

INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE(I.N.A EL HARRACHE – ALGER)
SOUTENANCE DE THESE EN VUE DE L'OBTENTION DU
DIPLOME DE MAGISTER EN SCIENCES AGRONOMIQUES

**AMELIORATION ET STIMULATION DE
LA CROISSANCE VEGETATIVE PAR LE
PROCEDE FERT-IRRIGATION EN ARIDO-
CULTURE**

SERAPRESENTEE PAR
MME BOUHADJA HOURIA NEE LAFER
DIRECTEUR DE THESE : MR SNOUSSI. S.A
PROFESSEUR UNIVERSITE SAAD DAHLEB-BLIDA
LE 21 FEVRIER 2008

DEVANT LE JURY SUIVANT : PRESIDENT : MR AIDAOUI . A. PROFESSEUR I.N.A EL HARRACH
ALGER EXAMINATEUR : MR ABDELGUERFI . A. PROFESSEUR I.N.A EL HARRACH-ALGER
EXAMINATEUR : MR BEN MOUSSA. M. PROFESSEUR UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA

Table des matières

Remerciements . . .	5
Dédicace . . .	6
Introduction : . . .	7
Chapitre I : NOTIONS GENERALES DE BASE . . .	8
I-1 Généralités sur la culture hydroponique . . .	8
I-2 Aperçu sur la culture hors-sol . . .	8
I-2-1 Les cultures hors-sol et leur développement . . .	8
I-2-2 Les composantes de la culture hors-sol . . .	9
I-3 Fert-irrigation . . .	10
I-3-1. Fertilisation / liquide . . .	11
I-3-2. Fertilisation / Produits bio . . .	12
I-3-3. Fertilisation / Hydrosolubles . . .	12
Chapitre II : CARACTERISTIQUES DES ZONES ARIDES ET SEMI- ARIDES . . .	14
II-1. Salinisation des sols . . .	14
II-2. Salinisation des eaux . . .	15
Chapitre III : PHYSIOLOGIE DES PLANTES EN MILIEU SALIN . . .	16
III-1. Comportement d'une plante sensible à la salinité : cas du haricot . . .	16
III-2. Comportement d'une plante moyennement sensible à la salinité : Cas de la tomate . . .	17
III-3. Absorption hydrominérale . . .	17
Chapitre IV : MATERIEL ET METHODES. . .	19
IV-1. Objectif de l'essai . . .	19
IV-2. Matériel végétal . . .	19
IV-2-1. La tomate . . .	19
IV-2-2. Le haricot . . .	19
IV-3. Conditions Expérimentales . . .	20
IV-3-1. Lieu de l'expérience, substrats, containers. . .	20
IV-4. Protocole expérimental . . .	20
IV-5. Description des différents traitements . . .	21
IV- 5-1. Caractéristiques de l'eau de Blida . . .	22
IV-5-2. Correction de l'eau de Blida . . .	22
IV-5-3. Composition des solutions nutritives et techniques de préparation . . .	22
IV-6. Doses et fréquences des arrosages . . .	25
IV-7. Traitements phytosanitaires utilisés . . .	26
IV-8. Les paramètres mesurés . . .	26
Chapitre V : RESULTATS ET INTERPRETATIONS . . .	27
V-1. Aspect général des plantules de tomate et de haricot . . .	27
V-2. Résultats . . .	27
V-2-1. Paramètres de croissance : . . .	28
Chapitre VI Interprétations, discussions et conclusions . . .	38
CONCLUSION GENERALE . . .	40

Remerciements

Je tiens exprimer ma gratitude au professeur Snoussi, mon promoteur, pour les conseils apportés et les encouragements Mes remerciements vont au professeur Aidaoui, qui m'a fait l'honneur de présider ce jury

Je remercie également les professeurs Abdelguerfi et Ben Moussa d'avoir accepter de siéger au sein du jury pour examiner et juger ce travail remerciements

Dédicace

J'exprime mes vifs à toute ma famille en particulier Manel et Ryma Ainsi qu'à tout mes collègues pour leurs encouragements et soutient moral Je dédie ce travail à la mémoire de mon père

Introduction :

Le développement de l'agriculture dans les zones arides et semi arides nécessite le recours à l'irrigation pour améliorer et stabiliser le rendement des cultures. Néanmoins l'extension et la productivité est limitée par le phénomène de salinité, une faible pluviométrie et une forte évapotranspiration.

Une meilleure valorisation de ces zones affectées par ces phénomènes suscite beaucoup d'inquiétude en particulier dans les régions du bassin méditerranéen, où les sols présentent des niveaux de salinité de plus en plus élevés. Très souvent cette situation résulte de la pratique d'une irrigation intensive, une surestimation des besoins en eau des plantes cultivées et à l'absence d'un réseau de drainage (KATERJI. 1995).

Toujours, dans ces mêmes régions on retrouve la combinaison de la désertification et de la salinité tel est le cas des pays suivants : Turquie, Syrie, Liban, Jordanie, Egypte , Algérie , Tunisie et Maroc (CHEVERY 1995).

Cependant le procédé de la culture hors sol ou hydroponie semble être un moyen possible pour y remédier à une telle situation avec une bonne maîtrise de l'alimentation hydrique et minérale ce qui conduira l'Algérie à rehausser sa production en quantité et en qualité notamment sur la majeure partie de son territoire où se trouve les zones semi arides et arides et où les méthodes classiques ne donnent pas satisfaction en agriculture.

Vue la démographie et les besoins croissant en alimentation de la population ; cette situation nous incite à entreprendre des expérimentations pour développer les recherches sur les mécanismes de nutrition des plantes en milieu salin dans l'espoir d'aboutir un jour à alimenter des plantes avec des eaux salines jugées impropres à l'irrigation. Ces eaux seront alors corrigées et transformées en solution nutritive.

Dans cette optique le procédé fert-irrigation apportera à l'agriculture une certaine garantie en limitant les risques de stress hydrique et salin.

Chapitre I : NOTIONS GENERALES DE BASE

I-1 Généralités sur la culture hydroponique

L'hydroponie ou culture hors-sol regroupe sous ce terme selon Jeannequin (1987) plusieurs systèmes de production qui permettent aux plantes de croître et de se développer en absence de sol. Selon Morard (1995), les racines des végétaux en cultures hors-sol sont alimentées par un milieu liquide minéral : la solution nutritive. Elle ne nécessite pas de support solide ou substrat, car celui-ci ne joue aucun rôle dans la nutrition de la plante.

Toujours selon le même auteur, les principales terminologies utilisées dans ce domaine sont :

la culture hors-sol ou sans sol : c'est le terme le mieux adapté.

la culture hydroponique : tire son nom du grec (Hydro=eau, Ponos=travail) employée pour la première fois par le Docteur Guerrick en 1930 Professeur à l'université de Californie.

Aquiculture : un terme attribué aux cultures de plantes sur milieux liquides aérés et non circulant.

Aéroponie : concerne les cultures sur brouillard nutritif.

Culture sur N.F.T : «Nutrient Film Technique » utilisant un milieu liquide circulant.

Culture sur substrat : ce terme ne peut être utilisé que si la nature du substrat est précisée »culture sur laine de roche, culture sur sable... ».

I-2 Aperçu sur la culture hors-sol

I-2-1 Les cultures hors-sol et leur développement

Les cultures hors-sol étaient au niveau du laboratoire depuis la seconde moitié du XIXe siècle par les physiologistes pour mieux appréhender l'alimentation minérale des plantes. Ces techniques reçoivent un début d'application pratique approximativement un siècle plus tard, lorsque à la fin de la seconde guerre mondiale en 1945, les Américains font pousser dans les îles désertiques du pacifique des légumes pour alimenter leur troupes. Quelques années plus tard, les travaux du professeur CHOULARD seront sur des surfaces plus importantes pour produire en plein Sahara des légumes destinées à alimenter le personnel chargé de l'exécution et de l'entretien des forages pétrolier (JEANNEQUIN ,1987).

MORARD (1995) dans son ouvrage présente le résumé suivant :

-1750-1850 Tentative des cultures sur eau.

- 1860-Première véritable solution nutritive par deux Allemand KNOP et SACHS.
- 1929-Essai de diffusion commerciale aux USA.
- 1945-Première utilisation agricole (U.S Army)
- 1950-1960 Essai de pré développement en France
- 1970-Début des applications agricoles en Europe
- 1975-1980 Rapide développement en France et en Europe.

D'après CHOUARD (1952), en Algérie l'intérêt de la culture permet à l'agriculture de s'installer dans les régions les plus défavorables, là où le sol fait défaut à condition que les substrats inertes soient disponibles. Ainsi, les premiers travaux en Algérie ont été réalisés lors de la mise au point des cultures hydroponiques au Sahara à Béni-Abbes.

Afin de mieux maîtriser cette technique qui semble être avantageuse en région saharienne (économie d'eau et substrat disponible en grande quantité), diverses expérimentations ont été réalisées afin de se familiariser avec cette nouvelle technique de production et de mieux cerner les problèmes rencontrés en vue de son application dans les régions présentant des défauts de production.

I-2-2 Les composantes de la culture hors-sol

L'ensemble de système de production qui permettent aux plantes de se développer en faisant abstraction du sol en place, conduit sur un milieu isolé par un conteneur et mettant en œuvre un substrat varié :

a - Le substrat

Le substrat est un support solide, inerte non indispensable. Son utilisation est efficace pour assurer l'oxygénation du système racinaire et permet l'ancrage de ce dernier. Il assure une certaine réserve hydrominérale.

