



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université : Saad DAHLEB Blida-1-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie des Populations des Organismes

Mémoire de Fin d'Etudes

Pour l'obtention du diplôme de master en biologie

Option : « Biodiversité et Physiologie Végétale »

THEME

**Impact de la fertilisation et la salinité sur deux porte-greffes d'agrumes
(*Citrus volkamariana* et *Citrance carrizo*).**

Présenté par : Aiboud Amina

Soutenu le :15/09/2020

Aoucha Nesrine

Devant le jury :

Présidente :	Mme Takarli S.	MAA	UDB1
Examinatrice :	Mme Zarkaoui A.	MAA	UDB1
Promotrice :	Mme Chérif HS.	MCA	UDB1

Année Universitaire : 2019/2020

Remerciements

*Ce mémoire n'aurait pas pu être ce qu'il est, sans l'aide d'ALLAH
Miséricordieux le tout puissant qui nous a donné la force afin de l'accomplir.*

*Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements et notre profonde reconnaissance
à notre chère promotrice, Docteur Cherif H.S, chef d'option de Biodiversité et
physiologie végétale, Faculté SNV, Université Saad Dahleb Blida 1, pour nous
avoir fait l'honneur de diriger ce travail. Nous voudrions qu'elle trouve ici toute
notre reconnaissance pour ses encouragements, ses conseils, ses recommandations,
le temps qu'elle nous a consacrée et sa bienveillance. Nous remercions vivement
les membres de ce jury :*

*Mme Takarli, Enseignante à la Faculté SNV, Université Saad Dahleb Blida 1.
Nous sommes très honorées que vous ayez accepté la présidence du jury de ce
mémoire. Trouvez ici l'expression de nos sincères remerciements et soyez assuré de
notre profonde gratitude.*

*Mme Zarkaoui, Enseignante a la Faculté SNV, Université Saad Dahleb Blida
1, Merci pour avoir accepté de faire partie du jury de ce mémoire, pour l'intérêt
que vous portez à notre travail et pour le temps consacré afin de l'évaluer.*

*Nous remercions vivement Toutes les équipes, tous les personnels de l'institut
l'ITAF de nous avoir ouvert ces portes et nous accueillir.*

*A tous nos enseignants qui nous ont accompagné tout au long de notre parcours.
Et surtout Mme Kebbas lah yerhamha, « notre rencontre était courte mais vous
resterez dans nos cœurs, reposez en paix ».*

*À toute personne ayant participé de près ou de loin dans l'élaboration de ce
travail, trouve ici l'expression de notre très vif remerciement.*

Dédicaces

Mercie Dieu, pour m'avoir donnée la force et la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire "el hamdoulillah"

Je dédie ce modeste travail

A mes grands parents

Fatma et Kaci et Rabah" rebi yerhmhoum" que j'aurai aimé les avoir à mes coté et partager ce précieux moment avec moi.

toujours dans mon cœur paix à leurs âmes.

A ma très chère mère

A la lumière de mes yeux, à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite. La femme combattante que sans elle je n'ai pas pu être ce que je suis, en reconnaissance de son effort, son amour et son encouragement durant toutes mes années d'études. aucun dédicace ne saurait te décrire.

A mon père

Qui a été mon ombre durant toutes les années de mes études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger, aucun mot ne peut exprimer mon respect.

A mon cher mari

Ahcene pour sa présence à mes cotés dans les moments dures, son soutien à moi tout le long de mon parcours, que Dieu le protège et me le garde.

A ma belle mère Wahiba A mon beau père Yacine et ma belle sœur Sara ma deuxième famille Qui me soutient toujours, que Dieu me les garde.

A mon binôme Aoucha Nesrine, une sœur à l'éternité.

A ma famille et mes très chères amis: mon frère Rabah qui ma soutenue, mon chère cousin Riad, Abedlhak, Assia mon âme sœur, Manel, Faiza, Bouchra.

Et a toute personne qui ma soutenue pour y arrivé à ce que je suis maintenant.

Amina

Dédicace

A la fin de ce travail, je remercie le bon dieu l'unique maître des terres et des cieux de m'avoir donné la foi et le courage pour atteindre mon objectif.

Je dédie ce travail qui n'aura jamais pu voir le jour sans les soutiens indéfectibles et sans limite de mes chers parents qui ne cessent de me donner avec amour le nécessaire pour que je puisse arriver à ce que je suis aujourd'hui. Que dieu les protège et que la réussite soit toujours à ma portée pour que je puisse vous combler de bonheur.

A La mémoire de celle qui me manquera toujours, ma petite sœur Basmat Elnada Farah.

*A Mes chers sœurs et frères qui ont été le meilleur soutien chacun de sa manière
A Mes belles – sœurs et beaux frères.*

Mes neveux et mes nièces

A ma meilleur amie Fatma Zohra qui m'a accompagné durant les années de mes études

A mon binôme Amina pour la sœur agréable qu'elle était et qu'elle restera pour moi

A tout mes amies de l'option BPV (2019/2020)

A toute personne qui m'a aidé à franchir un horizon dans ma vie

NESRINE

ملخص

تملح التربة والمياه من العوامل اللاأحيائية التي تحد من إنتاجية النبات بشكل عام ، و عملية التشجير بشكل خاص لأنها معمرة ، وتقلل من غلاتها .

بحث الدراسة الحالية بأثر رجعي في تأثير التسميد والملوحة على الصفات المورفولوجية والفسولوجية والكيميائية الحيوية لجذرتي *Citrus volkamariana* و *Citrance carrizo*. هدفها الرئيسي هو مقارنة حساسية أشجار الفاكهة المعرضة للإجهاد الملحي ، من خلال توليفة من أربع دراسات علمية أجريت في المغرب ، *Omari et al (2012)* ، *Mustapha Ait Haddoud Mouloud et al (2004)* ، *Allario T (2009)* و *Bernard (2004)* ، *R O et al (1995)* على نوعين من جذور الحمضيات (*Citrus volkamariana*) و (*Citrance carrizo*) تعرض لتركيزات كلوريد الصوديوم (25-35-70 ملي مول) والنيتروجين (0-1-5-10 ملي مول).

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن الجزء الموجود تحت الأرض من النبات هو الأول الذي يتأثر بالملوحة ، وتكشف مقاومة الملوحة أن *Citrus volkamariana* أكثر تحملاً لكلوريد الصوديوم من *Citrance carrizo*.

يكشف التسميد بالنيتروجين عن تأثير مفيد على زيادة الكلوروفيل في الأوراق (يتراوح بين 9.30 ملغ / لتر و 7.23 ملغ / لتر) ، وارتفاع الساق *Citrus volkamariana* (29.61 سم) وكذلك الكتلة الحيوية الطازجة والجافة. ومساحة الأوراق ($P = 0.1291$) للجذور.

بالإضافة إلى ذلك ، لوحظ أن إستراتيجية التكيف التي أوصت بها الأصناف تختلف عن بعضها البعض.

الكلمات المفتاحية: التسميد ، الملوحة ، الحساسية ، *Citrus volkamariana* ، *Citrance carrizo*.

Résumé

La salinisation des sols et de l'eau, est l'un des facteurs abiotiques qui limitent la productivité végétale en générale, et arboricole plus particulièrement étant donné que c'est une pérenne, et diminue ses rendements.

La présente étude rétrospective porte ce présent travail est une contribution à l'étude de l'effet de la fertilisation et la salinité sur les caractères morphologiques, physiologiques et biochimiques des deux porte-greffes *Citrus volkamariana* et le *Citrangé carrizo*. Son principal objectif étant de comparer la sensibilité des arbres fruitiers soumis au stress salin, à travers une synthèse de quatre travaux scientifiques réalisés au Maroc par Omari et al (2012) et Mustapha Ait Haddoud Mouloud et al (2004), en Espagne par Allario T (2009) et au Sud d'Afrique par Bernard R O et al(1995), sur deux variétés de porte-greffe d'agrumes (*Citrus volkamariana* et le *Citrangé carrizo*) soumises à des concentrations de NaCl(25-35-70mM) et d'azote(0-1-5-10mM) .

Les résultats obtenus montrent que la partie souterraine de la plante est la première affectée par la salinité, et la résistance vis-à-vis la salinité révèle que *Citrus volkamariana* est plus tolérant au NaCl que le *Citrangé carrizo*.

La fertilisation par l'azote révèle un effet bénéfique sur l'augmentation de la chlorophylle dans les feuilles (varié entre 9.30mg/l et 7.23mg/l) , la hauteur de la tige du volkamariana est de (29.61cm) ainsi que la biomasse fraîche et sèche et la surface foliaire (P=0.1291) des porte-greffes.

En outre, il a été constaté que la stratégie d'adaptation préconisée par les variétés est différente entre elles.

Mots clés : Fertilisation, Salinité ,*Citrus volkamariana*, *Citrangé carrizo* ,sensibilité.

Summary

The salinization of soils and water is one of the abiotic factors that limit plant productivity in general, and arboriculture more particularly, since it is perennial, and reduces its yields.

The present retrospective study examines the effect of fertilization and salinity on the morphological, physiological and biochemical characters of the two rootstocks *Citrus volkamariana* and *Citrance carrizo*. Its main objective is to compare the sensitivity of fruit trees subjected to salt stress, through a synthesis of four scientific studies carried out in Morocco Omari *et al* (2012) and Mustapha Ait Haddoud Mouloud *et al* (2004), Spain Allario T (2009) and South Africa Bernard R O *et al* (1995) on two varieties of citrus rootstock (*Citrus volkamariana* and *Citrance carrizo*) subjected to concentrations of NaCl (25-35-70mM) and nitrogen (0-1-5-10mM).

The results obtained show that the underground part of the plant is the first affected by salinity, and resistance to salinity reveals that *Citrus volkamariana* is more tolerant to NaCl than *Citrance carrizo*

Nitrogen fertilization reveals a beneficial effect on the increase of chlorophyll in the leaves (varied between 9.30mg / l and .23mg / l), the height of the stem (29.61cm) as well as the fresh and dry biomass. and the leaf area ($P = 0.1291$) of the rootstocks.

In addition, it was observed that the adaptation strategy recommended by the varieties is different from each other.

Key words: Fertilization, Salinity, *Citrus volkamariana*, *Citrance carrizo*, sensitivity.

