielle vis à vis des plantes en début de culture. Au fur et à mesure de développement végétatif, on remarque plus ou moins une adaptation des plantes à ce milieu de culture, néanmoins, elles finissent par se dessécher.

En ce qui concerne la teneur en chlorophylle (C) nous remarquons que le traitement T1 présente la teneur la moins élevé par rapport aux autres traitements testé.

CONCLUSION

Notre travail a porté sur l'impact de la concentration et du potentiel hydrogène de milieux salins sur la croissance et le développement du concombre variété super-marketer, cultivée en hors sol.

Il a été constaté au niveau des plantes irriguées par la solution saline naturelle (T1), des perturbations physiologiques très importantes et très sévères chez les plantes de concombre. Le stress salin ainsi que le potentiel hydrogène alcalin engendre une réduction des paramètres de croissance, tels que la hauteur finale des plants, diamètre des tiges, nombre des feuilles, vitesse de croissance, poids frais (tiges, feuilles, racines) et le poids sec (tiges, feuilles, racines). A l'inverse le taux de la matière sèche des plants arrosés par l'eau saline naturelle est plus élevé par rapport aux autres traitements. Néanmoins, au niveau des paramètres de production tels que nombre de fruits, poids frais des fruits, nombre de fruits par plante et le rendement ; on a constaté une action significative de l'effet de la salinité.

En revanche, la solution salin corrigée et les solutions diluées montrent un effet marqué sur les paramètres précédemment signalé et ce durant tous les stades de développement étudiés. Aussi, nous avons obtenu des plantes vigoureuses avec un nombre de feuilles élevé, un chevelu racinaire développé, une production importante de fruits. Ceci, nous a permis de conclure que la correction de l'eau saline joue un rôle bénéfique sur la conduite des plantes de concombre, tout en limitant les dommages provoqués par la salinité.

L'Algérie possède une part importante d'eaux riches en sels qu'il apparaît indispensable de les valoriser en agriculture ou en culture hors-sol. Les résultats obtenus à travers notre travail seront d'un apport important pour participer à une meilleure conduite de la culture du concombre dans les zones arides où la qualité des eaux fournie pour l'irrigation est défavorable.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- ❖ **ABBAD, M., 2011:** Impact des sels nocifs sur le comportement ecophysologique de la culture de tomate (*lycopersicum, exculuntum mill*) variété saine pierre cultivée dans un milieu salin naturel. Thèse de magister. université de Blida.136p
- ❖ **AGASTIAN P., KINGSLEY S.J., VIVEKANANDAN M., 2000:**Effet of salinity on photosynthèses and biochemical characteristics in mulberry genotypes.photosynthetica 38,pp 287 -290
- ❖ **AIT OUAZZOU, F., 2010 :** effet de l'utilisation d'anti-stress de synthèse et biologique sur la production de plants de concombre (*Cucumis sativus* L.) en hors sol et dans des conditions salines. Thèse de magister. université de Blida.71p
- ❖ **ANONYME., 2008 :** les sols salins en Algérie .INSID p 01
- ❖ **ARBAOUI, M., 1997 :** Action de la salinité et du stress hydrique sur le comportement métabolique et anatomique de quelques variétés de tomate industrielle (*Lycopersicum exclentum mill*). Mémoire Magistère. INA, Algérie. 92p.
- ❖ **ASHRAF et FOOLAD., 2007:** Pre-sowing seed treatment shotgun approach to improve germination, plant growth and crop yield under saline non saline conditions, in agronomy, 88:223-271.
- ❖ **AUBERT G., 1979:** les sols sodique en Afrique du nord, INA el Harrach, Alger ,185p
- ❖ **BABA SIDI K ; 2010 :** « effet du stress salin sur quelques paramètres phoenologique (biométrie et anatomie) et nutritionnels de l'Atrilpex en vue d'une valorisation agronomique » thés .magister ; université kasdi merbah –Ouargla, ,75 p
- ❖ **BALIBREA M. E., CAYUELA E., ARTES F. and PEREZ ALFOCEA F., 1997:** Salinity effects on some postharvest quality factors in a commercial tomato hybrid. Journal of Horticultural Science, 72 (6) pp 885-892 .
- ❖ **BENLAREDJ F.Z;1990:** «Influence d'enrichissement de l'air des serre en gaz carbonique sur la croissance et le développement des cultures maraîchères : tomate (*lycopersicum esculentum*), poivron (*capsicum annum*), concombre (*cucumis sativus*) » ; thèse .Ing. INES, Blida, 95p
- ❖ **BENZAHERA .S; 2013 :** « Importance des eaux salines non conventionnelles sur la production de la chlorophylle et de la proline chez une glycophyte cultivée (le concombre :*cucumis sativus* , L).thèse, magister, université de Blida 117p

- ❖ **BEZPALY, 1984** : les plantes cultivées en Afrique occidentale ; Ed : MIR, Moscou ,104p
- ❖ **BLANC.D ; 1987** : Les cultures hors sol ; Ed : INRA, paris ,409 p
- ❖ **BOUAZIZ ; 1980** : tolérance à la salure de la pomme de terre, physiologie. Végétale tome 1 ;p18 .
- ❖ **BOUKACHABIA.E ; 1993** : « contribution à l'étude de quelques mécanisme de tolerance à la salinité chez cinq génotype de blé (*Triticum Durum Desert*) mémoire de magister en production et physiologie ; Annaba ,108 p
- ❖ **BOUZID.Z ., 2010** : Etude de l'effet de la salinité et de la présence du molybdène sur le comportement écophysiolgique de deux variétés de plantes de l'espèce *phaseolus vulgaris* L. Thèse magistère Biologie Végétale. Université Mentouri Constantine. P110
- ❖ **BRADFORD C.W.,(1915)**: Agricultural Experiment station, peanuts , Fayetteville, Arkansas
- ❖ **BRUN R., 1989** : Maitrise de la nutrition des cultures florales en hors sols sur substrat inerte. The Pennsylvanien state University Presse, 277 p.
- ❖ **BRUN.R et MONTAROUN.C 1987**: « Influence de la concentration de la solution nutritive sur la réaction de la plante » Ed : INRA, Paris, 165 p
- ❖ **BUSARD;1963**:culture potagère et culture maraichère .Ed :J.B ;Bailliére. Paris ;524p
- ❖ **CALVET.R ., 2003** : le sol, propriétés et fonction phénomènes physiologiques et chimiques ; Tommes 2 .Ed : France agricole ; 511p
- ❖ **CEDRAT.A ; 1977** : Etude des productions maraichères en Algérie ; volume II .Ed : CM ; 524 p.
- ❖ **CHAUX C. et FOURY C., 1994**: Productions légumières, Tome III, Légumineuses potagères, Légumes fruits, Technique et Documentation – Lavoisier, Paris. 414p.
- ❖ **CHAUX.C., 1972** : Production légumière Ed. J.B. Bailliére. 300 p
- ❖ **CHENOUN.M ., 2004** : « Effet de deux anti-stress combines le fertileader et le fertiactyl sur la croissance et le développement du concombre variété Marketer en hors sol ; thèse .Ingénieur ; INES ; Blida .77p .
- ❖ **CHERAF.A., 2010** : « Valorisation des eaux non conventionnelles en Aridoculture » thèse .magister agronomie ; Blida 95p.
- ❖ **CHEVERY.C ., 1995** : « Comportement des plantes en milieu salé » compte rendu de l'ACAD. d'ARGRIC de France .pp:42-46p.