Les travaux de CHAUX et FOURY (1994), présentent les qualités requises d'un bon substrat :

- bonne porosité : circulation facile de l'air et de la solution nutritive
- stabilité et durabilité convenable »inertie chimique et surtout pas de relargage de calcium »
- absence de toute toxicité
- capacité d'échange cationique faible (CEC inférieure à 100 méq)
- absence de germes pathogènes et facilités de désinfection
- facilité de mise en œuvre : approvisionnement manipulation

b- les conteneurs

D'après FEVEREAU (1976), les récipients qui contiennent le substrat peuvent être choisis en fonction de l'espèce cultivée et de son système racinaire. En générale, les containers sont en matière plastique, chimiquement inerte, étanches, durables et dont la mise en place doit être facile.

c- La solution nutritive

COIC (1984), confirme qu'une solution nutritive est une solution de sels minéraux contenant à l'état dissout tous les éléments minéraux dont la plante a besoin. Ce qui implique que les besoins en eau et ions minéraux soient parallèles. Cette solution nutritive doit être complète et équilibrée »équilibre entre l'eau et chaque un des ions suivant les besoins relatifs de la plante, en plus une égalité équivalente entre anions et cations »

L'équilibre entre les éléments minéraux dans la solution nutritive agit sur leurs assimilations par la plante. Une teneur trop élevée de l'un des éléments peut être préjudiciable à l'absorption de quelques autres (JEANNEQUIN, 1987).

Les travaux de BLANC (1987), ont montré que la concentration saline de la solution nutritive joue un rôle prépondérant dans l'alimentation de la plante. Elle détermine la pression osmotique de la solution nutritive. Celle-ci doit être inférieure à la pression osmotique du suc cellulaire pour que l'eau puisse diffuser de la solution vers la plante.

JEANNEQUIN (1987), ajoute que c'est la concentration nutritive qui conditionne en partie l'absorption de l'eau par la plante.

Selon CHAUX et FOURY (1994), si cette concentration est trop forte, les racines se nécrosent et la plante flétrit. Par contre, si elle est trop faible la végétation risque de s'emballer.

PENNINGSFELD (1969) in (SNOUSSI, 1984), indique que la préparation des solutions nutritives, des eaux d'origines diverses peuvent être utilisées telles que les eaux de puits, eaux de pluies, eaux d'adduction. Les eaux de ruisseaux et de rivières peuvent être utilisées sous réserve qu'elles ne contiennent aucune substance toxique (eaux résiduaires, eaux-vannes)

Et que leur teneur en sels ne soit pas trop élevé. Il y'a lieu de procéder à une analyse complète de l'eau et d'en tenir compte lors de l'établissement des solutions nutritives au cas où la concentration est trop élevée.

Il faut adapter la composition de la solution nutritive au problème nutritionnel à résoudre : carence, toxicité...Il est alors souvent nécessaire de procéder à des changements de la concentration de certains ions du milieu nutritif : ces transformations doivent être l'objet d'une approche méthodologique rigoureuse.

L'introduction de deux cations, à savoir l'azote ammoniacale dans l'azote total ou du potassium, dans la solution nutritive, se révèlent antagonistes de l'absorption du sodium, qui engendre des risques potentiels.

MORARD (1995), ajoute qu'il semble dangereux que la proportion d'ammonium dépasse 20% de l'apport total d'azote dans la solution nutritive.

I-3 Fert-irrigation

L'étymologie de ce terme signifie l'introduction de fertilisant lors de l'irrigation.

L'erreur longtemps commise fut de comparer les différents substrats entre eux. Il n'existe pas de bons ou de mauvais substrats contrairement aux idées préconçues mais les meilleures caractéristiques agronomiques sont ceux des doses et fréquences convenables

à chaque culture. Depuis, les stations d'expérimentations cherchent plutôt à définir la conduite adaptée à chaque support de culture, notamment :

- compenser les besoins en eaux des plantes qui sont influencés par le climat, la plante et les objectifs de production.

- apporter et véhiculer les éléments nutritifs.

- apporter l'oxygène au niveau racinaire.

- éliminer le CO₂ du substrat.

- gérer la pression racinaire sur l'équilibre des charges positives et négatives des ions.

Ceci étant la base des procédés de fert-irrigation.

Afin de tirer les avantages de cette technique, il est nécessaire de faire :

- une bonne détermination des doses et fréquences d'arrosage.

- un choix judicieux de la méthode de conduite des arrosages.

- un suivi strict des évolutions de la consommation.

- un bon entretien du matériel hydrique et de la station d'engrais.

L'amélioration des rendements précoces et finaux est bien constaté mais l'augmentation du coût et le suivi technique est plus élevé.

I-3-1. Fertilisation / liquide

Les engrais liquides sont apportés ou véhiculés par deux types :

1. FERTI-Actyl

2. FERTI-Leader

I-3-1-1. FERTI-ACTYL

Le ferti-actyl est un engrais minéral sous forme liquide qu'on ajoute à l'eau d'irrigation. Il est fabriqué exclusivement à partir de produit d'origine végétale. C'est un fertilisant biologique et bio-stimulant métabolique naturel pour le sol et la plante. Il présente les propriétés suivantes, selon (MEDANE, 2001).

C'est produit propre et sain, non dangereux pour l'homme, les animaux, les semences, les plantes et le sol.

Préserve l'environnement.

Agit sur toutes les plantes en favorisant leur croissance tout en améliorant leur résistance au stress.

Présente un intérêt économique et financier appréciable.

C'est un engrais liquide racinaire spécialement conçu aux cultures qui subissent des changements physiologiques important (floraison, fructification).

Le complexe Fertyl-actyl stimule le système racinaire et favorise son développement ce qui active la nutrition minérale de la plante

Le Fertyl-actyl est compatible avec les différents systèmes d'irrigation.

I-3-1-2. FERTI-LEADER

C'est un engrais liquide foliaire (appliqué sur les feuilles par aspersion)

Le Ferti-leader a été conçu pour permettre aux plantes d'exprimer leur potentiel génétique. Il est appliqué au quotidien en alliant les propriétés complémentaires de :

a- Molécules biostimulante d'origine végétale.

b- Oligoéléments directement assimilables par voie foliaire.

Il a un rôle dans la biostimulation, le FERTILEADER contient des molécules naturelles stimulantes. Il a un rôle dans le transport des éléments minéraux et a un effet anti-stress.

Ceci a été mis en évidence par des travaux de recherches réalisés par le groupe ROUILLER.

c- la nutrition par voie foliaire

Le complexe aminé naturels-oligo éléments contenus dans l'absorption par la plante est optimale dans les produits de la gamme FERTILEADER est phyto-compatible.

I-3-2. Fertilisation / Produits bio

L'agriculture biologique connaît un essor certain en Europe. Les techniques de productions répondent d'une part à des règles de respect de l'environnement santé, et d'autre part à l'aspiration d'une certaine classe de consommateurs.

Une gamme de produits respectant le règlement et les lois est proposée par TIMAC Agri Maroc :

- Fertileader Ca
- Fertileader Bore
- Fertileader Fe Mn+
- Fertylactyl Green
- Ecovigor

I-3-3. Fertilisation / Hydrosolubles

Les hydrosolubles sont représentés par les familles KSC. Cette gamme cristalline et de composition très complète, permet une fertilisation à tous les stades de développement de la culture et dans toutes les conditions même sur les sols calcaires.

L'ensemble des hydrosolubles de cette gamme contient une base commune qui est le complexe PHYT-Actyl.

L'extrait naturel PHYT-Actyl favorise le développement racinaire et l'absorption ce qui permet de nourrir parfaitement les cultures même dans des conditions de sol très défavorable.

Il protège les cultures contre le stress hydrique et osmotique.

L'ensemble des formulations de cette famille est construit autour du complexe naturel Rhizovit qui a une action très favorable sur la rhizosphère et les éléments apportés en goutte à goutte.

L'ensemble de » ces produits hydrosolubles contiennent des principes actifs qui ont une action fertilisante très importante.

Cette gamme de fertilisant hydrosoluble répond à l'ensemble des besoins des agriculteurs en respectant les règles de production.

Chapitre II : CARACTERISTIQUES DES ZONES ARIDES ET SEMI-ARIDES

Selon Larsam (1995), la salinité du sol touche principalement les zones régions arides et semi arides. Les terres irriguées affectées par la salinité correspondant à 27% de la surface irriguées dans le monde soient un tiers des terres agricoles dans les régions arides et semi arides.

Toujours selon le même auteur, la salinité dans le pourtour méditerranéen couvre quatre vingt millions d'hectares.

L'avenir semble plus sombre dans les pays du sud de la méditerranée car l'agriculture sera obligée d'avoir recours de plus à l'eau salée, ce qui contribue au processus de salinisation secondaire qui s'étend dans la région à un taux accéléré et qui créera de graves problèmes économiques.

TABLEAU : Pourcentage des terres irriguées atteintes par la salinisation dans certains pays méditerranéens

Pays	%des terres atteintes	Pays	%des terres atteintes
ALGERIE	10-15	GRECE	07
CHYPRE	25	JORDANIE	16
EGYPTE	30-40	MAROC	10-15
Espagne	10-15	Portugal	10-15
ISRAEL	13	SYRIE	30-35

Source Lasram (1995)

Selon DROUHIN (1961), l'Algérie est un pays de sels. La salure des sols algériens est le plus souvent d'origine sédimentaire.

Les travaux de IMALET (1979), ont montré que la salinité d'une eau en Algérie n'excède pas 5g/l. Aussi, les travaux de DAOUD et HALITIM (1994), ajoutent qu'en Algérie la salinisation secondaire à la suite de l'irrigation avec des eaux diversement minéralisées a entraîné une extension de la salure dans de nombreux périmètres irrigués.

II-1. Salinisation des sols

La salinisation des sols et des eaux d'irrigation est depuis longtemps un sujet de préoccupation dans les zones arides. Vu les conditions de ces régions à savoir une faible pluviométrie, une forte évaporation et un lessivage de sol relativement rare, causant une forte accumulation excessive de sels solubles qui retardent ou empêchent la croissance des plantes.

Les sols dont la pédogenèse est fortement influencée par la présence de sels sont appelés sols salés ou sols halomorphes. Les sols qui contiennent des sels solubles en excès sont désignés par sols salins.