Liste des tableaux

Tableau 01 : Les rendements par régions par ordre décroissant.....	10
Tableau 02 : Présentation du matériel végétal utilisé par les différentes équipes scientifiques	16
Tableau 03 : Morphologie des porte-greffes utilisés.....	annexe

Liste des figures

Figure01 : Distribution géographique des Rutacées	03
Figure02 : Régions d'origine, dispersion et zones de diversification des agrumes cultivées	04
Figure03 : Structuration de la diversité génétique du genre Citrus.....	06
Figure04 : Carte mondiale de la distribution des agrumes.....	11
Figure05 : Classification des plantes selon la résistance à la salinité.....	15
Figure 06 :Site de l'institut TAFV Tassala El Maredja.....	16
Figure 07 : vue des porte-greffes en plein terre.....	17
Figure08 : Préparation des pots pour l'implantation	annexe
Figure 09 Implantation des porte-greffes	annexe
Figure10 : vue du dispositif expérimentale des Porte-greffes.....	annexe
Figure 11 : Schéma du dispositif expérimental de l'essai	annexe

Liste des abréviations

CRE : contenu relatif en eau

Mt : millions de tonnes

Psat : poids de saturation

Psec : poids sec

SFT : surface foliaire totale

T1-T4 : durée d'application du stress salin sur les porte-greffes

Table de matière

Résumé Français

Résumé anglais

Résumé arabe

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction

PREMIERE PARTIE : Partie Bibliographique

CHAPITRE I : Généralités sur les agrumes

I.1.Notion de biodiversité.....	1
I.1.1. 1Notion de l'amélioration des plantes.....	1
I.1.2. Objectifs de l'amélioration en arboriculture fruitière.....	1
I.1.3. Notion de biotechnologie.....	2
I 2. Intérêt économique des agrumes.....	2
I.3.Les agrumes.....	2
I.3.1. Présentation de la famille des Rutacées.....	2
I.3.2. Description botanique de la famille des Rutacées.....	3
I.3.3.Historique de la culture des agrumes.....	4
I.3.4.Diversité des agrumes.....	5
I.3.5. Caractéristiques des agrumes.....	5
I.3.6.Diversité interspécifique du genre Citrus.....	6
I.3.7.Classification des agrumes.....	6
I.4.Exigences pédoclimatiques des agrumes	7
I.4.1.Exigences climatiques.....	7
I.4.2.Exigences pédologiques.....	8
I.5.La culture.....	8
I.5.1.La multiplication.....	8
I.5.2. La plantation.....	8
I.5.3.L'irrigation.....	9
I.6. La fertilisation.....	9
I.7.L'eau d'irrigation.....	10
I.8.Situation de l'agrumiculture dans le monde et en Algérie.....	10
I.8.1.Dans le monde.....	10
I.8.2. En Algérie.....	10

CHAPITRE II : Porte-greffe

II .1.Importance du greffage.....	11
II.1.1.Les principaux porte-greffes d'agrumes.....	11
II .1.1.2.Définition d'un porte-greffe.....	11
II .1.1.3.Définition du greffon.....	11
II .2.Citrus volkamariana.....	11
II.2.1. Origine génétique et caractéristiques.....	11
II.2.2. Exigences pédoclimatiques.....	12
II.3. Citrange carrizo.....	12
II.3.1.Origine génétique.....	12
II.3.2.Exigence pédoclimatique.....	12
II.4.Les critères de choix des porte-greffes.....	12

CHAPITRE III : STRESS SALIN

III .1.Notion du stress.....	13
III .2.Définition de la salinisation.....	13
III .3.principaux sels solubles.....	13
III.4.Origine de la salinisation des sols.....	13
III .5.Classification des sols salins.....	14
III.6. Position des sols salins en Algérie.....	14
III.7. Effet du stress salin sur la plante	14
III.8. Classification des plantes selon leur résistance à la salinité.....	15

DEUXIEME PARTIE : Partie expérimentale

I. Matériel méthodes.....	16
Travaux antérieurs	
I.1.Matériel.....	19
I.1.1.Matériel végétale.....	19
I .1.2.Méthodes.....	20
II .Résultats et discussion.....	24
II.1.Résultats.....	24
II.2.. Discussion.....	26

Conclusion

Références bibliographiques

Annexe

Introduction

L'arboriculture fruitière fait partie intégrante de la vie économique et sociale à travers le monde entier. Les agrumes en particulier, ont une grande importance dans le développement économique et sociale des pays producteurs (**Loussert, 1987**)

Ils constituent les produits d'exportation et de transformation en divers dérivés tels que les jus, essence, comme ils peuvent être une source d'emploi (**Loussert, 1987 ; Berkani, 1989**).

A l'instar de nombreux pays, en Algérie, les agrumes présentent une importance économique considérable du moment qu'ils constituent une source d'emploi (**Berkani., 1989**).

Cependant, l'agrumiculture rencontre de nombreuses contraintes liées à la salinité des eaux et des sols. Il y a lieu de souligner que 10 à 15% des terres agricoles en Algérie sont affectées par la salinité (**Hamdy et al., 1995**) or, les agrumes sont très sensibles à cette dernière, dont les pertes en terme de rendement liées à l'irrigation par une eau saline sont estimées à 13% (**Maas, 1993, Ilhami et al., 2000**).

Pour surmonter l'action de la salinité, l'utilisation des porte-greffes tolérants au sel constitue un substitut efficace ou plus commode que les interventions techniques de drainage et de lessivage, coûteux et difficile à maîtriser. Par conséquent, la sélection de nouveaux porte-greffes d'agrumes devient primordiale.

Le sel affecte l'alimentation hydrique et minérale et donc les fonctions physiologiques des plantes, il réduit par conséquence leur croissance et leur production en fonction de leur degré de tolérance et de sensibilité (**Salma ,2004**).

Ainsi, le porte-greffe permet d'adapter une même variété de fruit à plusieurs types de sol différents. Il peut, par ses propriétés, conférer au greffon des tolérances à certaines maladies ou accidents de culture. (**google scholar**).

Notre étude de recherche s'intègre dans ce contexte et a comme objectif général la mise en évidence de l'influence de la salinité et de la fertilisation des sols sur deux porte-greffes *Citrus Volkameriana* et *Citrangé carrizo* en étudiant différents paramètres : morphologiques, physiologiques et biochimiques.

Cette étude est théorique, rétrospective, une synthèse de travaux antérieurs sur l'utilisation de portes greffes en tant que solution à la salinité dans certaines régions à vocation agrumicole.

Première Partie :
Partie Bibliographique

I.1. Notion de Biodiversité

Le Terme de « biodiversité » est un néologisme, une contraction de l'expression « Biological diversity ». Il fût proposé en 1985 par W. Rosen puis repris en 1988 par E. Wilson et M. Peter dans leur ouvrage « Biodiversity » (**Wilson & Peter, 1988**). Cet ouvrage avait pour objectif d'empêcher l'érosion de la biodiversité.

La Convention sur la Diversité Biologique signée par la Conférence des Parties à Rio en 1992, dans son Article 2, définit la biodiversité comme étant la "variabilité des organismes vivants de toute origine, y compris, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces, et entre les espèces ainsi que celle des écosystèmes» (**Lagabrielle, 2017**)

I.1.1 Notion de l'amélioration des plantes

Il existe deux types d'amélioration des plantes :

- La sélection décentralisée : il s'agit de l'amélioration des plantes la plus vieille au monde, qui a commencé il y a presque 10 000 ans. Ce type de sélection est encore pratiqué aujourd'hui, en particulier dans les pays de l'hémisphère sud. Il s'agit de la sélection faite par les paysans grâce à leur propre récolte. En sélectionnant des plantes pour certaines caractéristiques et en les replantant, les paysans opèrent depuis des milliers d'années une amélioration des plantes in situ (ou décentralisée) (**Bouchet, 2018**).
- La sélection centralisée voit le jour au XXe siècle. Elle a lieu dans les laboratoires et est réalisée par des scientifiques et des sélectionneurs professionnels. Ces sélectionneurs créent des variétés en laboratoire, celles-ci sont ensuite enregistrées dans un catalogue national et vendues aux paysans. Les paysans n'en sont pas propriétaires et doivent donc racheter les semences régulièrement (**Bouchet, 2018**).

I. 1.2. Objectifs de l'amélioration en arboriculture fruitière

Les objectifs de l'amélioration dans les différentes stations de recherche portent d'une part sur les aspects agronomiques du matériel végétal : vigueur, adaptation au milieu, date de floraison, ... d'autre part, sur l'aspect commercial de la production : époque de maturité des fruits, calibre des fruits, qualité gustative, etc. Les objectifs seront différents selon qu'il s'agisse de l'amélioration des cultivars ou de l'amélioration des porte-greffes.

I .1.3.Notion de biotechnologie

La biotechnologie pourrait être définie comme toute application technologique qui utilise des systèmes biologiques, des êtres vivants ou des produits dérivés pour faire ou modifier des produits ou des procédés à usage spécifique

Les biotechnologies consistent en l'application d'ADN recombinant, culture de tissus et de cellules et d'autres méthodes utilisées pour le développement de produits nouveaux et améliorés. C'est donc, l'ensemble des techniques qui utilisent les propriétés biochimiques des organismes à des fins industrielles et agricoles

I. 2. Intérêt économique des agrumes

Les agrumes présentent une importance économique considérable pour de nombreux pays, il en est de même pour l'Algérie où ils constituent une source d'emploi et d'activité économique, aussi bien dans le secteur agricole que dans diverses branches auxiliaires (conditionnement, emballage, transformation ect...)(**Farhat et al., 2010**).

Le verger agrumicole algérien est particulièrement concentré dans les plaines littorales et Sub-littorales, où les conditions de sol et de climat sont favorables (**Younsi,1990**). Selon ce même auteur les principales zones agrumicoles sont localisées comme suit :

- La plaine de la Mitidja.
- Le périmètre de la Mina et du bas Chéelif.
- Le périmètre de l'Habra.
- La plaine d'Annaba
- La plaine de Skikda

La plaine de la Mitidja de la région centre du pays est la zone potentielle en agrumiculture, elle couvrait une surface de 36 219ha en 2013 ce qui représente environ 56,4%de la superficie agrumicole totale(**Anonyme, 2013**).

I.3.Les agrumes

I.3.1.Présentation de la famille des Rutacées

La famille des Rutacées a été décrite initialement en 1782 par Durand ; C'est une famille dicotylédone, angiosperme (plante à fleur) de l'ordre des Spinales ; cette famille doit son nom à la rue (***Ruta graveolens L.***), un petit arbuste aromatique rustique qui a été cultivé durant des siècles dans les jardins comme plante médicinale(**Cronquist, 1988**).