- ❖ **COIC Y. et LESAIN C., 1975:** La nutrition minérale en eau de plantes horticulture avancée, Document technique S.C.P.A, n °23, Versailles, 21p.
- ❖ **DENDEN M., BETTAIEB T., ALEF SALHI & MATHHOUTHI M., 2005:** Effet de la salinité sur la fluorescence chlorophyllienne, la teneur en proline et la production florale de trois espèces ornementales. *Tropiculture*. pp 220-225
- ❖ **DEROUICHE B., 2011:** écophysiole du haricot (*phaseolus vulgaris*) variete djadida dans un environnement salin. Mémoire de Magister, USD Blida, 120p.
- ❖ **DIEHIL R. ; 1975 :** Agriculture générale. Ed : Baillièrè. Paris. 396 p.
- ❖ **DJERROUDI Z, BELKHODJA M, BISSATI S, HADJADJ S., 2010:** Effet du Stress Salin sur l'accumulation de Proline Chez Deux espèces d'Atriplex Halimus L. et Atriplex Canescens (Pursh) Nutt; *European Journal of Scientific Research*, pp.249-260.
- ❖ **DUTHIL D., 1973 :** Eléments d'écologie et d'agronomie, tome III. Exploitation et amélioration du milieu, emploi des facteurs de la production végétale, Ed J.B Baillièrè, Paris, 392p
- ❖ **EMBERGER, L., 1960 :** *Traité de Botanique Systématique*, vol. 2, Masson & Ciep. 1280-97
- ❖ **FOURY F, ROGANTI T, LECRENIER N, PURNELLE B (1998)** The complete sequence of the mitochondrial genome of *Saccharomyces cerevisiae*. *FEBS Lett* 440:325–331
- ❖ Foury F, Roganti T, Lecrenier N, Purnelle B (1998) The complete sequence of the mitochondrial genome of *Saccharomyces cerevisiae*. pp:325–331
- ❖ **FRAJ S., 2004 :** La salinité et la production végétale. Ed : centre de publication universitaire ; Tunisie. 161p
- ❖ **FRANCIS., 1970:** Cooper enzymes in isolated chloroplasts. *Plant Physiol.*, 24, pp.1-15.
- ❖ **GAMA., 2007:** Physiological response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings to salinity stress. *African Journal of Biotechnology*, pp. 79-88
- ❖ **HELLER, R., 1981 :** «Physiologie végétale, nutrition », 2eme édition. Ed Masson,
- ❖ **HOPKINS, W., 2003 :** « Physiologie végétale » 2eme édition. Ed de boeck et larcier s.a, Bruxelles, 514p.
- ❖ **IMALET, R., 1997 :** Influence de différences concentrations des sels (Na, Cl, Na₂SO₂) des eaux d'irrigations sur le rendement du l'haricot. Thèse. INA, El Harrach. p43.

- ❖ **INSID., 2008** : Institut National Des Sols De L'irrigation et Du Drainage, 6p.
- ❖ **JEANNEQUIN, B., 1992**: « Les plastiques en agriculture », C.A.P. Revue horticole, pp 153-161.
- ❖ **Kadri, K., Cheikh M'hamed, H., Bennaceur, M., Abdellaoui, R., et Bel Hadl, S., 2008** : Evaluation de la tolérance au stress salin de quelques accessions d'orge.
- ❖ **KHAN, M A., HAMID A., SALAHUDDIN, A B M., QUASEM, A., KARIM M A., 1997**: Effect of sodium chloride on growth, photosynthesis and mineral ions Accumulation of different types of rice (*Ovsya sativa*). J. Agronomy and science: pp 149-161.
- ❖ **KHECHAI, S., 2001**: contribution à l'étude du comportement hydrophysique des sols du périmètre irrigué de l'ITDAS dans la plaine de l'outaya (Biskra), Thèse de magister science agronomique. Université de Biskra.
- ❖ **LARBI, A., 2001** : « Absorption hydrominérale chez le concombre (*Cucumis sativus L*) variété 'super marketer' dans des eaux non conventionnelles » ; thèse, Ing, agro Blida .90p
- ❖ **LASRAM, M., 1995** : Comportement des plantes en milieu salé et placé en pourtour Méditerranées A.C.R Acad Agric 81(02) pp47-60
- ❖ **LAUMONIER, R., 1979** : Culture légumières et maraichère Tome 3.Ed : J B Bailliére. Paris p28.
- ❖ **LEMAIRE, F., 1989** : Culture en pots et conteneurs .Ed : INRA .Paris.184p
- ❖ **LETARD, M ., ERARD, P et JEANNEQUIN, B., 1995** : Maitrise de l'irrigation fertilisante : tomate sous serre et abris en sol et hors sol, Ed. C.T.I.F.L., Paris, 220p.
- ❖ **LOUE, A., 1986** : Les oligo-éléments en agriculture Ed : Agri-Nathan Internationale. Paris. 339 p.
- ❖ **LOUIS., 1979** : Culture légumières. Ed : G.B Bailliére ET fils ; pp 167 -171
- ❖ **MAALEM, H ., 2001** : « Amélioration et stimulation de la croissance de la tomate (*lycopersicum esculentum MILL*) par le procédé de ferti-irrigation au stade plantule en milieu salin » .thèse ;Ing, Agro. Blida.92p
- ❖ **MAILLARD, J., 2001** : Le point sur l'Irrigation et la salinité des sols en zone aride : Risques et Recommandations. Handicap International. 35p
- ❖ **MENGEL, K., KIRABY, E.A., 1982**: Principles of plant nutrition, potash Inst 3em Ed .Worblanfen Bern .V.5.N°3,p 151-160.
- ❖ **MESSIAEN, C ,M ;BLANCARD,D.R ;ROUXEL ,F ;LAFON ;R .,1991** :Les maladies des plantes maraichères , INRA ,Paris ,France 547p.