II-2. Salinisation des eaux

Les travaux de DOUMBLIAOUSKAS et BENHACINE (1983) mentionnent que la qualité de l'eau est déterminée par la teneur totale en sels, et la composition ionique ce qui nous indique sur l'utilisation ou non de cette eau car les sels contenus dans l'eau ou dans le sol réduisent l'eau disponible pour les plantes au point de nuire à leur rendement.

Ces sels sont représentés en grande partie par des cations (Na, Mg, Ca) et des anions (chlorure, sulfate, bicarbonate de calcium, de magnésium et de sodium) : Servant (1976)

Chapitre III : PHYSIOLOGIE DES PLANTES EN MILIEU SALIN

Selon IMALET (1979) la salinité du sol peut être définie comme étant la quantité globale des sels solubles contenus dans la solution du sol, soit la concentration saline de l'eau qui y circule sans distinction de la nature ou la quantité de divers sels présents pris isolément.

Les expériences de BRUN et MONTAROVE in (BLANC 1987) ont montré que la concentration saline de la solution nutritive joue un rôle déterminant dans la pression osmotique de la solution, ils précisent que celle-ci doit être inférieure à la pression osmotique du suc vacuolaire pour que l'eau puisse passer de la solution vers la plante.

D'après SNOUSSI 2001 les effets de la salinité se manifestent par une diminution de la croissance des plantes, cette réduction de croissance se traduit par des modifications anatomiques et physiologiques des plantes cultivées.

III-1. Comportement d'une plante sensible à la salinité : cas du haricot

Selon ZUANG (1982) le haricot est sensible à la salinité qui entraîne des baisses de rendements appréciables. Cette sensibilité se manifeste également avec les eaux d'irrigation contenant du chlore. Dans ce cas des baisses de rendements de 20 à 25% ont été signalées avec les eaux contenant 2,5g /l de chlore.

Tableau : sensibilité du haricot à la salinité :

CEE(m.m hos / cm)	Chute de rendement en %
1.0	0
1.5	10
2.3	25
3.6	50
6.5	100

Source: DOORENBOS (1980)

Toutes les parties de la plante sont affectées par le chlorure de sodium, mais leur sensibilité est variable. DELMAS et GRAUBY (1974), notent que les feuilles du haricot sont plus sensibles que les gousses.

La conséquence la plus immédiate d'une concentration saline excessive est une lésion des racines suivie du flétrissement de la plante.

Les modifications physiologiques apparaissent à différents stades. Une réduction de la croissance a été observée FLOWERS in (IMALET, 1979).

Les travaux de NIEMAN (1963) ont montré que les excès de sels provoquent une réduction de la synthèse des protéines chez le haricot. Aussi des perturbations dans le métabolisme azoté et glucidique sont observées.

De même, l'accumulation du sodium exerce une action toxique qui se manifeste par des lésions sur les feuilles lorsque le taux de Na⁺ atteint 5% (HADJ ARAB, 1977).

III-2. Comportement d'une plante moyennement sensible à la salinité : Cas de la tomate

La tomate se classe dans le groupe des plantes tolérantes à une certaine salinité puisque la concentration optimum semble se situer entre 2 et 4g/l selon MUSARD in (Ould Slimane, 1998). Le carbone, l'O₂ et H₂ qui représentent 90% de la matière végétale sont prélevés dans l'air et dans l'eau.

Par contre l'azote, le potassium, le calcium, le magnésium, le phosphore, le soufre, le sodium, le chlore ainsi que les oligo éléments sont prélevés dans la solution du substrat.

La solution nutritive doit donc contenir tous ces éléments mais à des proportions différentes suivant le stade végétatif de la plante.

Les besoins de la tomate sont donc élevés en fertilisants.

Tableau : prélèvement des éléments minéraux par la tomate en (Kg/ha)

élément	N	P	S	K	Ca	Na	Mg	B	Fe	Mn
prélèvement	180	24.6	22.37	279.6	125.1	3.35	25.72	0.10	0.78	1.08

Source MAZLIAK IN MALLEM (1997)

Pendant la conséquence immédiate d'une concentration saline excessive provoque une lésion des racines suivie de flétrissement de la plante. L'augmentation de la concentration saline entraîne une dépense d'énergie supplémentaire et une dégradation des conditions internes car la plante trouve une difficulté à extraire l'eau du milieu salé ce qui se traduit par une croissance ralentit ou diminuée, soit des symptômes analogues à ceux de la sécheresse.

III-3. Absorption hydrominérale

L'absorption hydrominérale peut être définie par le prélèvement de l'eau et des corps du milieu par l'ensemble des racines du système racinaire et leur pénétration dans la plante qui se ferait principalement à travers le plasmalemme des cellules corticales suivi de leur conduction vers la sève.

L'absorption hydrique est un phénomène passif par contre l'absorption des ions dessous est un processus actif.

Le flux d'absorption hydrominérale est complexe et reste encore mal connu pour certains

éléments.

L'actualité en physiologie végétale se penche de nos jours sur les études du stress hydrique et du stress salin pour éclaircir le mécanisme

Quand l'alimentation en eau par les racines ne parvient plus à compenser les pertes dues à la transpiration de la partie aérienne, la plante subit un stress hydrique (MORARD, 1995).

L'absence d'eau au moment où la plante en a besoin gêne la croissance et diminue le rendement même si les signes de dessèchement ne sont pas apparents.

La floraison et la fructification sont des phases particulièrement sensible à l'alimentation en eau (le cas de la coulure des fleurs et du « Blossom-end-rot » a pourriture apicale des fruits) en eau (le cas de la coulure des fleurs et du "diminue le rendement meme si les signes de dessèchement ne sont pas. (REY et COSTES, 1965).

BRUN et SETTEMBRINO (1994), y notent que le processus le plus sensible au stress hydrique est la croissance cellulaire (manque de pression de turgescence dans la cellule).

La division cellulaire est affecté et inhibée si le stress est prolongé.

La croissance des feuilles et des tiges se trouve ainsi réduite, et la synthèse des parois cellulaires, de protéine d'enzymes et d'hormones est déprimée.

Les mêmes auteurs notent que pratiquement il convient d'arroser fréquemment mais légèrement.

Chapitre IV : MATERIEL ET METHODES.

IV-1. Objectif de l'essai

Le présent travail a pour objet la mise en application du procédé de fert-irrigation afin d'apporter une meilleure compréhension de l'alimentation hydrominérale en arido-culture, sur des plantes tests telles que :

- Le haricot plante sensible à la salinité
- La tomate moyennement sensible à la salinité.

Ce choix d'espèces nous permettra d'évaluer l'accroissement obtenu au niveau de chaque paramètre de croissance et ce au niveau de chaque espèce testée conduite en hors-sol dans deux milieux salés :

- Solution saline naturelle notée T1
- Solution saline naturelle corrigée ou transformée en solution naturelle notée T1C

IV-2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans notre expérimentation étant la tomate et le haricot.

IV-2-1. La tomate

Lycopersicum esculentum Mill, variété Marmande.

C'est un matériel expérimental de qualité vu ses réactions rapides aux changements du milieu. Sa croissance est rapide. C'est une espèce tolérante aux sels (2-4g/l). La variété Marmande est bien adaptée en Algérie. Elle est très cultivée notamment pour la consommation en frais.

Selon Kolev in (Snoussi 1984) la variété Marmande est vigoureuse, à feuilles moyennes, très précoces, productives, résistante à la chaleur, peu sensible aux maladies. Ses fruits sont d'un rouge éclatant, gros, aplatis et côtelés.

IV-2-2. Le haricot

Phaseolus vulgaris L. Variété Contender.

Le haricot est une espèce sensible à la salinité (0.5-2g/l).

La variété Contender est une variété vigoureuse très précoce, très productive qui supporte les variations de température.

La variété Contender est une variété naine à gousses longues vertes, droites et charnues. Elle est résistante au virus de la mosaïque, tolérante à la grasse mais sensible à l'antracnose.

Elle est assez cultivée en Algérie. Elle est consommée à double fin pour ses gousses et ses graines.

IV-3. Conditions Expérimentales

IV-3-1. Lieu de l'expérience, substrats, containers.

a- Lieu de l'expérimentation

Les cycles d'expérimentation se sont déroulés au sein du département d'agronomie de la faculté Agro-vétérinaire de Blida, dans une serre de polyester translucide dont l'orientation est Nord-Sud. L'aération est assurée par une vingtaine de fenêtres placées de part et d'autre de la serre. Le chauffage de la serre en période froide est assuré par 12 radiateurs à eau chaude.

b- Le substrat

Le substrat utilisé est le gravier roulé de rivière (3-8mm de diamètre). Avant son utilisation un procédé de désinfection a été utilisé afin de supprimer les risques de contamination.

Ce procédé comporte les étapes suivantes :

-lavage abondant à l'eau pour éliminer toutes les particules terreuses.

-remplissages des pots ou containers avec le gravier lavé.

-arrosage des pots avec une solution formulée à 1%.

-couverture des pots traités par un film plastique pour éviter d'éventuelles contaminations.

-rinçage abondant à l'eau au moment du semis pour éviter toutes les traces de formol, fortement nocif pour les jeunes plantules.

c- Les containers

Les containers utilisés sont des pots en polyéthylène de couleur grise, de capacité 3.5L présentant un orifice de drainage à la base pour l'évacuation des eaux en excès.

IV-4. Protocole expérimental

Le dispositif expérimental adapté au cours de notre expérimentation est un bloc aléatoire complet à deux répétitions. Chaque bloc est constitué de trois traitements (solutions nutritives différentes) distribuées au hasard selon la table de permutation des nombres aléatoires de 1 à 10. Chaque traitement comporte 15 plants.

Nous avons effectué pour chacun des deux blocs trois coupes successives au cours du cycle de développement des plantules à savoir :

Coupe 1 notée (C1) à 30 jours après le semis.

Coupe 2 notée C2 à 45 jours après le semis.