Les Rutacées comprennent 1500 espèces et 150 genres. Elles ont une importance dans plusieurs domaines.

En industrie, les résines caractéristiques des rutacées sont inflammables et en conséquence le bois de certaines espèces est utilisé comme carburant ou en torches. En alimentation, les fruits des espèces du genre citrus (orange, citron, pamplemousse ...) sont consommables (**Judd et al., 2002**).

Certaines espèces sont ornementales, mais en majorité, elles sont largement utilisées en pharmacie et en cosmétique (**Judd et al., 2002**).

Les rutacées sont principalement trouvées dans les régions tropicales et tempérées chaudes du globe (**Heywood, 1996 : cf. Figure 1**). Se sont essentiellement des arbres, des arbustes parfois épineux ou plus rarement des herbacées caractérisées par des poches sécrétrices d'un type particulier : dites schizolysgènes.

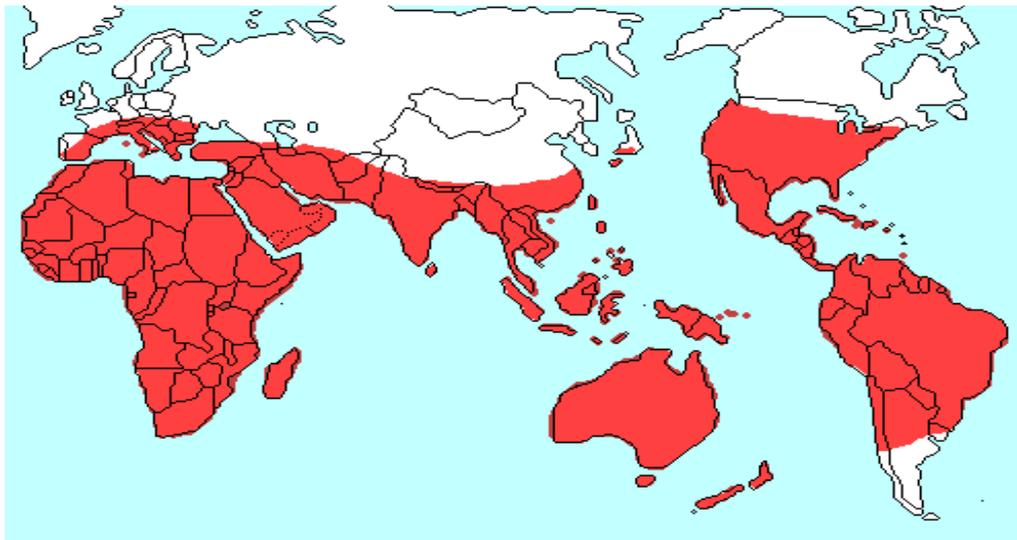


Figure 01 : Distribution géographique des Rutacées (**Heywood ,1996**)

I.3.2. Description botanique de la famille des Rutacées

La famille des Rutacées est une famille de plantes dicotylédones qui possèdent des feuilles alternes ou opposées, simples ou composées, sans stipules avec une inflorescence en cyme ou grappe, parfois régulière et hermaphrodites.

I.3.3. Historique de la culture des agrumes

Loussert (1989) signale que les agrumes sont originaires des pays du sud-est asiatiques où leur culture se confond avec l'histoire des civilisations anciennes de la Chine. Les chinois les cultivèrent d'abord pour leur parfum, puis pour leurs fruits. En outre, c'est avec le rayonnement des civilisations Chinoises et Hindoues que leur culture commença à se propager, au cours du premier millénaire avant notre ère, à l'ensemble des pays du sud-est asiatique (sud du Japon et archipel de Malaisie). Les Cédrats furent probablement les premiers agrumes cultivés en méditerranée à l'époque des Mèdes, au VII^e siècle avant notre ère (**Loussert, 1989**). C'est à partir du bassin méditerranéen que les agrumes furent diffusés dans le monde et dès le Xe siècle, les navigateurs arabes les propagèrent sur les côtes orientales de l'Afrique jusqu'au Mozambique. Christophe Colomb, à l'occasion de son second voyage (1493), les introduits en Haïti, à partir de laquelle la diffusion se fera vers le Mexique (1518) puis les Etats-Unis d'Amérique (1569 à 1890). En fin, ce sont les navigateurs Anglo-hollandaise qui en 1654, introduisirent les premiers agrumes dans la province du Cap en Afrique du Sud (**Jacquemond et al., 2013**) (figure 3).

Les premières étapes importantes dans l'histoire des agrumes en Algérie sont marquées en 1850. Cette année -là, Hardy introduit le mandarinier, qui eut immédiatement la faveur des colons. En 1850 la France reçut les premières expéditions d'oranges de sa nouvelle colonie (**Anonyme, 2007**).



Figure 03 : Régions d'origine, dispersion et zones de diversification des agrumes cultivées
(**Jacquemond et al ., 2013**)

I .3.4.Diversité des agrumes

Les agrumes sont les espèces de 3 principaux genres du groupe *citrinae* dans la famille des Rutacées : *Citrus* regroupant la majorité des agrumes qui ont fait l'objet de plusieurs études et recherches (**Omari et al ., 2012**) (**Ait Haddoud et al., 2004**), (**Bernard R O et al. , 1995**) et (**Allario, 2009**), *Fortunella*(les Kumquats)et *Poncirus*. On peut y ajouter 2 genres moins répandus, originaires d'Océanie : *Eremocitrus* et *Microcitrus* . Chaque genre se décline en espèces (par exemple *Citrus limon*, le citronnier...) et en variétés (*Citrus limon* 'Eureka' etc.)

Le nombre d'espèces compris dans chaque genre, en particulier pour le genre *Citrus*, très complexe, est sujet à controverse et varie en fonction des botanistes : pour l'Américain **Swingle(1943)**, il n'y aurait que 16 espèces de *Citrus*, alors que le Japonais **Tanaka(1957)** n'en recense pas moins de 157. Les «espèces » du genre *Citrus* se distinguent par leur très grande facilité à s'hybrider entre elles. Cultivées depuis des milliers d'années, elles ont toutes été croisées entre elles à des degrés divers, et il est difficile de leur fixer des limites nettes.

D'un point de vue strictement botanique, les travaux menés par l'Anglais **Mabberley (1997)** sur la base d'analyse d'enzyme, ont montré qu'il n'y aurait, même, que 5 espèces naturelles qui seraient l'origine de tous les *Citrus* connus aujourd'hui.

Praloran (1971) souligne que la classification systématique des agrumes et des genres voisins est un problème que les spécialistes s'accordent à qualifier de complexe. Le genre *Citrus* renferme la plupart des agrumes cultivés pour leurs fruits ou leurs huiles essentielles, suivant les taxinomistes entre 16 (**Swingle et al ., 1967**) et 156 espèces (**Tanaka, 1961**)

I .3.5. Caractéristiques des agrumes

Les agrumes sont de petits arbres ou arbustes, dont la taille peut varier de 2 à 10 mètres de hauteur suivant les espèces. Leur frondaison est généralement dense et leurs feuilles sont persistantes, à l'exception des *Poncirus*. Leurs fruits, constitués de quartiers remplis de petites vésicules très juteuses, constituent leur principale originalité. Les botanistes ont donné à l'arbre un nom particulier : *hesperidium* , du nom du jardin des Hespérides de la mythologie grecque (**Bénédictte et Bachés,2011**).

Toutes les parties de l'arbre contiennent des glandes à essences : écorce, feuilles, branches, fleurs, fruits. Le parfum fait partie de l'agrume. Quant à leur durée de vie, les agrumes centenaires sont légions.

I.3.6. Diversité interspécifique du genre *Citrus*

Les résultats de nombreux travaux, axés sur la variabilité morphologique ou la variabilité génétique, convergent vers l'existence de 3 taxons à l'origine de l'ensemble des *Citrus* cultivés (Figure 04), qui se seraient diversifiés dans trois zones géographiques distinctes : les pamplemoussiers seraient en effet originaires de l'archipel Malaisie ; les Cédrats auraient évolué dans le nord-est de l'Inde et dans des régions voisines ; les Mandariniers se seraient diversifiés dans une région qui couvre le Vietnam, la Chine du sud et le Japon.

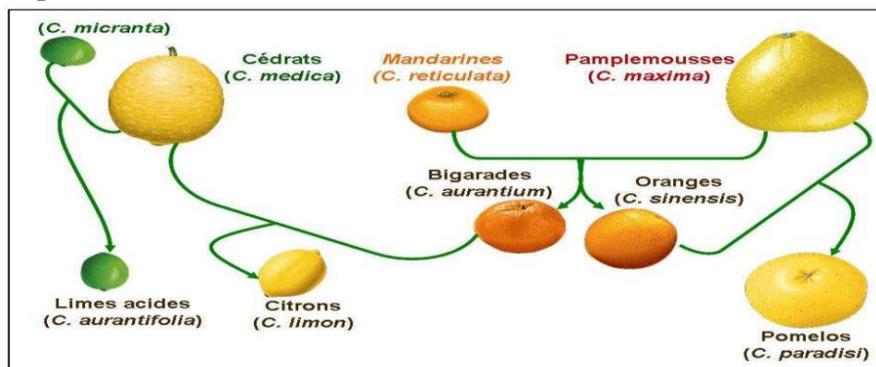


Figure 04 : Structuration de la diversité génétique du genre *Citrus* (Jacquemond et al., 2009).

I.3.7. Classification des agrumes

D'après Swingle (1967), la position taxonomique des agrumes est indiquée comme suit :

Règne : Végétal

Embranchement : Angiospermes

Classe : Eudicotes

Sous classe : Archichlomydeae

Famille : Rutacée

Sous famille : Aurantoideae

Tribu : Citreae

Sous tribu : Citrineae

Genre : *Citrus*, *Poncirus*, *Fortunella*

Espèces : *Citrange carrizo*/ *Citrus volkamariana*

I.4.Exigences pédoclimatiques des agrumes

I.4.1.Exigences climatiques

➤ La température

Selon **Loussert (1989)** les températures moyennes favorables à la culture des *Citrus* sont de l'ordre de : 14°C pour les moyennes annuelles, 10° à 12°C pour les moyennes hivernales et 22° à 24°C pour les moyennes estivales

➤ L'eau

Le climat méditerranéen est caractérisé par une pluviométrie irrégulière, plus des deux tiers des précipitations tombent durant la saison humide et fraîche, période durant laquelle les températures basses ne sont pas favorables à l'activité végétative des *Citrus*. Dans de telles conditions (climat méditerranéen), la culture des agrumes ne peut se concevoir sans l'appui de l'irrigation si on veut maintenir les arbres en activité végétative intense, ce qui aura pour effet d'augmenter la productivité de l'orangerie (**Loussert, 1989**).