- ❖ **MONNEVEUX, PH ; NAMMAR ., 1986** : Contribution a l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre (*triticum aestivum*) et chez le ble dur (*triticum durum* Desf) étude de l'accumulation de la proline au cours du cycle de développement .Agronomie 6(6)..pp (583-590)
- ❖ **MORARD, G ., 1995**: Les cultures végétales en hors sol, Pub. Agris, Paris, 301p.
- ❖ **MOSTFAOUI, R ., 2003** : Effet d'un engrais liquide le fertiactyle sur le stress salin en milieu hydroponique sur une culture de tomate thèse .Ing. INES. Blida.82 p.
- ❖ **MOUSLIA, M ., 1999** : Effet de la dose et fréquence d'apport de solution salines sur la production de plantes de concombre, thèse .Ing .INES .Blida .95p
- ❖ **MUNNS,R; HUSAIN,S ;RIVELLI A,R, JAMES R.A, CONDON A.G.T, LINDSAY M.P, LAGUDAM E.S, SCHACHTMAN D.P, HARE.R.A., 2002**: « Avenues for increasing salt tolerance of crops, and the role of physiologically based selection traits» plant and soil 247:pp 93-105.
- ❖ **NEGRI, N ., 1990** :L'influence de chauffage sur la culture du concombre sous abris plastique .theses. Ing .Alger.86p.
- ❖ **PARIDA A.K., Das A.B., 2005**: Salt tolerance and salinity effect on plants: review. Ecotoxicology and Environmental Safety., pp. 324-349. Paris, 244p.
- ❖ **RIOU, C, BONHOMME, R, NEVEU, A et PAPY, F., 1997** : « L'eau dans l'espace rurale : production végétale et qualité de l'eau » Ed. INRA, Paris ,411p.
- ❖ **ROBERT, M ., 1996** : Le sol : interface dans l'environnement ressources pour le développement .Ed, masson ; Paris.96p.
- ❖ **SAOU, A ., 2012** : « Impacte des eaux saline non conventionnelle sur la production de la chlorophylle et de la proline chez la tomate (*Lycopersicum esculentum MILL*) et le haricot (*Phaseolus vulgaris*) » .thèse .Ing ; Blida.78p.
- ❖ **SATTI, S., 1994**: salinity induced changes in vegetative and reproductive growth in tomato. Commun. Soil Sci. Pant anal, 25(5 et 6), pp 501-510
- ❖ **SERVANT.J.M ., 1975** : Etude pédologique des sols halomorphes .thèse. Doc. uni, Montpellier .194p.
- ❖ **SZABOCCS, I., 1994**: Soils and salinization. Ed: Hand books of plant and crops stress Marcel Debker. New York. pp 3-11.
- ❖ **TROLL, W., LINDESLEY J., 1955**: A photometric method for the determination of praline. J. Biol. Chem.,215, 655-660

- ❖ **URBAN, L., 1997:** l'Introduction à la production sous serre ; Ed : Maison Rustique, Paris, 180p.
- ❖ **VILAIN, M., 1987 :** la production végétale, les composantes de la production. Tome 1 : techniques et documentation .Lavoisier, paris. 416p.
- ❖ **VITRE, A., 2003 :** Fondements & principes du hors-sol, Doc Vol 3. N° 12, pp 110-121.
- ❖ **ZID, E., 1982:** Relations hydriques dans la feuille de (*Citrus aurantium*) : effets de l'âge et de la salinité. Revu. Tunis, pp195-205.
- ❖ **ZUAZET, R., 1987.**CTIFL : culture légumière sur substrat. Paris ; 276p.

Annexe 1 : Hauteur finale des plantes

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E .T	C .V
Coupe finale	VAR. TOTAL	113702 ,76	34	3344,20	43256,33	0,0000	0,81	0,5%
	VAR. FACTEUR 1	113683,05	4	28420,76				
	VAR. RESIDUELLE 1	19,71	30	0,66				

Annexe 2 : Nombre de feuilles

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E .T	C .V
Coupe finale	VAR. TOTAL	3440,29	34	101,18	914,01	0,0000	0,97	3,2%
	VAR. FACTEUR 1	3412,29	4	853,07				
	VAR. RESIDUELLE 1	28,00	30	0,93				

Annexe 3 : Diamètres des tiges :

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E .T	C .V
Coupe finale	VAR. TOTAL	0,78	34	0,02	16,09	0,0000	0,09	14,3%
	VAR. FACTEUR 1	0,53	4	0,13				
	VAR. RESIDUELLE 1	0,25	30	0,01				

Annexe 4 : Longueur des racines

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E .T	C .V
Coupe finale	VAR. TOTAL	1607,13	34	47,27	367,26	0,0000	1,04	3,0%
	VAR. FACTEUR 1	1574,96	4	393,74				
	VAR. RESIDUELLE 1	32,16	30	1,07				

Annexe 5 : Biomasse fraîche des tiges

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E .T	C .V
Coupe finale	VAR. TOTAL	27337,89	34	84,06	11057,91	0,0000	0,79	1,6%
	VAR. FACTEUR 1	27319,37	4	6829,84				
	VAR. RESIDUELLE 1	18,53	30	0,62				

Annexe 6 : Biomasse sèche des tiges

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E .T	C .V
Coupe finale	VAR. TOTAL	467,55	34	13,75	18234,42	0,0000	0,08	1,5%
	VAR. FACTEUR 1	467,35	4	116,84				
	VAR. RESIDUELLE 1	0,19	30	0,01				

Annexe 7 : Taux de matière sèche des tiges

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E .T	C .V
Coupe finale	VAR. TOTAL	210,89	34	6,20	1036554	0,0000	0,00	0,1%
	VAR. FACTEUR 1	210,89	4	52,72				
	VAR. RESIDUELLE 1	0,00	30	3655432,00				

Annexe 8 : Biomasse fraîche des feuilles

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E .T	C .V
Coupe finale	VAR. TOTAL	43102,82	34	1267,73	24354,41	0,0000	0,67	1,1%
	VAR. FACTEUR 1	43089,56	4	10772,39				
	VAR. RESIDUELLE 1	13,27	30	0,44				

Annexe 9 : Biomasse sèche des feuilles

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E .T	C .V
Coupe finale	VAR. TOTAL	2520,65	34	74,14	40854,97	0,0000	0,12	1,0%
	VAR. FACTEUR 1	2520,19	4	630,05				
	VAR. RESIDUELLE 1	0,46	30	0,02				

Annexe 10 : Taux de matière sèche des feuilles

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRE S MOYENS	TEST F	PROBA	E .T	C .V
Coupe finale	VAR. TOTAL	390,55	34	11,49	1214951,75	0,0000	0,01	0,01%
	VAR. FACTEUR 1	390,55	4	97,64				
	VAR. RESIDUELLE 1	0,00	30	0,00				

Annexe 11 : Biomasse fraîche totale (tiges + feuilles)

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E .T	C .V
Coupe finale	VAR. TOTAL	136208,66	34	4006,14	41530,08	0,0000	0,91	0,8%
	VAR. FACTEUR 1	136184,06	4	34046,02				
	VAR. RESIDUELLE 1	24,59	30	0,82				

Annexe 12 : Biomasse sèche totale (tiges + feuilles)

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E .T	C .V
Coupe finale	VAR. TOTALE	5068,70	34	149,08	72147,55	0,0000	0,13	0,7%
	VAR. FACTEUR 1	5068,18	4	1267,04				
	VAR. RESIDUELLE 1	0,53	30	0,02				

Annexe 13 : Taux matière sèche totale (tiges + feuilles)

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E .T	C .V
Coupe finale	VAR. TOTALE	1130,41	34	33,25	150322,64	0,0000	0,04	0,02%
	VAR. FACTEUR 1	1130,36	4	282,59				
	VAR. RESIDUELLE 1	0,06	30	0,00				

Annexe 14 : Biomasse fraîche des racines

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E .T	C .V
Coupe finale	VAR. TOTAL	35812,04	34	1053,30	17290,39	0,0000	0,72	1,1%
	VAR. FACTEUR 1	35796,51	4	8949,13				
	VAR. RESIDUELLE 1	15,53	30	0,52				

Annexe 15 : Biomasse sèche des racines

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E .T	C .V
Coupe finale	VAR. TOTAL	651,45	34	19,16	27100,49	0,0000	0,08	1,0%
	VAR. FACTEUR 1	651,27	4	162,82				
	VAR. RESIDUELLE 1	0,18	30	0,01				