Coupe 3 notée C3 à 60 jours après le semis.

Chaque coupe est représentée par 5 plantules, par traitement et par bloc.

Schéma du dispositif expérimental			Essai plantules		
P15	P15	P15	P15	P15	P15
P14	P14	P14	P14	P14	P14
13	P13	P13	P13	P13	P13
P12	P12	P12	P12	P12	P12
P11	P11	P11	P11	P11	P11
P10	P10	P10	P10	P10	P10
P9	P9	P9	P9	P9	P9
P8	P8	P8	P8	P8	P8
P7	P7	P7	P7	P7	P7
P6	P6	P6	P6	P6	P6
P5	P5	P5	P5	P5	P5
P4	P4	P4	P4	P4	P4
P3	P3	P3	P3	P3	P3
P2	P2	P2	P2	P2	P2
P1	P1	P1	P1	P1	P1
T1C	Témoin	T1	T1C	T1	Témoin
Bloc 1			Bloc 2		

P= plant, T=traitement

T1, T1C, Tm représentent les traitements testés

IV-5. Description des différents traitements

Pour la réalisation de notre essais, trois traitements ont été établis comme suit :

T1 : eau saline de Gassi Touil naturelle contenant 2.75g/l de sels

T1C : eau de Gassi Touil corrigée contenant 3.74g/l de sels

Tm : eau de Blida corrigée ou transformée en solution nutritive équilibrée présentant une concentration de 1.52g/l

IV- 5-1. Caractéristiques de l'eau de Blida

La concentration globale des sels contenus dans l'eau de Blida est de 0,43 g/l dose supérieure à 0,2 g/l (norme indiquée par PENNINGSFELD et KUREMANN – 1969) ou l'analyse de l'eau ne peut pas être indispensable.

Pour cela l'analyse de l'eau de Blida à été jugée nécessaire afin d'en tenir compte lors de la préparation des différents traitements.

Tableau 1 : Teneur des différents éléments minéraux dans l'eau de Blida. (pH=7.8)

Eléments ou ions	Teneur	
	Mg / l	Meq/ l
K+	00.00	00.00
Ca++	56.00	02.80
Na+	29.90	01.30
Mg++	21.60	01.80
NO ₃ ⁻	21.70	00.35
SO ₄ ^{- -}	38.40	00.80
Cl ⁻	21.30	00.60
HCO ₃ ⁻	245.00	04.08
TOTAL	432.90	19.63

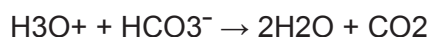
IV-5-2. Correction de l'eau de Blida

Pour la réussite de la préparation d'une solution nutritive, il faut que l'eau utilisée ne contienne pas d'éléments toxiques pour la plante.

Le tableau 1 indique que l'eau de Blida contient une quantité non négligeable de bicarbonates (4,08 meq/l) et un pH de 7,8.

La correction consiste à utiliser l'acide nitrique et phosphorique pour détruire partiellement les bicarbonates et de compenser l'effet alcalinisant du milieu. L'abaissement du pH est recommandé de 7,8 à 5,8. (pH favorable à la croissance et au développement des végétaux).

Les bicarbonates attaqués par l'acide sont transformés en gaz carbonique qui se dégagent dans l'air selon la réaction suivante :



La gamme d'acides à utiliser est très variable, mais il est utile de noter que les 3.3meq / l d'acides pour ajuster le pH à 5.8 sont partagés entre H₃PO₄ et HNO₃

IV-5-3. Composition des solutions nutritives et techniques de préparation

En pratique, l'eau saline de Gassi Touil n'étant pas disponible en quantité suffisante pour être expérimentée à Blida, il a fallu la reconstituée à partir de l'eau de Blida. De façon pratique, cette reconstitution ne peut être à l'identique si l'on veut respecter intégralement la composition du milieu naturel il nous faut 3,3 meq/l d'acides pour corriger le pH de l'eau de

Blida. Pour cela, on fait appel à deux types d'acides qui permettent de détruire partiellement les bicarbonates de l'eau de Blida et d'apporter les éléments utiles. Il s'agit de HNO₃ et H₃PO₄ l'apport de H₃PO₄ étant de 1,1 meq/l par contre l'apport de HNO₃ est de 3,3 meq/l – 1,1 meq/l = 2,2 meq/l

a- Eau saline naturelle de Gassi Touil (T1)

Tableau 2 Eau saline naturelle de Gassi Touil :T1 pH = 7,8

Eau de Gassi Touil	NO ₃ ⁻ 0.55	PO ₄ ⁻ 0	SO ₄ ⁻ 17.70	CL ⁻ 14.10	Total
K ⁺ 0.50					0.50
Na ⁺ 16.50					16.50
Ca ⁺⁺ 9.10					9.10
Mg ⁺⁺ 8.40					8.40
HO ₃ ⁻ 2.21					2.21
NH ₄ ⁺ 0					0
Total L	0.55	0	17.70	14.10	

On remarque à travers cette composition d'eau saline, qu'il y a déjà trop de Na⁺, de Ca⁺⁺, de Mg⁺⁺, de SO₄⁻ et de Cl⁻ et un pH trop élevé de 7.8. Par contre on enregistre un manque d'éléments utiles tels que le K⁺, NH₄⁺, le NO₃⁻ et le PO₄⁻.

La reconstitution de l'eau saline naturelle de Gassi Touil avec l'eau de Blida a donné la solution aqueuse suivante :

Tableau 3 : Eau saline naturelle de Gassi Touil reconstituée par l'eau de Blida en Meq /L (T1) pH = 7.8

Eau de Blida	NO ₃ ⁻ 0.35	PO ₄ ⁻ 0	SO ₄ ⁻ 0.80	CL ⁻ 0.60	Total
K ⁺ 0	0.20			0.30	0.50
Na ⁺ 1.30			9.35	5.85	16.50
Ca ⁺⁺ 2.80				6.30	9.10
Mg ⁺⁺ 1.80			6.60		8.40
Hco ₃ ⁻ 4.08					4.08
NH ₄ ⁺ 0					0
Total	0.55	0	16.75	13.25	

Quantités et ordre de dissolution des sels :

- KNO₃ = 0,2 x 101 = 20.2 mg/l
- Mg SO₄ 7H₂O = 6,6 x 123 = 811,8 mg/l
- Na CL = 5.85 x 58,45 = 341.93 mg/l
- Kcl = 0.3 x 74.5 = 22.35 mg/l
- Na₂SO₄ = 9.35 x 71 = 663.85 mg/l
- CaCL₂, 2H₂ = 6.30 x 73,5 = 463.05 mg/l
- Composition de l'eau de Blida = 188,9 mg/l
- eau saline naturelle corrigée (T1C)

Le traitement T1C représente l'eau saline naturelle de Gassi Touil précédemment élaborée mais transformée en solution nutritive.

Cette transformation a été faite selon trois principes :

AMELIORATION ET STIMULATION DE LA CROISSANCE VEGETATIVE PAR LE PROCEDE FERT-IRRIGATION EN ARIDO-CULTURE

- En ajustant le pH du milieu à une valeur optimale pour le végétal en culture pH= 5.5 à 5.8
- En prenant en compte les éléments minéraux utiles déjà présents dans l'eau
- En apportant les éléments manquants en faisant jouer les antagonismes qui limitent les effets nocifs des ions en excès (Sodium principalement)

Tableau 4- Eau saline naturelle de Gassi Touil transformée en solution nutritive avec l'eau de Blida T1C (meq/l).

Eau de Blida	NO ₃ ⁻ 0.35	PO ₄ ⁻ 0	SO ₄ ⁻ 0.80	CL ⁻ 0.60	Total
K+ 0			7.60		7.60
Na+ 1.30			2.45	12.75	16.50
Ca++ 2.80	5.85			0.45	9.10
Mg++ 1.80			6.60		8.40
NH ₄ ⁺	1.80				1.80
H+	2.20	1.10			3.30
Total	10.20	3.30	17.45	13.80	

pH = 5.8

TIC

Quantités et ordre de dissolution des sels :

- NHO₃ = 2,2 x 63 = 138.6 mg/l
- H₃PO₄ = 1,1 x 98 = 107,8 mg/l
- Mg SO₄ , 7H₂O = 6,6 x 123 = 811,8 mg/l
- Ca (NO₃)₂ = 5,85 x 118 = 690,3 mg/l
- NH₄NO₃ = 1,8 x 80 = 144 mg/l
- Na CL = 12,75 x 58,45 = 745,23 mg/l
- K₂SO₄ = 7,6 x 87 = 661,2 mg/l
- Na₂SO₄ = 2.45 x 71 = 173,95 mg/l
- CaCL₂, 2H₂O = 0,45 x 75,5 = 33,97 mg/l
- Composition de l'eau de Blida = 188,9 mg/l
- Composition des oligo-éléments A et B = 14,8 mg/l

c- solution témoins

Comparativement aux eaux salines naturelles puis corrigées où transformées en solution nutritive à savoir T1 et T1C, il nous a paru nécessaire d'élaborer à base d'eau de Blida une solution nutritive témoin notée Tm et se afin de comparer les résultats observés sur les milieux salés par rapport à un milieu non salé.

Tableau 5 : Elaboration de la solution témoin à base de l'eau de Blida

Eau de Blida	NO ₃ ⁻ 0.35	PO ₄ ⁻ 0	SO ₄ ⁻ 0.80	CL ⁻ 0.60	Total
K ⁺ 0	3.55		0.70		4.25
Na ⁺ 1.30					1.30
Ca ⁺⁺ 2.80	2.30				5.10
Mg ⁺⁺ 1.80					1.80
NH ₄ ⁺ 0	1.80				1.80
H ⁺	2.20	1.10			3.30
Total	10.20	3.30	1.50	0.60	

pH = 5,8

- NHO₃ = 2,20 x 63 = 138.6 mg/l
- H₃PO₄ = 1,10 x 98 = 107,8 mg/l
- Ca (NO₃)₂ = 2,30 x 118 = 271,4 mg/l
- KNO₃ = 3,55 x 101 = 358,55 mg/l
- NH₄NO₃ = 1,80 x 80 = 144 mg/l
- K₂SO₄ = 0,70 x 87 = 60,9 mg/l
- Composition de l'eau de Blida = 188,9 mg/l
- Composition des oligo-éléments A et B = 14,8 mg/l
- Total = 1,28 mg/l

Les traitements T1C et le témoin ont reçus du fer et des oligo-éléments. Le fer est apporté à raison de 5ml/l de solution prête à l'utilisation, de la concentration 2g/l sous forme de sequestreme de fer 138 Fe.