D'après **Nyabyenda (2006)**, les *Citrus* ont besoin d'une pluviosité mensuelle de 120mm ; en dessous de celle-ci, l'apport d'eau complémentaire par l'irrigation artificielle peut s'avérer nécessaire si l'on veut atteindre une production optimale. Une pluviosité annuelle de 1500mm est jugée suffisante.

➤ L'hygrométrie

L'humidité atmosphérique joue un rôle important car son excès peut être gênant pour les agrumes en entraînant un développement des mousses et des lichens, une pourriture des fruits et un développement des cochenilles.

D'un autre côté, la faible humidité de l'air augmente la transpiration des agrumes et élève le besoin en eau d'irrigation. Cette faible humidité peut être amplifiée par des vents chauds pouvant provoquer des brûlures sur le feuillage et les fruits (**Loussert, 1989**).

➤ Le vent

Le vent peut avoir une action mécanique provoquant des dégâts directs tels que la chute des feuilles, des fleurs et des fruits, ce qui entraîne une perte importante au niveau de la récolte. Pour y remédier il est important de prévoir suffisamment à l'avance l'installation d'un réseau de brise-vents efficace (**Lebdi, 2010**).

➤ La grêle

Elle peut dans certaines vallées, provoquer des dégâts sur les fruits. Il est conseillé, dans ce cas, de bien se renseigner avant l'installation de vergers d'agrumes sur les couloirs de grêle et leurs fréquences (**Loussert, 1989**).

➤ **pH**

Les agrumes s'accoutument à des pH plutôt acides variant entre 6,5 à 7 qui sont favorables à une bonne assimilation des éléments minéraux plutôt qu'avec des pH basiques supérieurs à 7,5 provoquant des troubles alimentaires telles que les carences en fer, magnésium, manganèse, cuivre, et autres (Fekhar, 2017).

I.4.2.Exigences pédologiques

Le substrat doit être suffisamment lourd pour que la plante ait une bonne tenue et pour retenir l'eau, et suffisamment léger pour que l'eau pénètre bien et que l'enracinement soit rapide et suffisant (Bénédicte et Bachés, 2011).

I.5.La culture

I.5.1.La multiplication

➤ **Par Semis**

C'est une technique très simple : au printemps, on extrait les pépins du fruit mûr, et on les plante, dans une pépinière remplie d'un composte spécial. Pour germer, les graines ont besoins de chaleur -lumière ainsi que d'humidité élevée. Il faut éliminer les petits rameaux latéraux en laissant uniquement la tige principale.

Les plantules sont ensuite transplantées en pleine terre. Cette propagation par semis présente l'inconvénient de donner très souvent des plantes différentes de la plante d'origine. Ce type de multiplication est utilisé surtout pour les portes –greffes (Bénédicte et Bachés,2011).

➤ **Par greffage**

Cette technique consiste à unir deux parties de plantes différentes :la partie inférieure qui apporte au nouveau végétal son appareil racinaire est appelée **porte greffe** ; la partie supérieure, qui caractérisera la partie aérienne de la nouvelle plante est appelée **greffon**. En premier lieu, la greffe élimine les inconvénients liés à la plantation par semis. En effet par greffage, on obtient des plantes identiques aux plantes d'origine. D'autre part, le greffage permet de surmonter certains problèmes de pathologies et aider les plantes à s'adapter aux différents substrats et conditions climatiques. (Bénédicte et Bachés,2011).

I.5.2.La plantation

Le choix du pot de la pleine terre dépend de la situation géographique et des envies esthétiques.

Il est important de savoir que la culture en pot nécessitera un renouvellement régulier du substrat(terreau plantation),de gros besoin en arrosage et en fertilisation, et que l'arbre aura un développement limité et moins de fruits qu'en pleine terre. La pleine terre, par contre demandera un choix raisonné de l'emplacement de la future plantation :climat, ensoleillement et environnement végétal (Bénédicte et Bachés, 2011).

I.5.3.L'irrigation

L'arrosage est indispensable c'est à dire pas d'eau, pas d'agrumes ; car c'est le principe de base de la culture d'agrumes. Ce dernier s'effectue par deux méthodes ; l'arrosage en pot dont le principe est de maintenir le substrat toujours humide et ne jamais laisser l'eau stagner et d'éviter l'utilisation de pot à réserve d'eau. Dans le cas de l'arrosage en pleine terre, les agrumes disposent de plus de volume et donc plus de réserves d'eau qu'en pot (**Bénédictte et Bachés, 2011**).

I.6.La fertilisation

Afin d'obtenir des fruits de qualité et assurer la rentabilité économique du verger, il faut maintenir l'équilibre nutritionnel de l'arbre tout au long de la saison et ajuster les apports aux besoins de l'arbre, en fonction de son stade de développement.

En plus des besoins en éléments majeurs (N, P, K) et secondaires (Mg, Ca), l'alimentation en oligo-éléments (Fe, Mn, Zn, B...) doit être assurée. En effet, une carence de l'un de ces éléments affecte sérieusement la vigueur, le rendement, le calibre et la qualité du fruit.

Un bon apport en élément nutritifs :

-favorise la photosynthèse et combat la chlorose en donnant des arbres plus verts et en meilleure santé.

-Améliore la résistance au froid et aux gelées tardives.

-Améliore la floraison et la nouaison.

Il y a des besoins en fumure minérale : 200g de P_2O , 400g de K_2O , 800g d'azote par arbre et par année d'âge.

- L'azote doit être fractionné :
 - 50% avant la floraison
 - 25% après la floraison
 - 25% après la chute physiologique
- Le phosphate est apporté chaque année en Septembre-Octobre.
- Le potassium est apporté soit en Septembre-Octobre ou entre « Février-Mars »
- L'apport de chacun de ces éléments est fonction de l'âge des arbres.
- La magnésie, zinc, manganèse et le fer sont également très importants pour la nutrition des agrumes. Ces éléments peuvent être apportés par pulvérisation foliaire (**Michel, 2005**).

I .7.L'eau d'irrigation

L'irrigation est associée toujours avec un apport de sels même si c'est une eau douce et de meilleure qualité, car cette dernière contient des sels dissous. L'eau pure est perdue par évaporation mais les sels restent et s'accumulent au fil du temps.

Concernant l'eau en Algérie, une enquête a démontré que 8% du volume d'eau d'irrigation est très salé et ne convient qu'à des cultures tolérantes aux sels, avec des sols facilement lessivables. En revanche, 21,3% de ce volume ne nécessite aucune restriction et peut irriguer tous types de sols et de cultures, le volume restant, soit 70,7% de l'eau d'irrigation est moyennement salé et doit faire l'objet d'une attention particulière avant son utilisation (**Hertani, 2003 in Zerrounda, 2007**).

I .8.Situation de l'agrumiculture dans le monde et en Algérie

I .8.1.Dans le monde

La plupart des pays producteurs d'agrumes sont situées dans l'hémisphère Nord, ce qui représente environ 70% de la production totale.

Les principaux pays producteurs sont le Brésil (15 millions de tonnes), les États-Unis (9 Mt) et la Chine (4 Mt). En Europe, les agrumes sont cultivés dans les pays méditerranéens dont l'Italie possède une tradition historique et un savoir-faire (**FAO, 2014**)(**Figure 05**).

Pourcentage de la production par espèces

-Oranges 71 %

-Citrons et limes 13 %

-Mandarines, clémentines, tangerines 10 %

-Pomelos et pamplemousses 6 %.

I .8.2. En Algérie

En Algérie, la culture des agrumes est d'un grand intérêt économique, cette culture occupe une superficie de 63296 ha ; soit environ 7,6% de la superficie totale occupée de l'arboriculture fruitière (**MADR, 2012**) (**Tableau I**)

Tableau 01 : Les rendements par régions par ordre décroissant (FAO, 2011)

Au-dessus de 20 t/ha		Entre 15 et 20 t/ha		Entre 10 et 14 t/ha	
Wilaya	Rendement	Wilaya	Rendement	Wilaya	Rendement
Mostaganem	25,5	Relizane	19,4	Annaba	13,9
Boumerdes	23,7	El-Taraf	17,7	Jijel	12,7
Blida	23,4	Tizi-Ouzou	17,3	Bejaia	11,7
Médéa	21,6	Alger	17,0	Bechar	10
		Skikda	15,5		
		Chlef	15,5		

La répartition de la surface occupée par les agrumes dans les trois régions du nord d'Algérie est comme suit :

- Région du centre : 28 243 ha - Région de l'ouest : 11 658 ha
- Région de l'est : 4 811 ha .

Selon leurs exigences en eau et qualité des sols, les agrumes sont localisés essentiellement dans les plaines irrigables :

- La plaine de la Mitidja (44%)
- La plaine de Habra et Mascara (25%).



Figure 05: Carte mondiale de la distribution des agrumes (FAO, 2014)

Répartition des agrumes dans le monde



Les porte-greffes Citrus volkamariana et le Citrangé carrizo font l'objet de la présente étude.

II .1.Importance du greffage

Le greffage reste le moyen le plus facile et le plus sûr pour propager et conserver les ressources génétiques. C'est une opération qui a pour objectif de combiner les caractéristiques avantageuses de deux plants différents en un seul plant (CNCC, 2014).

II.1.1.Les principaux porte-greffes d'agrumes

Chez les agrumes l'utilisation des porte-greffes est indispensable vue que ces derniers jouent un rôle important dans la résistance au froid, aux maladies, et aux différents types de sols (calcaire...), ainsi que dans certaines caractéristiques du fruit et de la végétation (Bénédicte et Bachés, 2011).

II.1.1.2.Définition d'un porte-greffe

C'est une partie d'un arbre, généralement un début de tronc et des racines, soudée à un autre arbre, le greffon, un tronc et des branches. Ce dernier fournira des fruits. Le premier se chargera de l'alimentation en eau et sels minéraux (prélevés du sol) de l'ensemble de l'arbre. Le porte-greffe peut être une plante sauvage ou une variété sélectionnée pour ses qualités particulières, en général, de la même famille botanique que la variété greffée (Loussert, 1987).