Annexes

Annexe 16: Estimation du nombre de fleurs males et femelles

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E .T	C .V
Coupe finale (fleurs femelles)	VAR. TOTAL	154,57	34	4,55	8,67	0,0001	1,55	16,4%
	VAR. FACTEUR 1	82,86	4	20,71				
	VAR. RESIDUELLE 1	71,71	30	2,39				
Coupe finale (fleurs males)	VAR. TOTAL	1102,74	34	32,43	200,75	0,0000	1,15	8,2%
	VAR. FACTEUR 1	1063,03	4	265,76				
	VAR. RESIDUELLE 1	39,71	30	1,32				

Annexe 17: Poids des fruits

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E .T	C .V
Coupe finale	VAR. TOTAL	263543,97	34	7751,29	191,78	0,0000	18,18	11,8%
	VAR. FACTEUR 1	253625,22	4	63406,31				
	VAR. RESIDUELLE 1	9918,75	30	330,63				

Annexe 18 : Estimation de rendement

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E .T	C .V
Coupe finale	VAR. TOTAL	27400286	34	805890,75	27,85	0,0000	240,19	18,3%
	VAR. FACTEUR 1	21587244	4	5396811				
	VAR. RESIDUELLE 1	5813042	30	193768,06				

Annexe 19: Nombre de fruits par plant

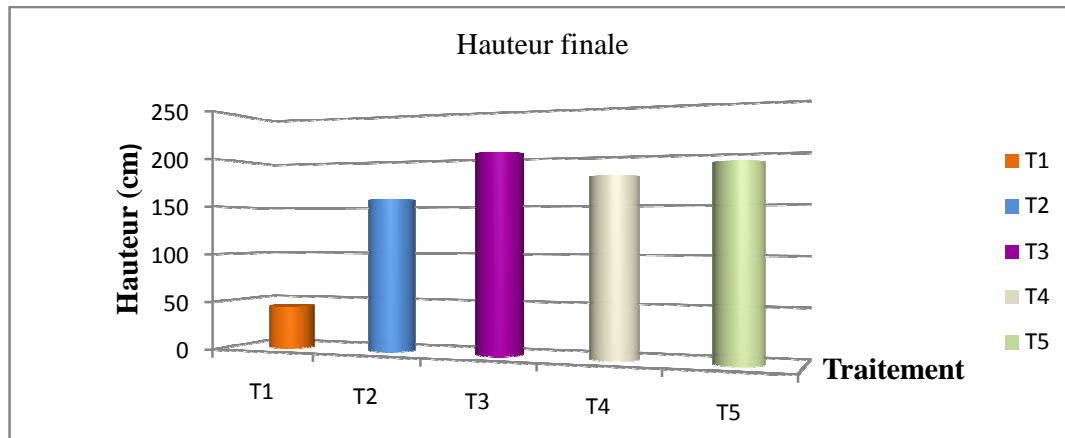
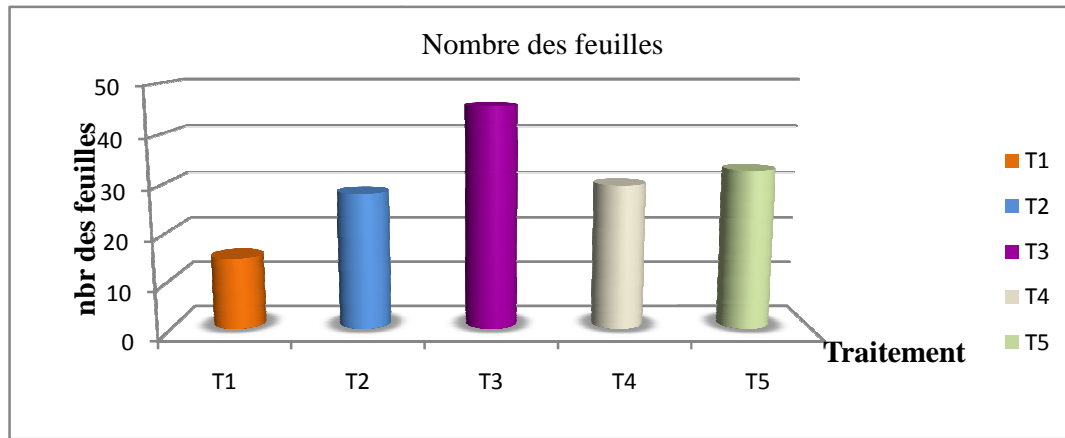
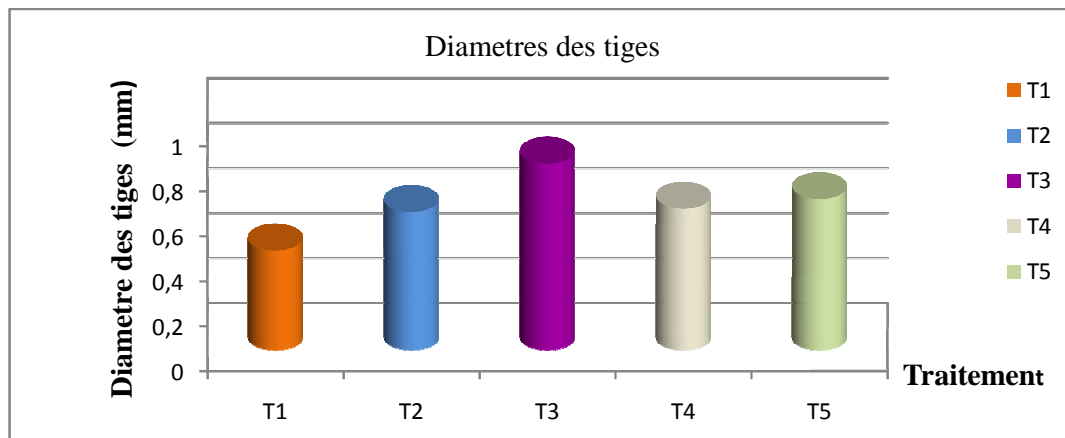
	SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E .T	C .V
Coupe finale	VAR. TOTALE	6,17	34	0,18	7,230	0,0001	0,32	16,3%
	VAR. FACTEUR 1	3,03	4	0,76				
	VAR. RESIDUELLE 1	3,14	30	0,10				