Les oligo-éléments sont apportés à raison de 0.1 ml/l de solution concentrée. Il s'agit de

(NH₄)₆ MO₇ O₂₄ 4H₂O (0.5 g/l) + H₃ BO₃ (15g/l) + MnSO₄ 4H₂O (20g/l) + CuSO₄5H₂O (2.5 g/l) + 4 ZnSO₄ 7H₂O (10g/l).

IV-6. Doses et fréquences des arrosages

Le système d'irrigation adopté est un système à circuit ouvert ce qui a permis l'évacuation des eaux en excès. Les besoins hydriques sont fonctions du stade physiologique et de la température de la serre

Tableau : Doses et fréquences des arrosages

Nombre de jours Apres semis	Doses ml/pot	Fréquences / jour	Volume apporté ml / j / pot
30	20	2 : 9H-16H	40
45	20	3 :9H.13H.16H	60
60	20	3 :9H.13H.16H	60

L'irrigation par les différents traitements s'est faite une semaine après le semis des plants de tomate et du haricot.

IV-7. Traitements phytosanitaires utilisés

Pour éliminer tout risque de contamination par les agents pathogènes, des traitements préventifs a été effectués tous les 3 jours en alternant les produits suivants :

Un produit fongique tel que l'ANTRACOL à raison de 2.6 g/l

Un produit insecticide tel que le LANATE à raison de 2 ml/l

IV-8. Les paramètres mesurés

Des mesures biométriques ont été réalisées sur les jeunes plantules selon trois périodes distinctes :

- 30 Jours après semis : coupe C1
- 45 Jours après semis : coupe C2
- 60 Jours après semis : coupe C3

Le procédé adopté étant celui de la destruction afin d'avoir une idée sur le diagnostic précoce des plants en milieu salé.

Au moment de chaque coupe, les plants des 2 blocs sont mesurés selon les paramètres suivants :

- hauteur des tiges (Cm)
- nombre de feuille par plante
- diamètre des tiges
- vitesse de croissance des plantes
- poids frais total des plantes entières
- poids frais des tiges
- poids frais des feuilles
- poids sec total des plantes entières
- poids sec des tiges
- poids sec des feuilles

Chapitre V : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

L'interprétation des résultats s'est faite sur la base de l'analyse de la variance au seuil de 5% ce qui nous a permis de présenter les résultats obtenus des paramètres étudiés sous forme de moyenne par traitement.

V-1. Aspect général des plantules de tomate et de haricot

Durant 60 jours de culture, l'effet traitement étant bien marqué sur les plants de tomate et de haricot.

Les plants traités par les eaux salines naturelles T1 présentaient un aspect chétif, des tiges minces, un feuillage moins développé, une teinte vert bleuté, un système racinaire moins développé. Aussi, il a été observé un grand nombre de bourgeons terminaux qui n'ont pas évolué engendrant un retard de précocité. L'effet des carences nutritionnelles dans ce milieu T1 lié à l'effet de la salinité provoque ces phénomènes.

En revanche, les plants traités par les eaux salines corrigées T1C, présentaient un aspect vigoureux, turgescents, des tiges épaisses et rigides, un feuillage vert foncé, abondant et bien développé et une précocité bien avancée (le premier bouquet floral est apparu 33 jours après le semis pour la tomate et les premières gousses 45 jours après pour le haricot).

Ces symptômes sont la résultante d'une absorption hydrominérale suffisante et bien équilibrée.

V-2. Résultats

Le travail réalisé a comme résultat un aspect comparatif entre l'influence de l'eau saline naturelle et celle de l'eau saline corrigée sur deux types de culture :

une légumineuse : le haricot

une solanacée : la tomate.

Ces résultats seront sous forme des tableaux mettant en évidence les différents paramètres menés avec les différentes solutions et les différentes coupes réalisées.

V-2-1. Paramètres de croissance :

a- Vitesse de croissance des plants

La vitesse de croissance des plants est obtenue par la mesure de la hauteur des plants tous les 10 jours. Elle est exprimée en cm/j.

L'effet traitement sur la vitesse de croissance des plants de tomate et haricot a donné les résultats suivants :

Les coupes ou prélèvements ont été réalisés comme suite :

Coupe 1 : notée C1, effectuée 30 jours après semis

Coupe 2 : notée C2, effectuée 45 jours après semis

Coupe 3 : notée C3, effectuée 60 jours après semis

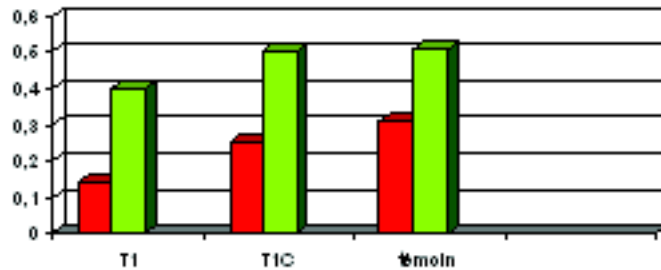


Fig 1 : Vitesse de croissance de la tomate et du haricot à 30 jours après semis :

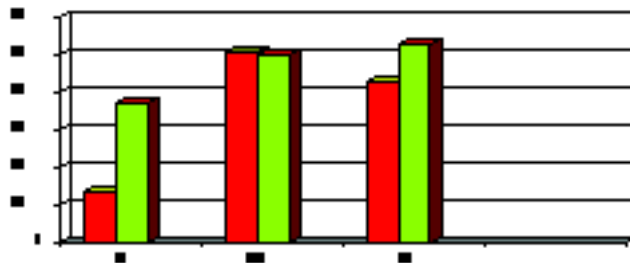
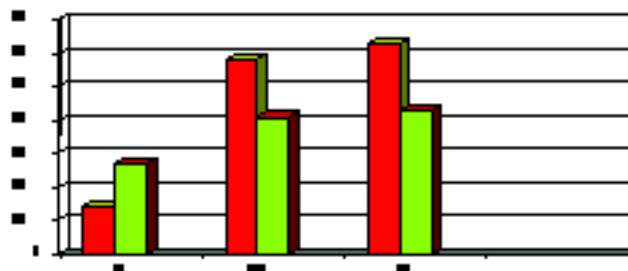


Fig 2 : Vitesse de croissance de la tomate et du haricot à 45 jours après semis :



Tomate ■ haricot ■

Fig 3 : Vitesse de croissance de la tomate et du haricot à 60 jours après semis

Nous remarquons selon les figures 1,2et 3 que les plants de tomate et de haricot issus du traitement salé naturel T1 manifestent la vitesse de croissance la plus faible comparativement aux plantules issues du traitement témoin qui révèlent la vitesse de croissance la plus élevée.

L'évolution de la croissance selon l'analyse de la variance montre que les plants issus des traitements T1 et T1C présentent une différence significative.

Ce qui nous permet de noter que la vitesse de croissance des plants semble être influencée par l'effet salinité

b- Hauteur finale des plants de tomate et de haricot (cm) :

Les résultats sont présentés dans le tableau 2

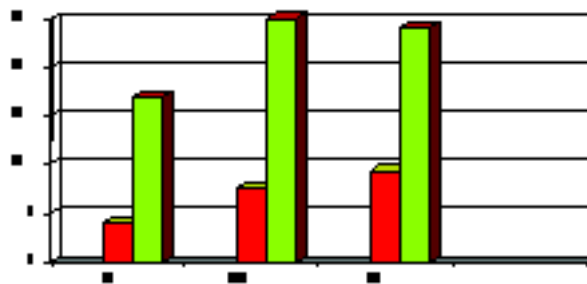


Fig 4 : Hauteur finale (cm) des plants de tomate et de haricot à 30 jours après semis

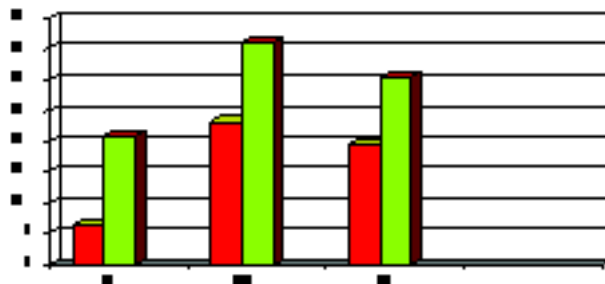


Fig 5: Hauteur finale (cm) des plants de tomate et de haricot à 45 jours après semis

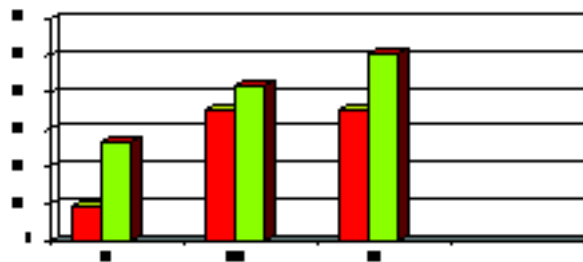


Fig 6 : Hauteur finale (cm) des plants de tomate et de haricot à 60 jours après semis

D'après les résultats observés, l'effet correction des eaux salines manifeste une différence significative entre les plants alimentés par les eaux salines naturelles et ceux alimentés par les mêmes eaux mais corrigées