II .1.1.3.Définition du greffon

C'est une partie de la plante (bourgeon ou petit rameau)qui est introduite sur le porte-greffe ; ce dernier est responsable de l'apparition du nouveaux sujets dans la partie aérienne (Colombo, 2004).

II..2.Citrus volkamariana

II.2.1. Origine génétique et caractéristiques

Probablement d'origine Italienne, c'est un hybride entre un citronnier (*Citrus limon*) et un bigaradier (*Citrus aurantium*) .C'est le plus résistant des citrons, ses feuilles sont d'un vert vif, petit ou moyen et de forme elliptique. Les fruits sont sphériques de dimension moyenne, la peau est d'un orange vif et la pulpe assez acide semblable à celle du citron. Il est utilisé comme un porte-greffe pour d'autres espèces (Colombo, 2004).

II.2.2. Exigences pédoclimatiques

Selon **Loussert (1987)** *Citrus volkamariana* est un bon porte-greffe qui s'adapte à de nombreuses associations ; notamment pour les citronniers qui possèdent un bon enracinement. Ce dernier a une bonne adaptation aux sols secs et aérés accompagné d'une résistance aux chlorures, cependant il est moins adapté aux sols lourds et asphyxiants. En parallèle il présente une résistance à la gommose, et une association tolérante à la Tristeza et à l'Exocortis. Il est, par ailleurs, sensible au blight, donne une très bonne productivité avec la variété de citron Eureka (forte vigueur) ; on outre sa résistance au froid ne dépasse pas - 6°C, tolérant au calcaire actif 12%.

II.3. Citrange carrizo

II.3.1. Origine génétique

C'est un hybride d'orange *Washington naval* et *Poncirus trifoliata*. obtenu en 1909 à carrizo Springs aux Texas (Etats-Unis) (**Jacquemond et al., 2013**).

II.3.2. Exigence pédoclimatique

Le carrizo possède les mêmes caractéristiques que le Citrange Troyer, un enracinement de type pivotant et profond, porte-greffe vigoureux, il supporte les sols moyennement humides, peu tolérants au calcaire et aux chlorures, et craints les sols secs. Ce dernier a une association tolérante à la Tristeza et les nématodes, mais il est sensible au blight et à l'Exocortis. Aussi il possède une amélioration très légère de la sensibilité au froid, mais il présente une bonne productivité sans perte de calibre et de bonne qualité (**Loussert, 1987**).

II.4. Les critères de choix des porte-greffes

La nature du porte-greffe influence fortement le développement de la variété et sa sensibilité aux attaques parasitaires et aux stress. Il est donc nécessaire de prendre en compte également d'autres facteurs pour lesquels l'espèce ou la variété de porte-greffe confère des caractéristiques différentes comme :

- La sensibilité aux maladies (Tristeza, Exocortis, Psorose...).
- La sensibilité à certains parasites du sol (Phytophthora, pourridiés, nématodes...).
- L'adaptation aux contraintes climatiques (froid, zone humide ou sèche...).
- Les performances agronomiques (vigueur, mise à fruits, rendements...).

- La qualité du fruit (calibre, coloration, aspect et épaisseur de la peau, teneur en sucres, acidité, teneur en jus...) (**Jacquemond et al., 2009**).

III.1. Notion du stress

Claude Bernard fut le premier à donner une notion physiologique du stress en 1868. Chez les végétaux, on appelle stress toute pression dominante exercée par un paramètre, perturbant le fonctionnement habituel de la plante. Par ailleurs, la réponse du végétal dépend, entre autres, de ces paramètres environnementaux, (le type de contrainte, son intensité et sa durée) et génétiques (espèce et génotype) (**Hopkins, 2003**).

III .2. Définition de la salinisation

La salinisation est un processus d'enrichissement ou d'accumulation des sels solubles à la surface du sol et dans la zone racinaire et qui occasionne des effets nocifs sur les végétaux et sur le sol lui-même (**Mermoud, 2006**).

III .3. principaux sels solubles

- **les carbonates** : les plus rencontrés sont les carbonates de sodium (Na_2CO_3), bicarbonate de sodium (NaHCO_3),
- **Les sulfates** : ce sont les sels de l'acide sulfurique et les plus fréquents sont le sulfate de magnésium (MgSO), sulfate de sodium (NaSO)
- **Les chlorures** : principalement, le chlorure de sodium (NaCl), le chlorure de calcium (CaCl),

La présence des sels solubles en quantité importante ou d'un horizon sodique à structure dégradée, a une influence néfaste sur le développement de la végétation ou des cultures (**Aubert, 1982**).

III .4. Origine de la salinisation des sols

Il existe deux types de salinisation, l'une est dite primaire ou naturelle causée par les altérations des roches, ou par les apports naturels externes ; l'autre est dite secondaire due aux activités humaines (**Mermoud, 2006**)

- **Salinisation primaire** : la salinité primaire résulte de l'accumulation des sels dans le sol à travers un long processus naturel de dégradation des roches salines et des apports éoliens des sels des mers et océans (**Aubert et Boulaine, 1980**).
- **Salinisation secondaire** : Il s'agit d'une contamination du sol, par des apports extérieurs comme les eaux chargées de sels solubles (de la nappe phréatique salées ou de l'irrigation par des eaux plus ou moins salines), fertilisation chimique excessive (**Aubert et Boulaine, 1980**).

III .5.Classification des sols salins

Selon **Duchaufour et Souchier (1983)**, les sols affectés par les sels (ion sodium) sont regroupés en une classe connue sous le terme de « salsodique » proposé par **Servant (1976)**, qui elle-même renferme deux sous-classes à savoir :

- **Sous classe des sols salins** : le terme salin est utilisé pour des sols dont la CE dépasse 4mmhos/cm à T=25°C.
- **Sous classe des sols alcalins** : ce terme est appliqué à des sols dont le rapport Na⁺ sur la capacité d'échange atteinte 50%(dominance de Na⁺ échangeable).

III.6. Position des sols salins en Algérie

Les sols salins sont très répandus en Algérie, essentiellement dans les zones arides et semi-arides ; des travaux effectués par différents auteurs montrent que la majorité des sols agricoles en Algérie sont affectés par les sels (**Durand, 1958 ; Halitim et al., 1984**).

III.7. Effet du stress salin sur la plante

La salinité du sol est un facteur environnemental important qui affecte la croissance des plantes et la productivité agricole. Le problème de la salinité a été étudié sur le plan agronomique (**Zekri, 1993 ; Ruiz et al ., 1997**), biochimique (**Cerezo et al ., 1997**) et moléculaire (**Gueta D et al ., 1997**). Le sel entraîne une réduction de la quantité de l'eau disponible dans le sol (piégeage des molécules d'eau par ions).

Les niveaux de tolérance à la salinité sont très variables entre les plantes (**Rabie et Almadini, 2005**). En effet, la salinité entraîne une réduction de la capacité des plantes à absorber l'eau, une chute des potentiels hydriques foliaire et osmotique (déshydratation cellulaire(**Hamida et Shaddad, 2010 ; Joseph et Jini, 2011**). Elle provoque aussi un déséquilibre de la balance ionique (accumulation des ions Cl⁻) qui induira une toxicité importante dans le cytoplasme.(**Joseph et Jini., 2011**)

III.8. Classification des plantes selon leur résistance à la salinité

La tolérance au sel n'est pas constante même pour la même espèce ou variété. Elle peut changer en fonction de l'espèce, du génotype, de l'âge et de l'état physiologique de l'orange. Nous pouvons distinguer 4 types de plantes comme le montre la figure si dessous

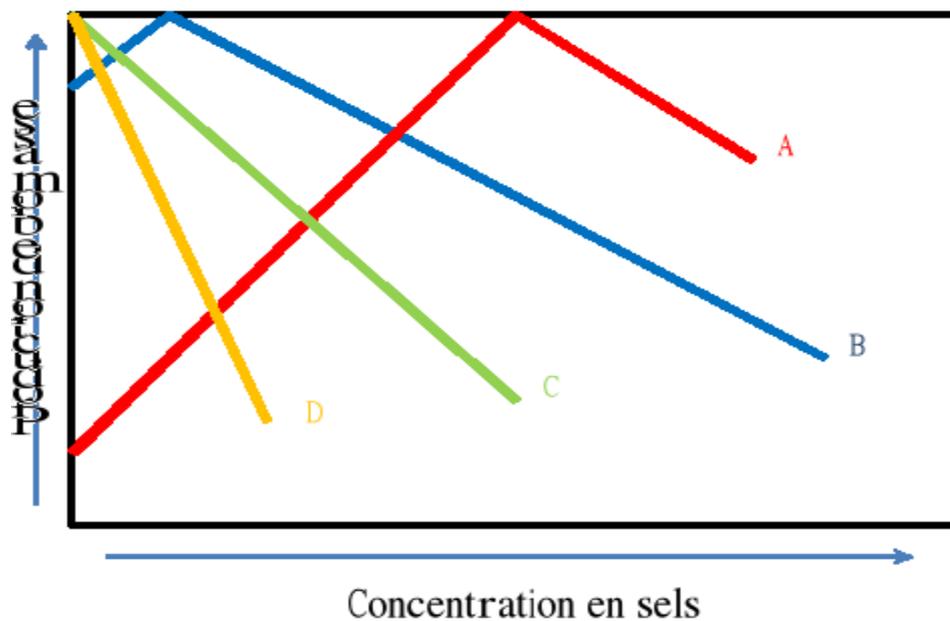


Figure 6: Classification des plantes selon la résistance à la salinité (Hagemyer, 1996 in Jabnoue, 2008).

- **Les Halophytes vraies(A)** : dont la production de biomasse est stimulée par la présence de sel. Ces plantes présentent des adaptations poussées et sont naturellement favorisées par ces conditions : exemple *Salicornia europaea*, *Suaeda maritima*...
- **Les Halophytes facultatives(B)** : montrant une légère augmentation de la biomasse à des teneurs faibles en sel : *Plantago maritima*, *Aster tripolium*...
- **Les Non-Halophytes résistantes(C)** : supportant de faibles concentrations en sel : *Hordeum sp.* ...
- **Les Glycophytes ou Halophobes(D)** : sensibles à la présence de sel : *Phaseolus vulgaris*, *Glycine*.