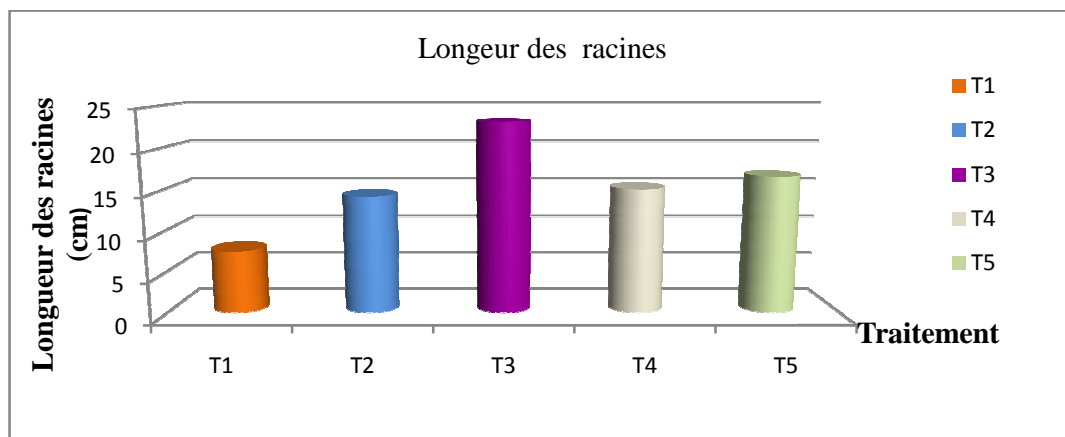
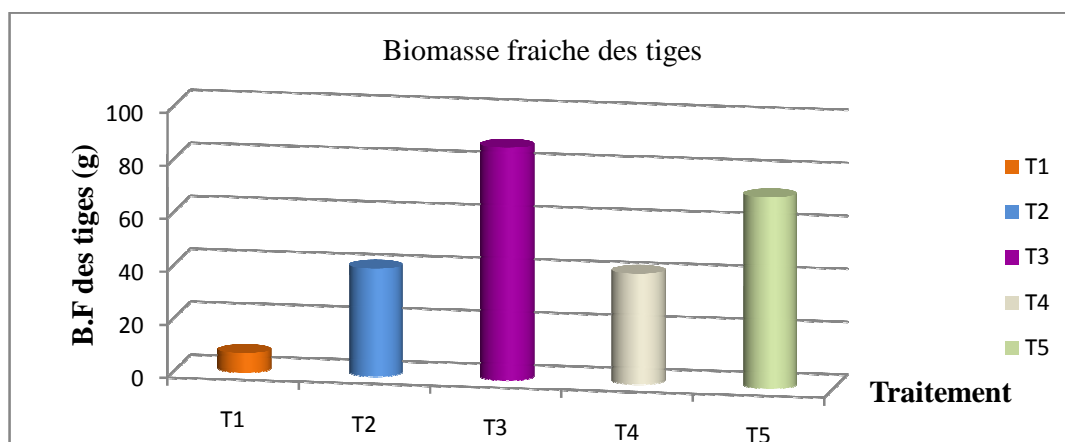
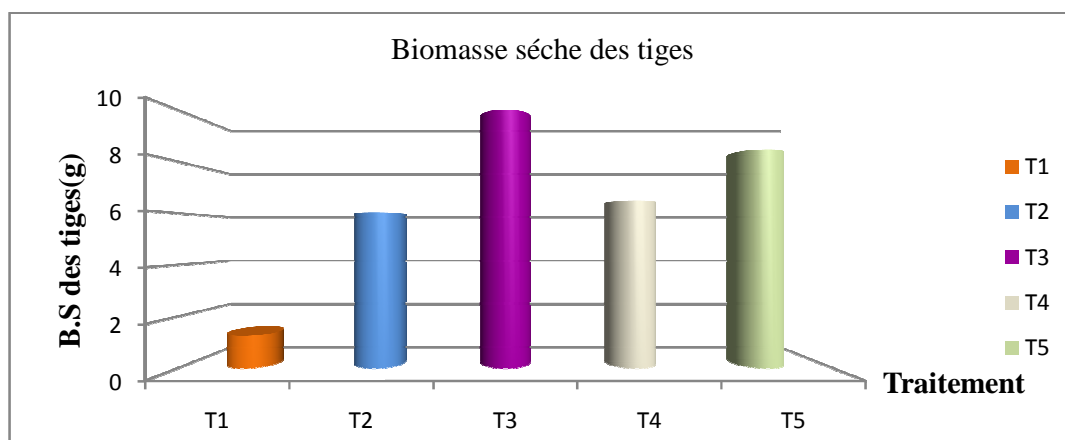
Annexe 21 : Quantité de la Chlorophylle (A, B, C)

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E .T	C .V
Coupe finale (Chl A)	VAR. TOTALE	0,97	14	0,07	48,31	0,0000	0,07	15,5%
	VAR. FACTEUR 1	0,92	4	0,23				
	VAR. RESIDUELLE 1	0,05	10	0,00				
Coupe finale (Chl B)	VAR. TOTALE	0,09	14	0,01	10,40	0,001	0,04	17,4%
	VAR. FACTEUR 1	0,07	4	0,02				
	VAR. RESIDUELLE 1	0,02	10	0,00				
Coupe finale (Chl C)	VAR. TOTALE	75,07	14	5,36	72,28	0,0000	0,50	8,8%
	VAR. FACTEUR 1	72,56	4	18,14				
	VAR. RESIDUELLE 1	2,51	10	0,25				

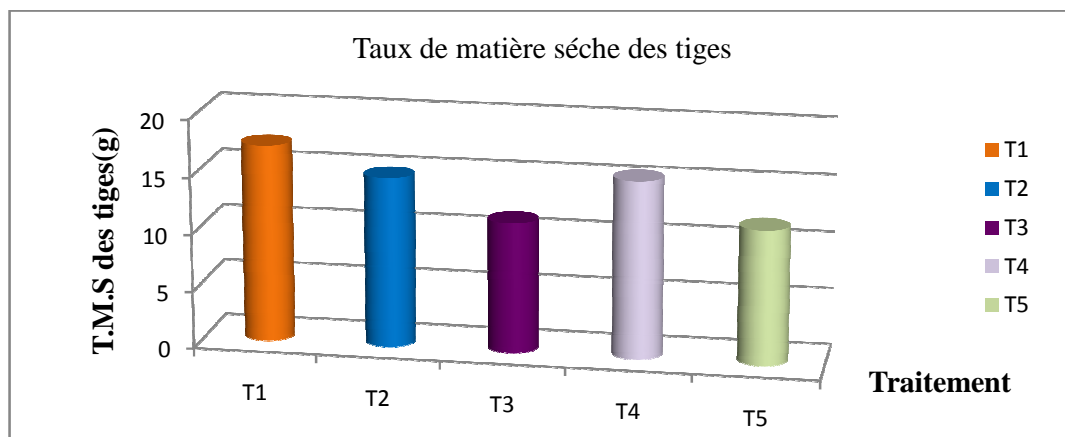
Annexe 22: Quantité de la proline

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E .T	C .V
Coupe finale	VAR. TOTALE	0,73	14	0,05	907,02	0,0000	0,01	3,2%
	VAR. FACTEUR 1	0,73	4	0,18				
	VAR. RESIDUELLE 1	0,00	10	0,00				

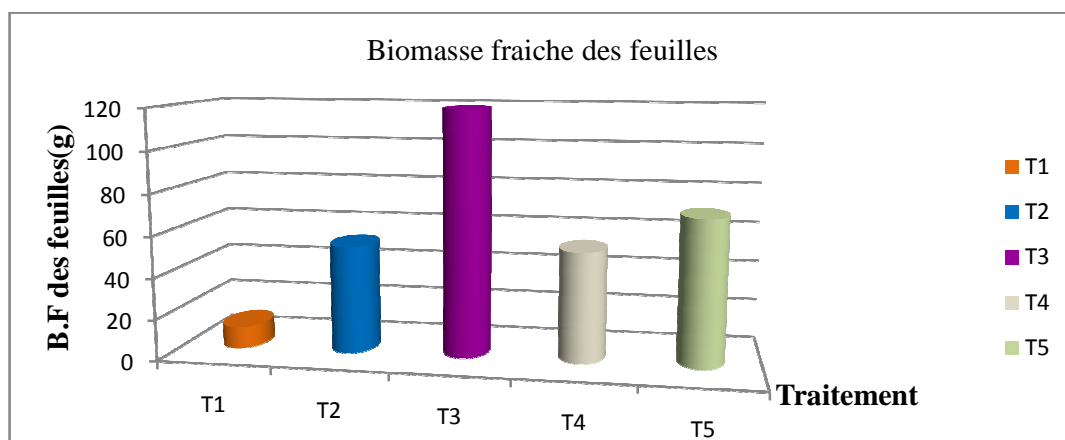
Annexe 1 : Hauteur finale des plantes**Annexe 2 : Nombre de feuilles****Annexe 3 : Diamètres des tiges :**