Les meilleurs résultats sont observés au niveau du traitement témoin à la troisième coupe c'est-à-dire 60 jours après semis notamment pour les plants de haricot.

c- Diamètre final des tiges des plants de tomate et de haricot (cm):

Les résultats sont présents dans le tableau 3

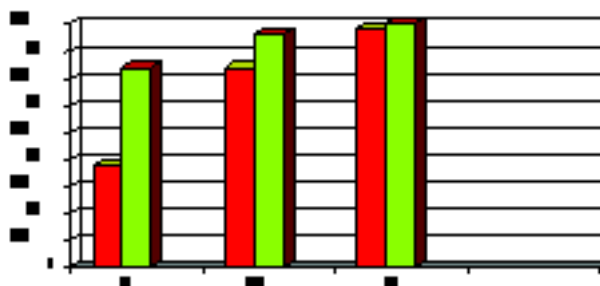


Fig 7 : Diamètre final (cm) des tiges de tomate et de haricot à 30 jours après semis

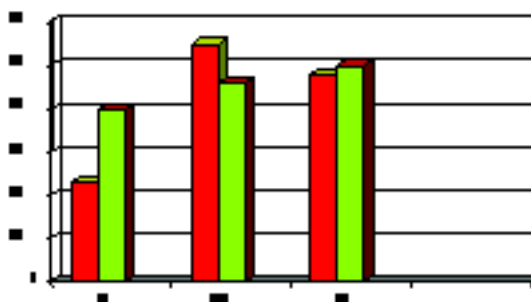


Fig 8 : Diamètre finale (cm) des tiges de tomate et de haricot à 45 jours après semis

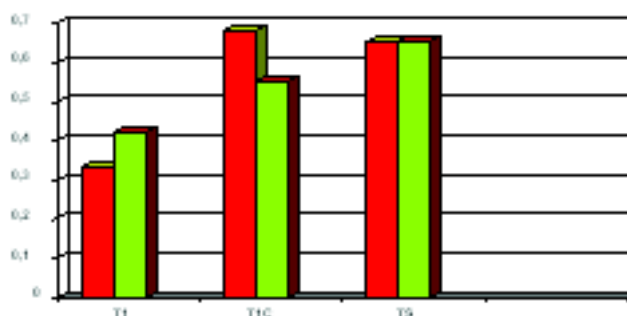


Fig 9 : Diamètre final (cm) des tiges de tomate et de haricot à 60 jours après semis

L'analyse de la variance montre une différence significative entre le traitement salé corrigé et le traitement salé naturel et ce quelque soit le stade de la coupe

D'une manière générale, la correction des eaux salines naturelle a une influence directe sur le grossissement du diamètre final des tiges des plants de tomate et du haricot

d- Nombre de feuilles par plant de tomate et de haricot

Les résultats sont présentés dans le tableau 4

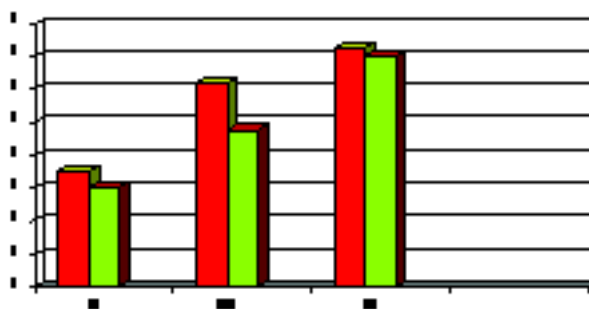


Fig 10 : Nombre de feuilles par plant de tomate et de haricot à 30 jours après semis

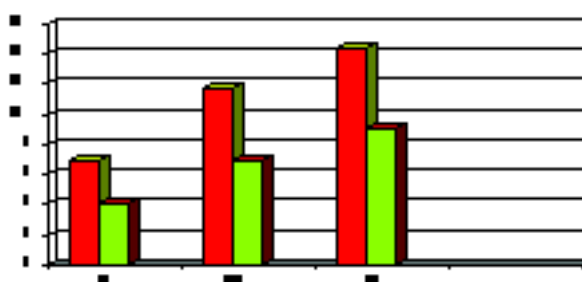


Fig 11: Nombre de feuilles par plant de tomate et de haricot à 45 jours après semis

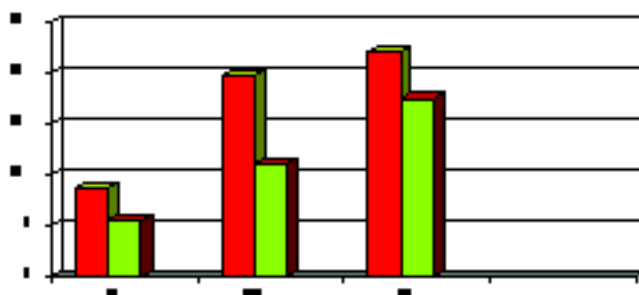


Fig 12 : Nombre de feuilles par plant de tomate et de haricot à 60 jours après semis

D'après les résultats observés, nous remarquons que le facteur salinité exerce une influence remarquable sur le nombre de feuille par plant. Autrement dit, les plants issus du traitement des eaux salines naturelles présentent un nombre très réduit de feuilles.

e- Poids frais des feuilles (g)

Les résultats sont présentés dans le tableau 5

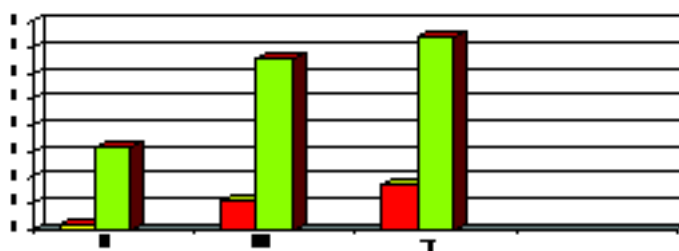


Fig 13 : Poids frais (g) des feuilles par plant de tomate et de haricot à 30 jours après semis

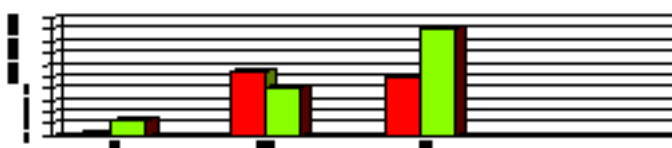


Fig 14 : Poids frais (g) des feuilles par plant de tomate et de haricot à 45 jours après semis

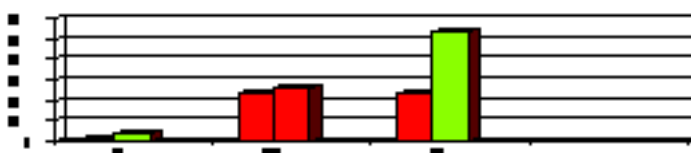


Fig 15 : Poids frais (g) des feuilles par plant de tomate et de haricot à 60 jours après semis

La correction des eaux naturelles accroît le poids de matière fraîche des feuilles d'une manière très significative notamment chez la tomate

Le poids frais des feuilles présentes un accroissement plus important en milieu salé corrigé et ce quelque soit l'espèce testée

f- Poids sec des feuilles (g) :

Les résultats sont présentés dans le tableau 6

Tableau 6 : Poids sec des feuilles (g)

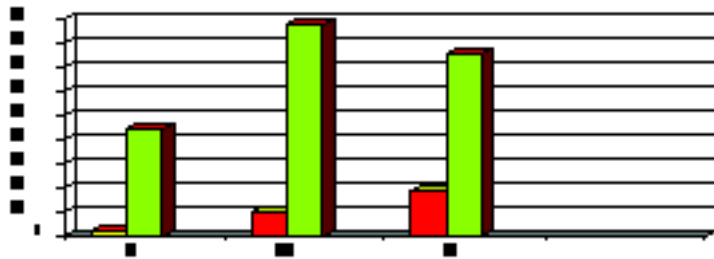


Fig 16: Poids sec (g) des feuilles par plant de tomate et de haricot à 30 jours après semis

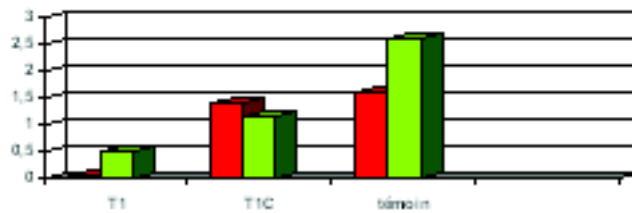


Fig 17 : Poids sec (g) des feuilles par plant de tomate et de haricot à 45 jours après semis

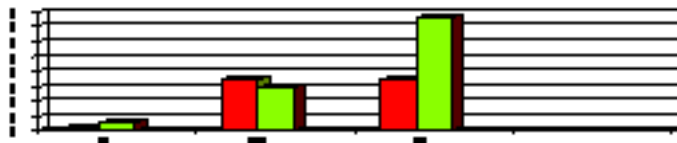


Fig 18: Poids sec (g) des feuilles par plant de tomate et de haricot à 30 jours après semis

L'analyse de la variance montre qu'il y a un effet remarquable entre les traitements naturels et les traitements corrigés durant les trois coupes

On note que les traitements corrigés manifestent le poids sec des feuilles le plus élevé, ce qui explique que l'effet de la correction des eaux naturelles salines a une action stimulatrice sur la croissance végétative des plants

Ces résultats sont conformes à ceux trouvés par Heuer et Feigin (1993) ces auteurs ont remarqué que la biomasse sèche des feuilles est davantage stimulée dans un milieu salin corrigé

g- Poids frais des tiges (g) :

Les résultats sont présentés dans le tableau 7

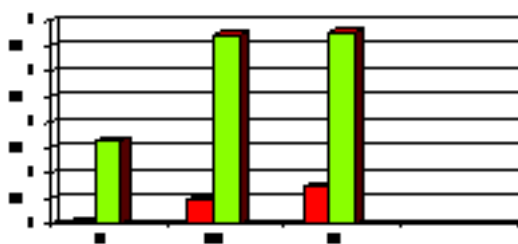


Fig 19: Poids frais (g) des tiges par plant de tomate et de haricot à 30 jours après semis