Deuxième Partie :
Partie expérimentale

MATERIEL ET METHODES

1. Objectif de l'essai et lieu de l'expérimentation

1.1.Objectif

Cet essai est réalisé dans le cadre des essais menés sur l'influence de la salinité et l'effet de la fertilisation sur les porte-greffes *Citrus volkamariana* et le *Citrangue carrizo*.

Le principale objectif de cette étude est l'observation des changements morphologiques (couleur, feuilles, tiges) liés à la sensibilité ou la tolérance de ces plants vis-à-vis du stress salin.

1.2.Présentation du lieu de l'expérimentation

L'expérimentation a été réalisée dans une Serre couverte d'un film plastique, au niveau de l'Institut Technique de L'Arboriculture Fruitière Et De La Vigne de Tassala El Maredja.(ITAFV)(Figure 07).

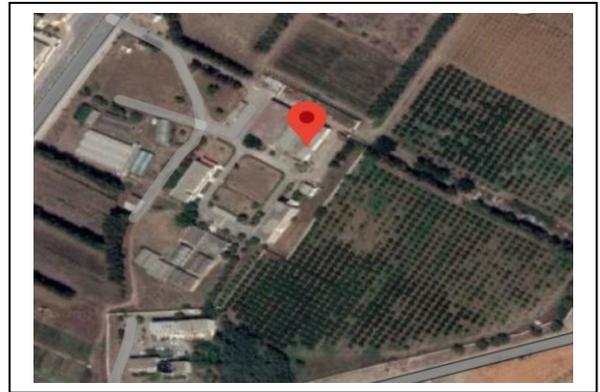


Figure 06 :Site de l'institut ITAFV Tassala El Maredja

2.Matériel végétal

L'essai a porté sur deux porte-greffes d'agrumes « Citrangue carrizo : Orange hybride entre *Washington naval* et *Poncirus trifoliata* » et le « *Citrus volkamariana* hybride entre un citronnier *Citrus limon* et un bigaradier *Citrus aurantium* (Figure07 , annexe 1)

➤ critères de choix de la qualité du porte-greffe

- Racine non enroulées, non courbées et non nues.
- Tige longue, droite et bien dressée
- Diamètre : les plus petits

3. Protocole expérimental

3.1. Préparation du rempotage

En premier lieu, nous mettons au fond des pots une couche de drainage qui consiste en quelques centimètres d'un matériau granuleux(le gravier)(Figure 8,annexe 2) afin de faciliter l'écoulement de l'eau hors pot, nous rajoutons par la suite une petite couche de fumier et de substrat puis nous plaçons les porte-greffes(Figure9, annexe 2). Comme dernière étape les plants sont recouverts par du substrat et du fumier suivie par un arrosage.

3.2. Dispositif expérimental

L'essai sur les deux porte-greffes *Citrangre carrezo* et *Citrus volkamariana* a été conduit suivant un dispositif expérimental de 60 pots (30 pots pour chaque porte-greffes) (Figure 9, annexe 3)

Citrangre carrezo (30 pots)

- 10 pots témoins subdivisés en 3 classes :
 - + Classe 1 : (4 pots) où les plants ne subissent aucun stress (T_0)
 - + Classe 2 : (3 pots) les plants sont soumis à une concentration minimale de NaCl (T_1) 0,4g/l
 - + Classe 3 : (3 pots) les plants sont soumis à une concentration maximale NaCl (T_2) de 0.6g/l



Figure 10 : vue du dispositif expérimental des Porte-greffes

- Pour les 20 pots restants ils sont subdivisés en 2 blocs :

- Bloc 1 : les plants sont fertilisés par l'agrispon (10 pots) : 5 pots subissent une concentration de salinité de 0,4 g/l de NaCl et 5 pots une concentration de salinité de 0.6g/l de NaCl .
- Bloc 2 : les plants sont fertilisés par le knop (10 pots) : 5 pots subissent une concentration de salinité de 0,4 g/l de NaCl et 5 pots une concentration de stress maximale de 0.6g/l de NaCl).

Le même dispositif expérimental est appliqué pour *Citrus volkamariana*

3.4. Application de stress salin

Au cours de notre essai d'arrosage nous avons utilisé comme sel ; le chlorure de sodium (NaCl), dont le choix est basé sur le fait qu'il soit le plus répandu dans les sols et les eaux d'irrigation dans la région méditerranéenne.

L'irrigation des plantes des deux porte-greffes par des solutions salines est faite deux fois par semaines à raison de 5 litres par plant durant 3 semaines.

Les irrigations ont débutées le mois de Février

Les sels sont apportés graduellement dans l'eau d'irrigation afin d'éviter le choc osmotique, et pour cela nous avons fait une période d'adaptation de dix jours.

Après cette période les portes greffes sont subdivisés en deux groupes : ceux qui subissent une concentration de 0.4 g/L de NaCl et les autres une concentration de 0.6g/L de NaCl.

En temps normal , la partie expérimentale aurait portait sur :

-Matériel :

* biologique(Matériel végétal, tourbe...)

*Non biologique(les méthodes utilisées pour réaliser les objectifs).

➤ Notre étude s'est arrêtée à cette étape, en raison de la pandémie mondiale du Covid19.

Raison pour la quelle nous avons réorienté le travail en une synthèse bibliographique

I. Matériel et méthodes

La présente étude rétrospective est une synthèse de travaux portant sur l'effet de la salinité et celui de la fertilisation de deux porte-greffes de différents pays notamment, le Maroc, l'Espagne et l'Afrique du Sud .

Les travaux utilisés portent sur la détermination de la résistance des deux porte-greffes : *Citrus volkamariana* et *Citrangé carrizo* à la salinité et à la fertilisation.

I.1. Matériel

I.1.1. Matériel végétal

Le tableau ci-dessous regroupe le matériel végétal utilisé par chaque équipe de chercheurs dans leur expérimentation, ainsi que la provenance et l'année de récolte

Tableau 02 : Présentation du matériel végétal utilisé par les différentes équipes scientifiques

Equipe de chercheurs	Année	Lieu	Matériel végétal
Omari et <i>al.</i>	2012	Maroc	Ont utilisé Six porte-greffe dont le <i>Citrus volkamariana</i> et le <i>Citrangé carrizo</i> , dans des pots en plastiques de 3L de volume avec un dispositif expérimentale split-plot à trois répétitions avec facteur dose d'azote à quatre niveaux (T1-T4) et le facteur porte-greffes à six niveaux (P1-P6).
Allario T	2009	Espagne	a fait son étude sur 20 plants diploïdes et tétraploïdes du <i>Citrangé carrizo</i> , soumis à un stress salin deux fois par semaines à raison de 50mM, en chambre de culture durant 47 jours.
Mustapha Ait Haddoud Mouloud et <i>al.</i>	2004	Maroc	Ont utilisé des porte-greffes issus des semences en provenance de la station de recherche agronomique de San Giuliano ;il s'agit du <i>Citrangé carrizo</i> et de deux hybrides, pour chaque porte-greffes ils ont utilisé 72plants homogènes âgés d'un an et demie.
Bernard R O et <i>al.</i>	1995	Sud d'Afrique	ont utilisé quatre porte-greffes dont le <i>Citrus volkamariana</i> et le <i>Citrangé carrizo</i> , élevées de la graine fraîchement récolté.

I .1.2.Méthodes

➤ Etude de Omari et *al* (2012). L'expérimentation a été conduite sous serre au niveau du Domaine Expérimental El Menzeh (INRA-Kenitra, Maroc) pendant trois mois (de juin à août 2011). Les semences ont été récoltées de la collection du germplasm et du parc semencier des agrumes, elles ont été d'abord stérilisées par submersion dans la solution d'hypochlorite de sodium 15% durant 15 min puis rincées à l'eau distillée.

Le semis a été effectué en janvier 2011. Après germination, les plantules homogènes ayant 3 à 4 feuilles ont été repiquées en avril de la même année dans des pots en plastiques de 3L de volume dans un substrat composé essentiellement d'un sol sableux.

Paramètres morphologiques

Vers la fin de l'expérimentation ils ont séparés les racines et les feuilles de la tige. Au moment de l'arrachage ils ont pesé la biomasse fraîche totale et celle des parties aériennes et racinaires, et ont mesuré la longueur finale de la tige, la biomasse sèche des racines et des feuilles a été déterminée après passage à l'étuve à 80°C durant 48h, ensuite déterminés la surface foliaire formée et la surface foliaire totale.

Paramètres physiologiques

Contenue relatif en eau : une feuille par porte-greffe et par traitement a été coupée avec son pétiole et pesée pour déterminer le poids frais (Pf). Ces feuilles sont mises dans de l'eau distillée à l'obscurité pendant 24h puis pesées pour obtenir le poids à saturation (P sat) , ensuite les échantillons sont mis à l'étuve durant 24h à 80°C pour obtenir le poids sec (P sec).

Paramètres biochimiques

✓ Dosage des sucres solubles totaux des feuilles : réalisé par la méthode de Dubois et *al.*(1959), les valeurs obtenues sont converties en mg/gMF

✓ Dosage de la concentration en chlorophylle totale des feuilles par utilisation de la méthode d'Arnon (1949) décrite par Esposi et *al.* ,(2003)

✓ La teneur des feuilles en azote

Une fois prélevées, les feuilles sont lavées avec l'eau distillée, séchées dans une étuve, de 60° à 65°C pendant 3 jours puis broyées. Le broyat des feuilles obtenues a été analysé selon la méthode de Kjeldahl.

✓ Analyse statistique

L'analyse de variance (ANOVA) a été effectuée en utilisant la procédure GLM du logiciel statistique SAS en prenant en considération deux facteurs : dose d'azote et facteurs porte-greffe. la comparaison des moyennes est faite par le test du Duncan.

➤ Etude de Allario(2009) : L'auteur a soumis ses porte-greffes à un stress salin deux fois par semaines à raison de 50mM, en chambre de culture durant 47 jrs ; en mesurant la concentration et le nombre de feuille tous les 10 jours.

Au 47^{ème} jour, la concentration foliaire en chlorure et en sodium a été évaluée par l'utilisation d'une sonde de chlorure (minéralisation) par ICP.

➤ Etude de Mustapha Ait Haddoud et *al.*,(2004) : les chercheurs ont transférés les 72 plantes dans des pots de 8 litres, contenant un substrat stérilisé. Ces derniers sont irrigués quatre fois par semaine par la solution de Hoagland et Arnon à moitié concentrée sous addition de NaCl. Le stress salin a été appliqué durant 1 mois avec les concentrations suivantes 0- 25-35-70mM .Afin d'éviter un choque osmotique ils ont effectués une irrigation d'adaptation durant une semaine avec une augmentation de concentration de NaCl .