Annexe 4 : Longueur des racines**Annexe 5 : Biomasse fraîche des tiges****Annexe 6 : Biomasse sèche des tiges**

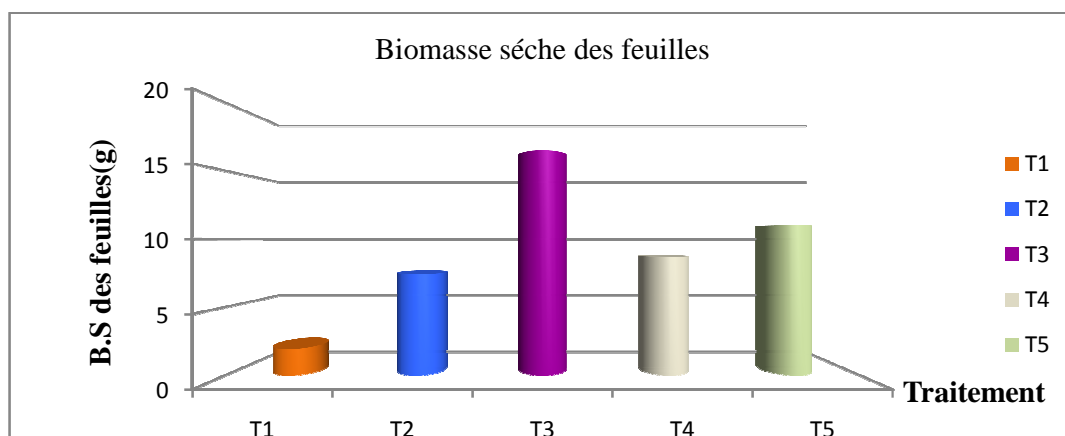
Annexe 7 : Taux de matière sèche des tiges



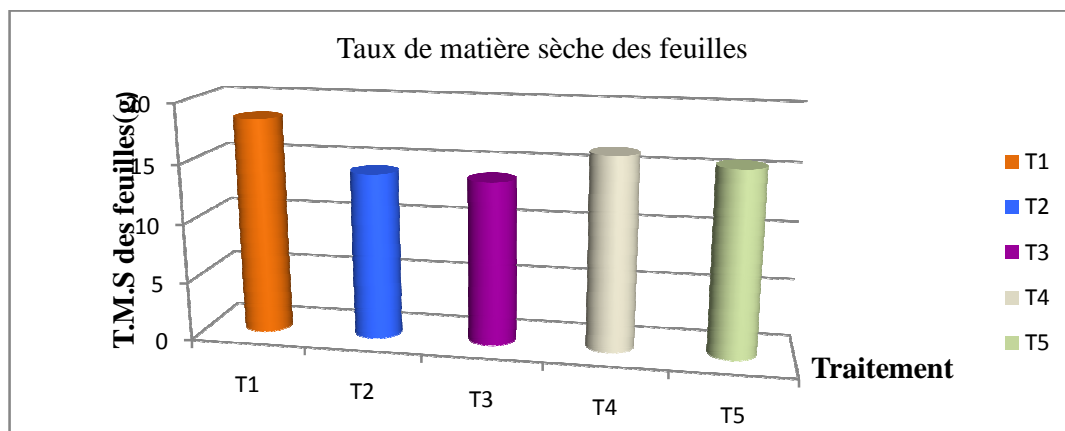
Annexe 8 : Biomasse fraîche des feuilles



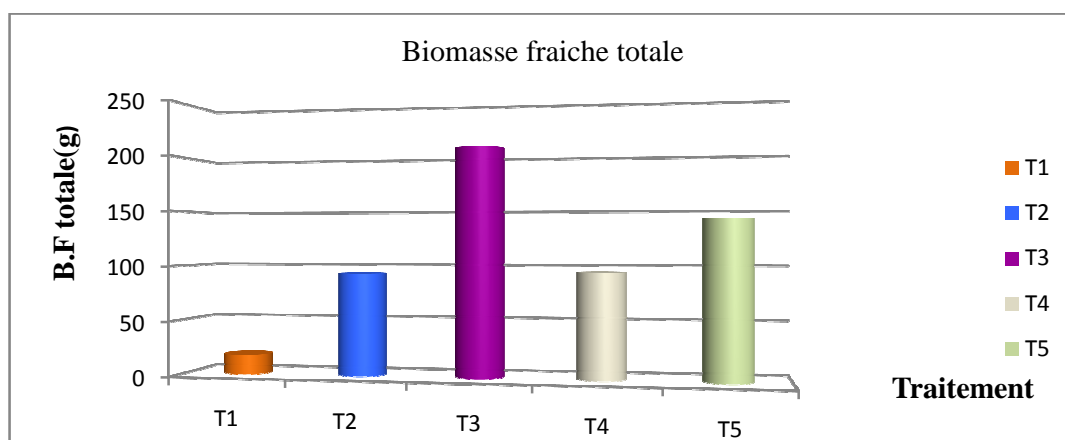
Annexe 9 : Biomasse sèche des feuilles



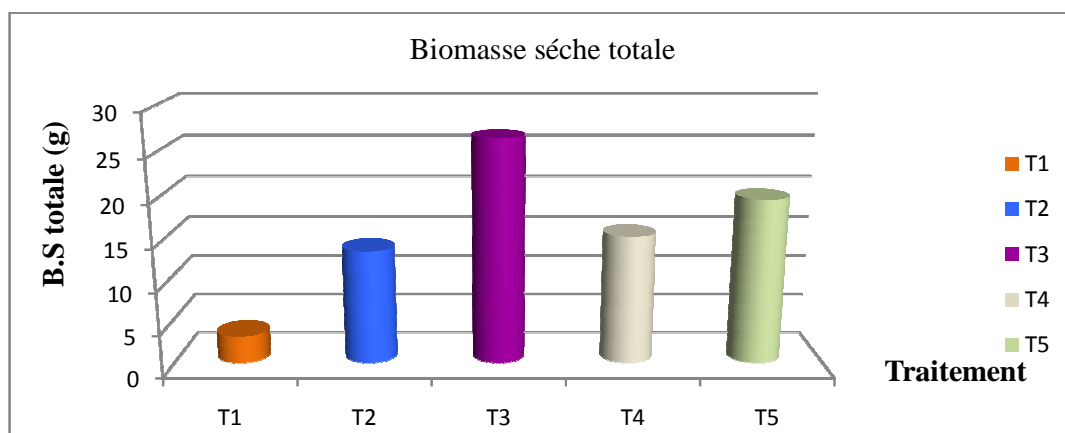
Annexe 10 : Taux de matière sèche des feuilles