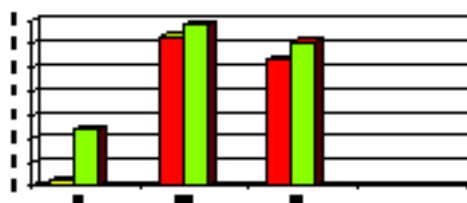


Fig 20: Poids frais (g) des tiges par plant de tomate et de haricot à 45 jours après semis

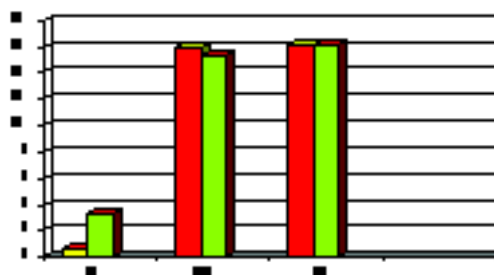


Fig 21 : Poids frais (g) des tiges par plant de tomate et de haricot à 60 jours après semis

L'assimilation réduite des éléments minéraux en milieu salin ne permet pas aux plants de produire beaucoup de biomasse fraîche

Les résultats montrent que le poids frais des tiges est influencé de manière significative par l'effet traitement

h- Poids sec des tiges (g)

Les résultats sont présentés dans le tableau 8

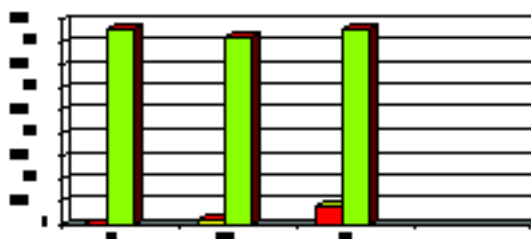


Fig 22 : Poids sec (g) des tiges par plant de tomate et de haricot à 30 jours après semis

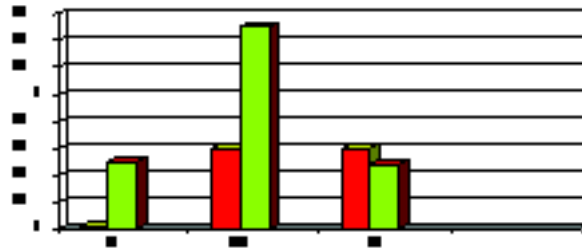


Fig 23 : Poids sec (g) des tiges par plant de tomate et de haricot à 45 jours après semis

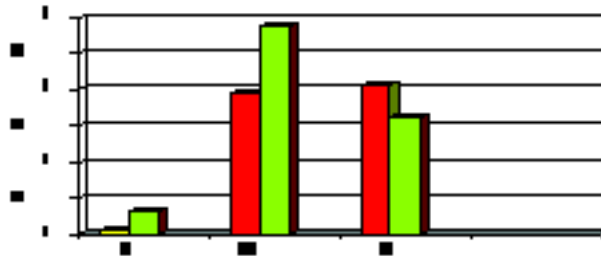


Fig 24 : Poids sec (g) des tiges par plant de tomate et de haricot à 60 jours après semis

Le poids sec des tiges est influencé par l'effet traitement et ceci suite à l'analyse de la variance qui montre que les plants issus des eaux salines naturelles manifestent des poids sec des tiges

La salinité du milieu causes des perturbations sur l'effet de l'absorption hydrominérale

i- Poids frais total des plants de tomate et de haricot (g) :

Les résultats sont présentés dans le tableau 9

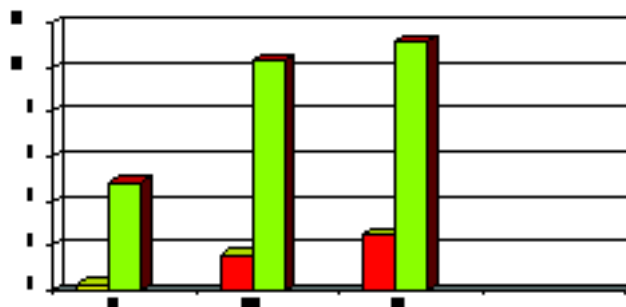


Fig 25: Poids frais (g) total des plants de tomate et de haricot à 30 jours après semis

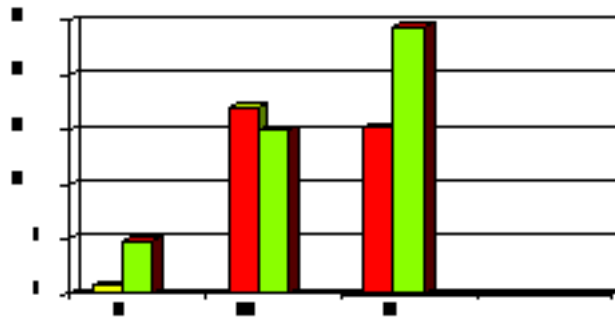


Fig 26 : Poids frais (g) total des plants de tomate et de haricot à 45 jours après semis

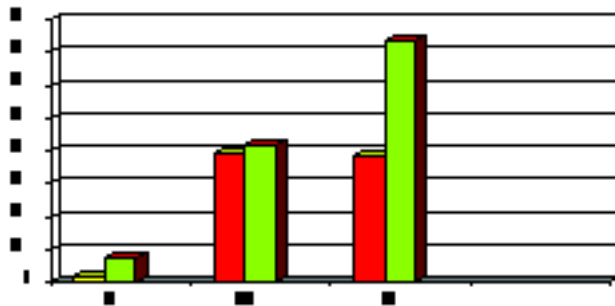


Fig 27: Poids frais (g) total des plants de tomate et de haricot à 60 jours après semis

La correction des eaux naturelles accroît le poids de matières fraîches des feuilles et des tiges des deux espèces testées au cours de leur développement autrement dit, l'assimilation réduite des éléments minéraux en milieu salin ne permet pas la production de biomasse fraîche

j- Poids sec total des plants :

Les résultats sont présentés dans le tableau 10

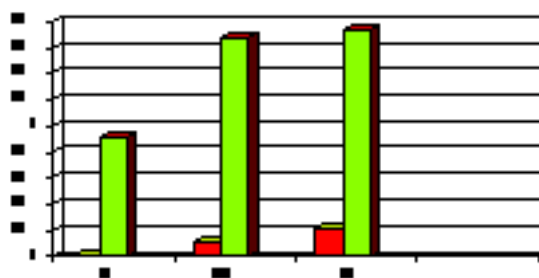


Fig 28 : Poids sec(g) total des plants de tomate et de haricot à 30 jours après semis

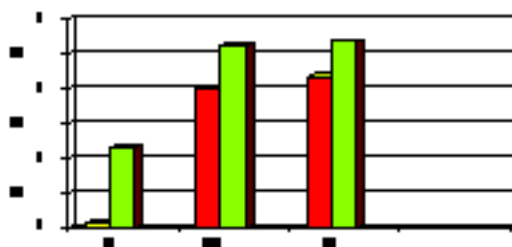


Fig 29: Poids sec (g) total des plants de tomate et de haricot à 45 jours après semis

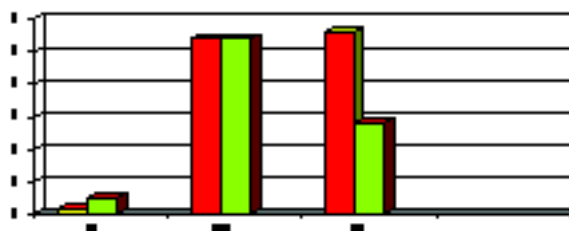


Fig 30 : Poids sec (g) total des plants de tomate et de haricot à 60 jours après semis

L'effet traitement est significatif sur le paramètre mesuré

Ces résultats obtenus au niveau du poids sec total des plants confirment ceux obtenus au niveau du poids sec des feuilles et des tiges

Chapitre VI Interprétations, discussions et conclusions

L'interprétation des résultats, s'est faite sur la base de l'analyse de la variance au seuil de 5% ce qui nous a permis de discuter les résultats obtenus des paramètres étudiés par plant, par traitement, par coupe et par bloc.

Au niveau de la croissance des plantules de tomate et de haricot : l'évolution de la croissance des plants d'après l'analyse de la variance montre que la vitesse de la croissance des plants quel que soit l'espèce issu des traitements T1 et T1C présentent une différence significative. Il est constaté que le traitement témoin présente la vitesse de croissance la plus élevée par rapport aux autres traitements, notamment lors des deux premières coupes quoique l'accroissement de la vitesse de croissance se révèle plus importante pour les plants de tomates que celui des plants de haricot, ceci peut être expliqué par la différence du seuil de tolérance des sels où la tomate est plus tolérante que le haricot.

Cet accroissement de la vitesse de croissance se confirme par les résultats obtenus par la hauteur finale des plants et du diamètre final des tiges.

Au niveau du développement végétatif des espèces testées : l'analyse de la variance

Montre que le facteur salinité exerce une influence remarquable sur le nombre de feuille par plant.

Autrement dit les plants issus du traitement (eau saline naturelle) présentent un nombre réduit de feuilles. Ceci peut être expliqué par la présence de certains éléments tels que le chlore, le sodium et du calcium car selon DIEHL (1975), le calcium peut empêcher l'absorption du magnésium, du potassium et même du phosphore ainsi que d'autres oligo-éléments tels que le Bore, le Zinc, le Fer et le Manganèse, se traduisant par un arrêt de la photosynthèse aboutissant au phénomène de chlorose et une réduction nette du nombre de feuilles. Ce phénomène est plus accentué chez le haricot et ce après 45 jours après semis. Ainsi ; il est à noter que des perturbations métaboliques se répercutent sur le développement des plants.