Le Dispositif expérimentale adopté est le split-plot 6 répétitions, avec le facteur traitement dans les grandes parcelles et le facteur porte-greffes dans les petites parcelles. L'évaluation de la tolérance a été établie sur la base des symptômes foliaires et l'accumulation des ions de sodiums et de chlore dans les tissus foliaires des porte-greffes.

Pour chaque plant ils ont séparés les racines et les parties aériennes, après chaque rinçage à l'eau distillée. Ils ont déterminés la matière sèche par séchage à l'étuve à 70°C durant 48h. Ensuite ont prélevés(0,25g) de matière foliaire, broyées et incinérée à 450°C pendant 4h. Puis l'ont refroidie à température ambiante. Le dosage du sodium est fait selon la méthode de l'absorption atomique et celui du chlore par volumétrie.

➤ Bernard et *al* (1995) dans leur étude ont travaillé sur les semis *Citrus Volkameriana* et le *Citrangé carrizo* cultivés à partir de graines fraîchement récoltées.

Les graines ont été pré-germées dans du sable stérile et transplantées dans des récipients en plastique de 500 ml dans un mélange de sable cuit à la vapeur et tourbe 5 : 2 (v / v). Les semis ont été maintenus dans la serre pendant cinq mois à des températures moyennes de 27 ° C (jour) et 18 ° C (nuit). Les plantes étaient arrosées régulièrement avec de l'eau et fertilisé par pulvérisation foliaire avec une solution nutritive.

Les semis ont été arrosés trois fois par semaine avec les différentes solutions, jusqu'à ce que l'excès de solution s'écoule du fond de chaque conteneur. Cinq répétitions par traitement ont été incluses et les symptômes de toxicité visibles ont été évalués.

La durée de l'expérience était de 16 semaines, où les plantes ont été récoltées, les racines rincées sous eau courante du robinet et la masse sèche de racines et de pousses déterminée après séchage pendant 48h à 50°C. Les données ont été analysées au moyen du test de Tukey (Steel&Torrie, 1980) à 5% niveau de signification. À partir de cette base de données les ratios de racines étaient calculés. La teneur en chlorure des feuilles a été déterminée potentiométriquement.

II.1. Résultats et discussion

II.1. Résultats

➤ Dans leur étude, Omari et al . (2012) ont trouvé que l'azote a un effet sur plusieurs départements de la plante et sur plusieurs paramètres à savoir morphologique, physiologique et biochimique.

1-paramètres morphologiques

❖ sur la croissance en hauteur de la tige : Les chercheurs ont observé que la hauteur de la tige augmente avec l'augmentation de l'azote appliqué de 0 à 5 mM., mais à partir de la dose 10 mM d'azote , la croissance en hauteur de la tige connaît une chute remarquable

❖ sur le poids frais et le poids sec foliaire : il a été remarqué que ces derniers augmentent de plus en plus avec l'accroissement de la dose d'azote de 0 à 5mM, mais à 10mM de la dose d'azote, une réduction de la biomasse foliaire fraîche et sèche est observée.

❖ sur le poids frais et sec de la partie racinaire : Ces deux paramètres chez les deux porte-greffes augmentent avec l'accroissement de la dose d'azote puis ils diminuent de moitié en appliquant la dose de 10mM d'azote .

❖ sur la surface foliaire totale(SFT) : La surface foliaire augmente d'une façon progressive avec l'augmentation de la dose d'azote 10 mM et de 0 à 5 mM.

2-Paramètres physiologiques

En ce qui concerne l'effet de l'azote sur le contenu relatif en eau(CRE) ,*Citrus volkamariana* a montré le pourcentage le plus élevé du contenu relatif en eau ,par rapport au *Citrangé carrizo*.

3-Paramètres biochimiques

La teneur en sucres solubles totaux : L'analyse de la variance a permis de déceler un effet hautement significatif du traitement, les valeurs les plus élevées sont enregistrées chez le *Citrangé carrizo* et le *Citrus volkamariana* avec des doses 5mM et de 0 à 1mM respectivement.

L'effet de la dose d'azote sur la concentration en chlorophylle des feuilles du *Citrangé carrizo* est plus marqué que sur les feuilles du *Citrus volkamariana*.

Par contre, la teneur en azote des feuilles du *Citrus volkamariana* est plus élevée que dans celles de *Citrangé carrizo*.

➤ De son côté Allario(2009) suite à son expérimentation a trouvé que la croissance des plants tétraploïdes a été plus importante que pour les diploïdes (forte humidité et T).La croissance du *Citrangé carrizo* s'est révélée très sensible ; car elle montre des symptômes de chlorose, et les agrumes sont plus sensibles aux ions de chlorures qu'aux ions de sodiums.

La plus faible concentration foliaire en chlorure a été mesurée chez les génotypes tétraploïdes du *Citrance carrizo*. Ces observations sont corrélées aux différences anatomiques existantes entre diploïdes et tétraploïdes (épaisseur foliaire, taille des stomates...)

➤ De même, Mustapha Ait Haddoud et al. (2004) ont remarqué l'apparition des symptômes de toxicité sur les feuilles à partir de la troisième semaine, jusqu'à la 5^e semaine du début de traitement pour les 3 doses 70-35-25mM de NaCl respectivement. Chez certaines plantes ils ont même observé une chute des feuilles

Le pourcentage des plants montrant des symptômes foliaires variant avec le traitement et le porte-greffe, est plus élevé pour la dose de 70mM. Il atteint 100% à la dose 25% mM après la 5^e semaine de traitement pour le *Citrance carrizo*.

- **Cas sodium (Na⁺)**

Ait Haddoud et al., (2004) après 1 mois de traitement, ont effectués des analyses statistiques et ont observé une différence entre les traitements mais pas entre les porte-greffes à la dose de 70mM de NaCl ; il y a une élévation importante de la teneur en sodium (0,56%) dans les tissus foliaires. Les résultats montrent aussi que le *Citrance carrizo* a accumulé moins de sodium que les autres porte-greffes.

- **Cas du chlore (Cl⁻)**

Les analyses statistiques montrent que l'accumulation du chlore est plus élevée chez le *Citrance carrizo*.

➤ En effet, les semis de *Carrizo* traités avec des concentrations de 1147 mg de chlorure de L⁻¹ ont montré des symptômes de chlorose et bronzage, typiques de la toxicité des chlorures après sept semaines de traitement. *Citrus Volkamariana* n'a développé des symptômes de toxicité qu'après 11 semaines à la dose de 1147 mg de chlorure de L⁻¹.

Au-delà de 11 semaines de traitement, les plants de *Carrizo* à une concentration de 324 mg L⁻¹ ont montré des symptômes de toxicité au chlorure.

En plus de la chlorose et bronzage, le dépérissement s'est également développé au plus haut taux de chlorure, sur tous les porte-greffes testés. La chute des feuilles s'est produite et presque tous les semis sont finalement morts après 16 semaines.

Les auteurs ont également remarqué que la masse sèche de la plante diminue avec l'augmentation de la salinité. À 167 mg de chlorure de L⁻¹ (EC25 200 ms m-I) La masse sèche a été réduite en moyenne de 11,5%, et 18,5% pour *Volkamariana* et *Carrizo* respectivement, après 6 semaines. après 98 jours de traitement, aucun symptôme de toxicité n'a été observé, au niveau de chlorure à 6 semaines. Le chlorure a affecté les racines différemment pour chaque porte-greffe

Le pourcentage de chlorure dans les feuilles de manière cohérente Augmenté avec l'augmentation des niveaux de NaCl. Au Traitement au chlorure le plus élevé, jusqu'à 8% de chlorure s'étaient accumulés dans les feuilles de *Volkamariana*

II.2.. Discussion

➤ D'après les résultats obtenus par Omari et al., (2012), il est possible de remarquer que les doses d'azote affectent significativement les paramètres de croissance des porte-greffes d'agrumes : sur la hauteur de la tige les valeurs les plus élevées en été enregistrées à 5 mM. Même cas pour la biomasse fraîche et sèche, elles répondent positivement à l'augmentation de la dose d'azote. La surface foliaire totale des plants des porte-greffes d'agrumes est significativement affectée par la dose d'azote appliquée, car elle augmente d'une façon progressive avec celle de la dose d'azote de 0 à 5 mM.

L'augmentation de la dose d'azote a induit également une augmentation de la concentration en chlorophylle. En effet, Omari et al., (2012) ont dévoilé que l'augmentation de la dose d'azote a provoqué une élévation de ces paramètres dans les feuilles des plants d'agrumes qui augmentent parallèlement avec l'accroissement de la dose de 0 à 5 mM, cependant à la dose 10 mM d'azote, ces mêmes paramètres connaissent une réduction.

➤ D'après Mustapha Ait Haddoud et al. (2004), la sévérité des symptômes observés au cours de leur étude, est liée à la concentration de NaCl et la durée du traitement salin. Elle est plus élevée à 70 mM de NaCl chez les porte-greffes. Ces symptômes peuvent s'expliquer par l'accumulation d'ions toxiques ou par une carence induite par la salinité, soit par une augmentation du potentiel osmotique dans le substrat.

La concentration de Na⁺ serait toujours inférieure à celle de Cl⁻ au niveau des feuilles chez le genre *Citrus*, en cas d'excès de Na⁺ ce dernier remplace le Ca²⁺ au niveau de l'apoplasme des feuilles avec des nécrose marginales caractéristiques d'une toxicité du sodium.

En outre, il existerait une corrélation entre les teneurs foliaires en Cl⁻ et en Na⁺ et l'évolution des niveaux de chlorose sur les feuilles des citrus

Les porte-greffes des agrumes diffèrent dans leur aptitude à exclure le Cl⁻ et le Na⁺. En effet, la concentration foliaire en Cl⁻ reste un véritable critère pour l'évaluation des dommages de la salinité et peut être utilisée pour la classification des porte-greffes des agrumes.

➤ Les résultats de Bernard R O et al (1995), indiquent que le niveau de chlorure dans l'eau d'irrigation de *Volkamariana* est plus élevé que dans celle de *Citrance carrizo*.

Selon l'analyse des feuilles, *Volkamariana* avait le plus faible pourcentage de chlorure.

Par la suite, la capacité d'exclure le chlorure a été disparue, Cette tendance n'était pas clairement définie dans le cas de *Citrance carrizo*.