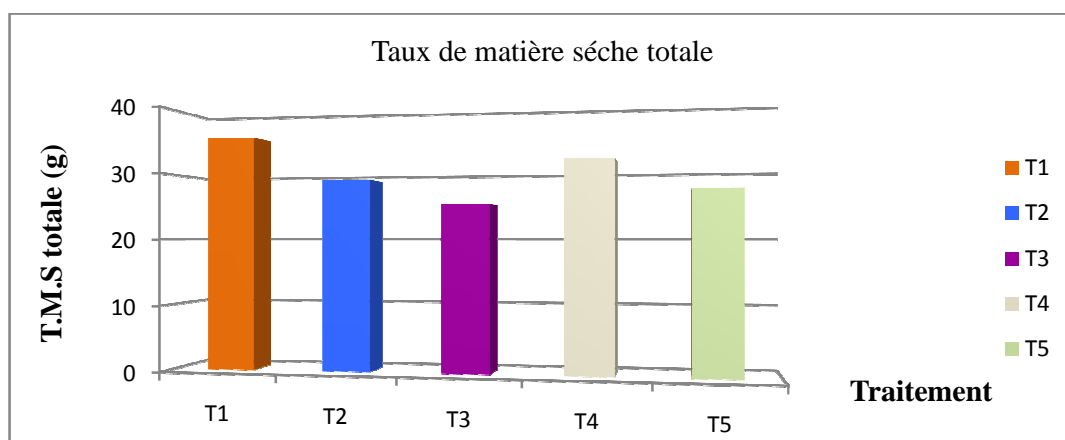
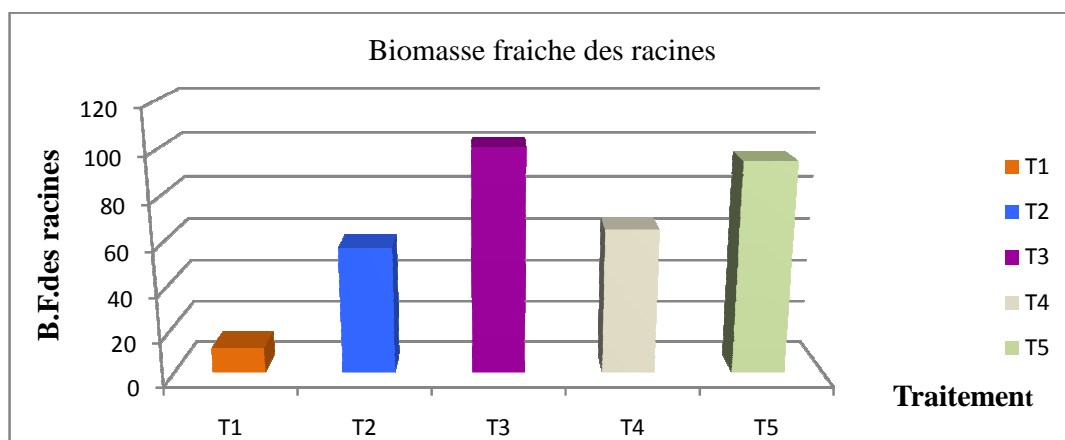
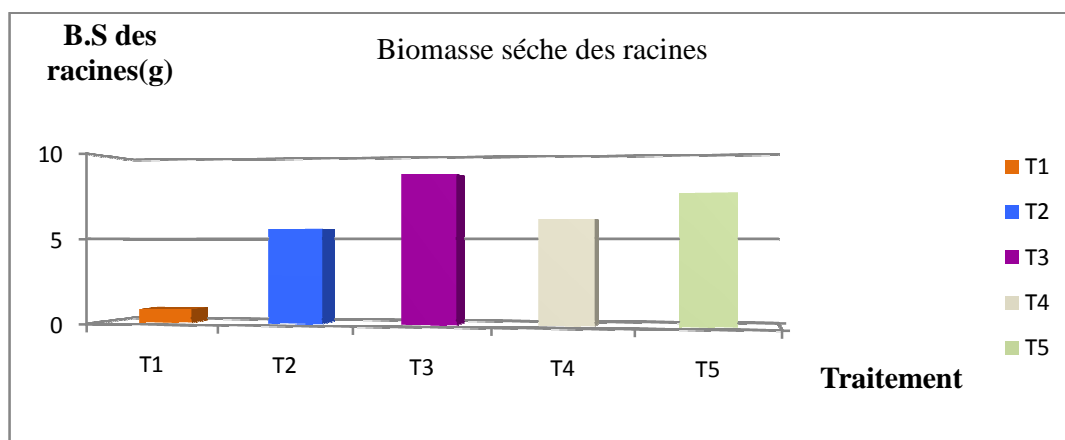


Annexe 11 : Biomasse fraîche totale (tiges + feuilles)

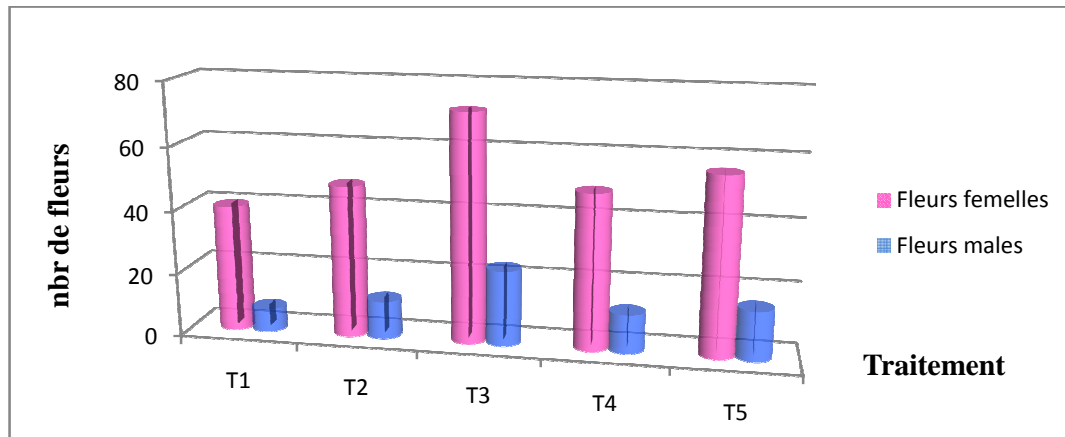


Annexe 12 : Biomasse sèche totale (tige + feuilles)

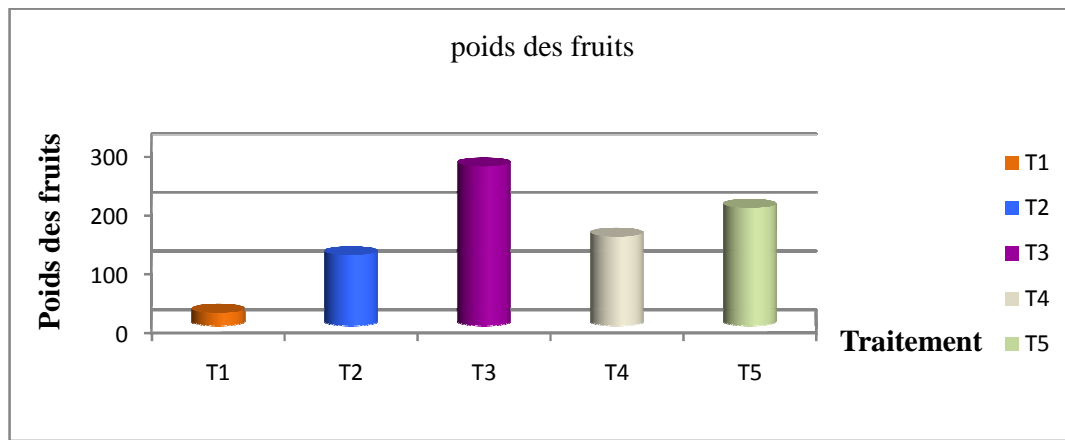


Annexe 13 : Taux de matière sèche totale**Annexe 14 : Biomasse fraîche des racines****Annexe 15 : Biomasse sèche des racines**