A l'inverse, on constate avec la correction des eaux salines naturelles une augmentation importante du poids de matière fraîche des feuilles et des tiges des deux espèces testées au cours de leur développement.

Autrement dit l'assimilation réduite des éléments nutritifs en milieu salin ne permet pas aux plants de produire beaucoup de biomasse fraîche,

Ceci s'explique par les troubles physiologiques qui s'ensuivent et il en résulte ainsi une baisse de la biomasse sèche total des jeunes plantules.

La correction des eaux salines naturelles améliore significativement les paramètres mesurés notamment chez la tomate où les accroissements sont plus importants que ceux du haricot.

3- Discussions et conclusions :

D'une façon générale, l'effet de la correction des eaux salines exerce un effet irréfutable sur l'absorption hydrominérale des plantes puisque les meilleurs résultats sont observés au niveau du traitement témoin et du traitement eau saline corrigée noté T1C. Néanmoins, on enregistre une légère différence entre les deux espèces et ce quelque soit le stade de coupe effectué. Le haricot étant plus sensible que la tomate du point de vue salinité des eaux. D'après les principaux résultats, nous pouvant émettre quelques conclusions sur l'ensemble des résultats obtenus.

Tout d'abord, la composition chimique et le déséquilibre ionique de la solution saline naturelle (T1) influencent de manière significative la croissance et le développement des plants des espèces étudiées en provoquant des troubles physiologiques se traduisant par des diminutions des paramètres étudiés.

D'après MONGI (1962), l'effet néfaste des sels provoque une réduction de toutes les parties de la plante, puisque ces sels créent une perturbation dans l'absorption hydrominérale qui se trouve limitée. Ce phénomène est beaucoup plus accentué chez la tomate que chez le haricot car il se trouve que les gousses sont moins altérées par la salinité.

En conclusion les différents traitements étudiés ont pour conséquence des variations d'absorption hydrominérale des plantes en fonction des phases physiologique adoptées.

On croit pouvoir expliquer cet effet en considérant que la correction des eaux salines naturelles exerce une action très favorable sur la croissance et entraîne un bon développement physiologique pour les deux espèces étudiées quelque soit leur seuil de tolérance à la salinité.

CONCLUSION GENERALE

Au terme de cette étude sur l'amélioration et la stimulation de la croissance végétative par le procédé de Fert-irrigation, nous avons pu faire ressortir un certain nombre d'observations et d'apporter quelques éléments pour une meilleure compréhension de l'alimentation hydrominérale en arido-culture des plantes cultivées en Algérie.

La recherche a été faite sur deux plantes à savoir la tomate et le haricot qui constituent respectivement des modèles de plantes maraîchères moyennement et sensible à la salinité.

A ce titre, les paramètres étudiés (hauteur finale des plantes, diamètre des tiges, nombre de feuilles, vitesse de croissance) vis-à-vis du milieu salin et les résultats obtenus ont révélé le rôle prépondérant de ce dernier sur la croissance et le développement des plantes testées.

Nous avons noté que les effets directs résultent d'un ensemble d'interférences traduisant essentiellement des carences nutritionnelles et de fortes pressions osmotiques associés à des déséquilibres ioniques.

En effet, cette étude illustre que le NH_4^+ appliqué à la concentration qui correspond au seuil de tolérance des plantes en milieu salé, limite l'entrée dans la plante du Na^+ .

C'est donc l'augmentation de la proportion du NH_4^+ et la diminution de la teneur en K^+ dans le milieu qui doivent être considérées responsables du ralentissement de la croissance des espèces étudiées.

Les résultats obtenus ont montré par ailleurs que la correction des eaux salines naturelles améliore significativement les paramètres testés beaucoup plus chez la tomate que chez le haricot. Les accroissements les plus importants sont enregistrés pour les traitements témoins et T1C de ce fait :

-la correction des eaux salines naturelles fait varier significativement à une moindre mesure les caractéristiques morphologiques des fruits de la tomate.

-par contre, chez le haricot un accroissement très significatif est constaté sur le nombre, le poids, des graines et le taux de remplissage des gousses.

Ainsi la transformation des eaux salines naturelles en solution nutritive permet d'entrevoir des perspectives intéressantes pour la croissance végétale en arido-culture.

L'accroissement de la production végétale dans les zones semi-aride et arides caractérisées par des potentialités hydrique importantes mais salées et la présence de reg ou sols sableux, devait être un terrain d'application positif d'une telle technique.

Enfin, nous suggérons que même avec des eaux jugées impropres à l'irrigation, il est possible de modifier et de corriger la mauvaise composition des eaux salines en faisant d'elles des solutions nutritives excellentes ou convenable à l'alimentation hydrominérale des cultures végétales en prévision des changements climatiques et de la démographie croissante pour une économie défailante.

C'est une méthode très objective qui paraît indispensable de valoriser en agriculture.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANONYME 1981** – Larousse agricole, publiée sous la Direction de Jean Michel Clément
Ed . Larousse Paris 1044 p.
- BRUN R. SETTEMBRINO A. 1994** – Le pilotage de la fertilisation des cultures hors sol.
Rev P.H.M . p 8-15.
- BRUN R et MANTARONE M. 1987** – Influence de la concentration saline de la solution nutritive sur la réaction de la plante. Ed. INRA. Paris 60p.
- CALLOT G CHAMAYON H MAERTEURS C.L. 1982** – Mieux comprendre les Interactions sol-racines. Incidence sur la nutrition minérale.
- CHEVERRY ,1995-** extension et diversité des phénomènes mettant en jeu les sels solubles C.R. acad.agric.f.2, 81,n2 p 42-46INRA. Paris. 325 p.
- CHOUARD P., 1952** – Les cultures sans sol Ed. Maison rustique. Paris 200 p
- COIC Y. 1984** – La Culture sans sol Rev . Sci et Vie. Hors série p N° 146. pp. 68-75.
- COIC Y. et LESAIN C., 1983** – Cultures hydroponiques : Technique d’avenir
Ed. Maison Rustique. Paris. 548p.
- DAOUD Y. et HALITIM A. 1994** – Irrigation et salinisation du Sahara Algérien.
Sécheresse. 03 (5). Pp. 51-60.
- DIEHL R. 1975** – Agriculture générale. 2eme Ed. J.B Baillière. Paris. 34p.
- DOUMLIAOUSKAS C. et BENHACINE C. H. 1983** – Irrigation agricole. Ministère de L’Hydraulique. I.H.B de Tipaza 30p.
- DROUHIN G. 1961** – Expérience Algérienne d’utilisation de eaux saumâtres pour l’irrigation avec référence particulière aux sols salins. UNESCO. Paris. Pp. 239-244.
- FEVEREAU J. 1976** – Culture en containers. Revue horticole. N°14, pp. 68-75.
- HADJ ARAB L. 1977** – Etude de la tolérance saline du haricot. Thèse Ing. INA. Alger. 40p
- JEANNEQUIN B. 1987** – Les cultures hors-sol Ed J.B INRA. 20p.
- KATERJI N. 1995** – Réponse des cultures a la contrainte hydrique d’origine saline :Approche empiriques et mécanistes. C.R acad. Fr. 81. p 73-86.
- KOLEV. N. 1976** – Les cultures maraîchères en Algérie. T.1 « légumes fruits » Ed ; Ministère de l’agriculture et des réformesagraires PP 143 -161.
- LASRAM M. 1995-** Comportement des plantes en milieu salé et placé en contour méditerranéen. AC.R Acad Agri 81 (02) pp 47-60.
- LAVAL MARTIN D. et MAZLIAK P. 1995** – Physiologie végétale T1. Nutrition et métabolismes. Ed. Hermann. Col. Méthodes. Paris. 265p.

- MAZLIAK P. 1981**- Physiologie végétale : Nutrition et métabolisme. Ed ; Hermann. 241p.
- MORARD P. 1995** – Les cultures végétales en hors sol. Pub. AGRI . Paris 301 p.
- MUSARD M. 1988** – Qualités de la tomate de serre conduite de l'alimentation hydro-minérale en culture sur substrat. PHM. Rev ; Hort ; N° 291. pp 34-38.
- PENNINGS FELD A et KURZMANN T. 1969** – Culture sans sol ou hydroponiques et sur Tourbe. Ed . Maison rustique. Paris. 219p.
- REY Y. et COSTES C. 1965** – La physiologie de la tomate. Etude biologique. CNRA. Station centrale de physiologie Végétale. Versailles 111p.
- SERVANT J.M. 1976** – La salinité dans le sol et les eaux. Doc. SES. N° 60. INRA 30p.
- SLAMA F. 1986** – Effets de NaCl sur la croissance et la nutrition minérale de six espèces De plantes cultivées. Agrochimica volume . pp. 137-146.
- SLAMA F. 1990** – Transport de Na⁺ dans les feuilles et sensibilités des plantes à NaCl. Evaluation d'un effet piège au niveau des tiges. Agronomie 11. ELSEVIER. INRA. Pp. 275 – 281.
- SNOUSSI S.A. 1984** – Effets des variations des concentrations d'azote et de potassium D'une solution nutritive de base sur la tomate cultivée. Thèse Ing . Magist. INA. El harrach. 115 p.
- SNOUSSI S.A. 2001** – Valorisation des eaux salines pour la nutrition minérale des plantes Cultivées. Thèse de doctorat d'état. INA. El Harrach. 152 p.
- ZEGUAOUI Z. 1999** – Contribution à l'étude de la nutrition azotée. Phaseolus VulgarisL : Effet du stress osmotique. Thèse. Magist ; Uni Bab Ezzouar ; Alger ; 77 p.
- ZELLA L. 1992** – Eaux non conventionnelles. Rev. El ardh 21. pp 32 – 37.
- ZUANG H. 1982** – La fertilisation des cultures légumières. Ed . CTIFL. Paris. 216 p.
- ZUANG H. et al. 1992** – Les cultures sur substrats, la qualité. Ed. INVUFLEC. 310 p.