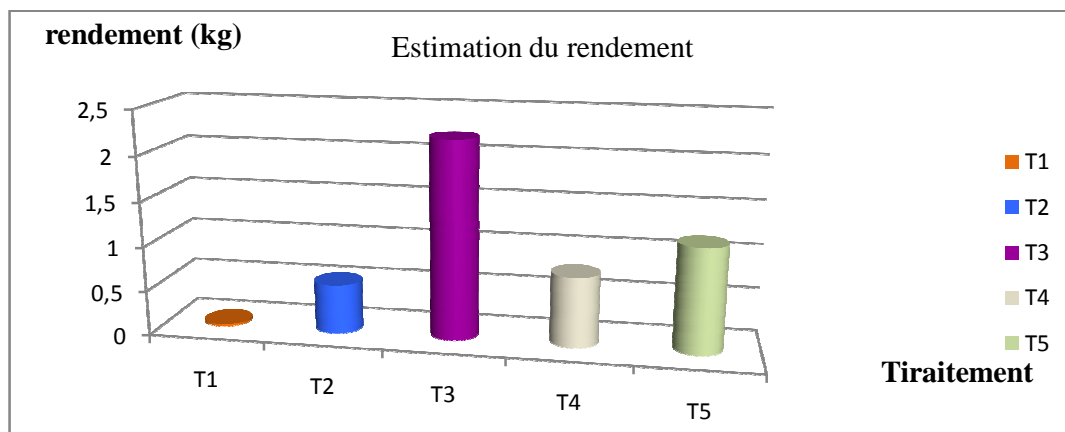
Annexe 16 : Estimation du nombre de Fleurs males et femelles



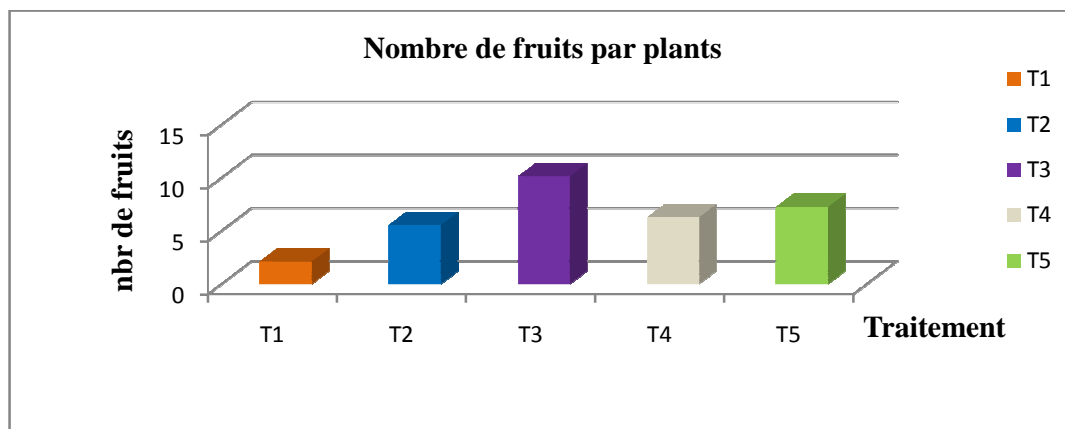
Annexe 17 : Poids des fruits



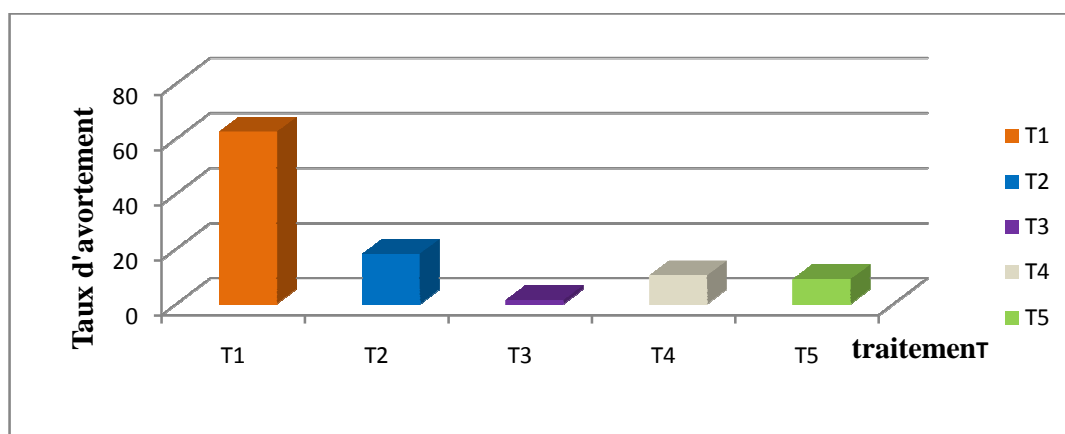
Annexe 18 : Estimation du rendement



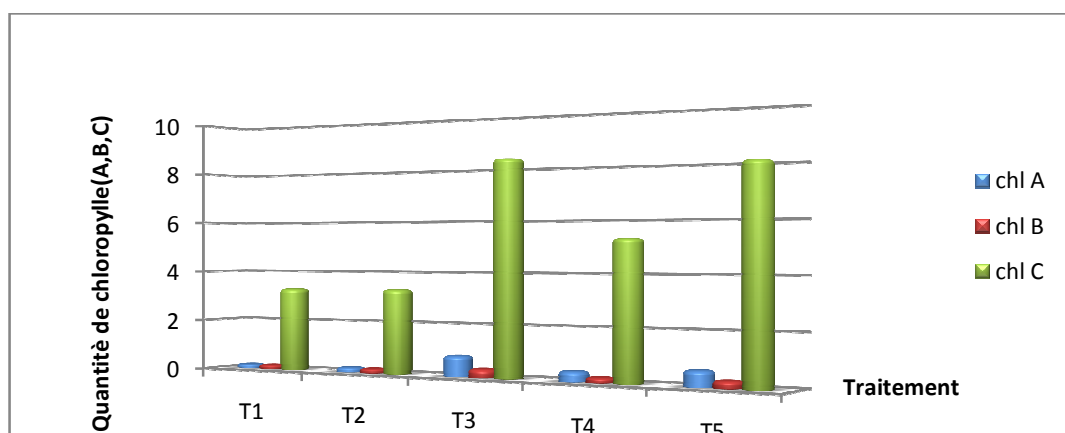
Annexe 19 : nombre de fruits par plants



Annexe 20 : Taux d'avortement



Annexe 21 : Quantité de la chlorophylle A, B et C ($\mu\text{g/g MF}$)



Annexe 22 : Quantité de la proline