Les masses sèches des racines et des feuilles démontrent clairement que la croissance de la plante est réduite à des niveaux de salinité moyens à élevés (167 mg L⁻¹ et plus). Les racines des plantes sont les plus touchées. Le sel, restreint la croissance de nouvelles racines, qui est suivie d'une réduction de la masse sèche totale de la plante. Hors-sol typique, les symptômes sont le bronzage des feuilles, entraînant leur chute (Bernstein 1975)

Le *Citrus volkamariana* avait le plus haut rapport pousse: racine, ce qui indique que malgré l'endommagement des racines, les pousses ont été produites en grandes quantités. Le fait que certains porte-greffes peuvent exclure le chlorure des pousses explique ce phénomène.

Le chlorure est exclu dans une large mesure avant que des dommages ne surviennent

➤ Selon les résultats rapportés par Allario (2009) la croissance du *Citrangue carrizo* est très sensible ; car elle montre des symptômes de chlorose, les agrumes sont plus sensibles aux ions de chlorures qu'aux ions de sodiums. La plus faible concentration foliaire en chlorure a été mesurée chez les génotypes tétraploïdes du *Citrangue carrizo*. Ces observations ont été corrélées aux différences anatomiques existantes entre diploïdes et tétraploïdes (épaisseur foliaire, taille des stomates...).

Selon résultats rapportés par les chercheurs, il est évident que la salinité affecte la croissance chez les deux porte-greffes *Citrus volkamariana* et le *Citrangue carrizo*, mais différemment. Les racines sont les plus touchées chez les deux porte-greffes. En effet, Chez le *Citrus volkamariana* le niveau de chlorure dans l'eau d'irrigation est plus élevé que dans le cas du *Citrangue carrizo* ; cependant, le *volkamariana* ne développe pas les symptômes de chlorose qu'après une forte concentration de NaCl et une longue durée du traitement , avec un haut rapport de pousse et un faible pourcentage de chlorure au niveau des feuilles et une exclusion du chlorure avant que des dommages ne surviennent.

Contrairement au *Citrangue carrizo* qui est très sensible au chlorure car il développe des symptômes de toxicité et de chlorose sur les feuilles à une petite durée de traitement et une concentration moyenne de NaCl.

La concentration foliaire en Cl^- est l'un des critères utilisé pour la classification des porte-greffes. En s'appuyant sur les résultats récents nous déduisons que le *Citrus volkamariana* est plus résistant à la salinité que le *Citrangue carrizo*.

Cependant l'augmentation d'azote affecte significativement la croissance des deux porte-greffes, où une amélioration des paramètres morphologique et physiologiquea été constatée (augmentation du chlorophylle, la hauteur de tige ainsi que la biomasse fraîche et sèche el la surface foliaire, teneur des feuilles en azote).

Conclusion

Le présent travail porte à l'effet de la salinité et fertilisation sur les deux porte-greffes à savoir le *Citrange carrizo* et le *citrus volkamariana*.

Le porte-greffe *Citrus volkamariana* est plus résistant au stress salin par rapport au *Citrange carrizo*.

La teneur en azote des feuilles du *Citrus volkamariana* est plus élevée que celles du *Citrange carrizo*

La concentration en chlorophylle des feuilles du *Citrange carrizo* est plus marquée que dans les feuilles du *Citrus volkamariana*.

En conclusion, pour mener à bien cette étude , il serait intéressant d'élargir l'investigation à d'autres variétés de porte-greffes d'agrumes tout en utilisant d'autres méthodes d'analyse et autres marqueurs de stress salin (dosage des anthocyanes, dosage des polyphénol, Proline , sucres totaux).

Références

- Ait Haddou MM, Bouserhal A, Benyahia H, Benazzouz A, 2002.** Effet du stress salin sur l'accumulation de la proline et des sucres solubles dans les feuilles des trois porte-greffes d'agrumes au Maroc. *Fruits* 57 : 335-40
- Allario T., 2009.** Identification de déterminants physiologiques et moléculaires de la tolérance à la contrainte saline et au déficit hydrique de porte-greffes autotétraploïdes d'agrumes. Thèse de doctorat. UNIVERSITE DE CORSE – PASCAL PAOLI. 107-108p.
- Anonyme ., 2007.** Agriculture et développement. Revue de vulgarisation et de communication n°4INVA . 71p.
- AquaPortail** : définition de Rutacées. Disponible sur : <https://www.aquaportail.com/taxonomie-famille-642-rutaceae.html>.
- AquaPortail** : définition de biotechnologie. Disponible sur : .
- Aubert G. et Boulaine J., 1980.** La pédologie. Que sais-je ? No 352, P.U.F. Paris.
- Aubert G., 1982.** les sols sodiques en Afrique du Nord. Cahier O.R.S.T.O.M., Service pédologie : 194p.
- BENEDICTE e BACHES M., 2011.** Agrumes, comment les choisir et les cultiver facilement. Ed. ULMER, France., 6-9-21-22-31-34-41-42-44-45p.
- Bouchet M., 2017-2018.** Amélioration des plantes et systèmes semencier : conséquence sur la diversité des semences, mémoire de master, université Paris Diderot., 5-6p.
- Cerezo M, Gracia-Agustin, P ., SernaMD and Primo-Millo E., 1997.** Kinetics of nitrate uptake by citrus seedlings and inhibitory effects of salinity. *Plant science* 126(1): 105-112p.
- CNCC Sidi Bel Abbès, 2014.** Techniques de production des plants d'agrumes.
- Colombo A., 2004.** la culture des agrumes 1 édition, de Vecchi S.A, Paris, France., 15-51-57-58-59-60-135p.
- Cronquist A., 1988.** The evolution and classification of the flowering plants .the new York botanical Garden, new York, éd.2.
- Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebecs P.A., Smith F. 1956.** Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, 28 (3) : 350-356.
- Duchauffour P., Souchier B., 1983.** Pédologie et classification. 2 éd. Paris Masson, 491p.
- Durand JH, 1958.** Les sols irrigables. Etude pédologique .S.E.S. Alger . 198p.
- Esposti, M.D.D., Siqueira, D. L., Pereira, P.R.G., Venegas, V.H.A., Salomao, L.C.C. et Filho, J.A.M. 2003.** Assessment of nitrogenized nutrition of citrus rootstocks using chlorophyll concentration in the leaf. *Journal of Plant nutrition*. Vol. 26. n°6. pp : 1287-1299.
- FAO., 2014.** Agrumes frais et transformés. Statistiques annuelles.
- FAO., 2011.** Statistique annuelles.

- Fekhar M., 2017.** Etude comparative de greffage de trois variétés de porte-greffes d'agrumes (cas de Citrus Volkameriana, Citrange Carrizo et Poncirus Trifoliata) avec trois variétés de greffons dans différents milieux, amélioration des productions végétales, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem .31p.
- Ferhat MA, Meklati B et Chemat F.,2010.** Citrus d'Algérie : les huiles essentielles et leurs procédés d'extraction. Ed.OPU.n°5130.Alger.157p.
- Google scholar** Maison d'agrumes importance des porte-greffes disponible sur : <https://maisondesagrumes.com/2013/05/22/porte-greffe-des-agrumes/>
- Gueta-Dahan Y, Yaniv Z, Zilinskas BA and Ben-Hayyin G., 1997.** Salt and oxidative stress: similar and specific responses and their relation to salt tolerance in citrus.planta 203(4): 460-469.
- Halitim A, Robert M , Prost R., 1984.** Influence de cations échangeables (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) et la concentration saline sur le comportement physique(rétention en eau et conductivité hydraulique) de montmorillonite. Agronomie .vol 4.451-459 p.
- Hamida M and Shaddad M., 2010.** Salt tolerance of crop plants. Journal of stress physiology & biochemistry 6(3): 64-90p.
- Heywood VH., 1996.** Les plantes à fleur : 306 familles de la flore mondiale. Ed: Nathan, paris.336p.
- Hoogland DR., Arnon DL., 1954.** The water culture method for growing plants without soil. *Ca/if Agric Exp Stn Circ* 347 : 32 p.
- Hopkins W.G., 2003.** Physiologie végétale. 2 éd. Bruxelles, De Boeck, 514p.
- Ilhami TA, Moore A, Charles L, Guy BC 2000.** Effect of increasing NaCl concentration on stem elongation, dry mass production, and macro-and micro-nutrient accumulation in Poncirus trifoliata. *Aust J Plant Physiol*; 27, 35-42.
- Jabnoune M., 2008.** Adaptation des plantes à l'environnement . faculté des sciences Aix Marseille université: microbiologie. Biologie végétale et biotechnologie.71p.
- Jacquemon C., Curk Fet Heuzet., 2013.** Les clémentiniers et autres petits agrumes éd Quae.363p.
- JACQUEMOND C., AGOSTINI D. et CURK F., 2009-** Des Agrumes pour l'Algérie. Bureau d'ingénierie en horticulture et agro-industrie (Biha) de Corse
- Joseph B and Jini D., 2011.** Development of salt stress salin-tolerant plants by gene manipulation of antioxidant enzymes.Asian journal of agricultural research 5(1): 17-27p.
- Judd WS , Cambell CS, Kellog EA et Stevens P., 2002.** Botanique systématique une perspective phylogénétique Ed: De Boeck, paris, 373-467p.
- Iagabrielle E.,** Planification de la conservation de la biodiversité et modélisation territoriale à l'île de la réunion. Géographie université de la Réunion,2007.

- Lebdi K.,2010.** Etude de base sur les cultures d'agrumes et de tomate en Tunisie. In. Regional integrated pest management program in the near east. Edition. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. 1-93p.
- Lemzeri H., 2007.** Réponse éco physiologique de trois espèces forestières du genre *Acacia*, *Eucalyptus* et *Schinus*(*A.cyanophylla*, *E.gomphocephala* et *S.molle*) soumises à un stress salin. Thèse de magistère en écologie et environnement. Constantine, Université Mentouri , 126p.
- LOUSSERT R., 1989.** Les agrumes tome 1. Arboriculture.Ed. LAVOISIER, paris.113p.
- Madr, 2013.** Les statistiques agricoles : série Alger, Ministère de l'agriculture et du développement rural.
- Maas EV.,1993.** Salinity and citriculture. *Tree Physio* ; 12 : 195-216.
- Mermoud A., 2006.**cour de physique du sol : Maitrise de la salinité des sols.
- Michel T., 2005.** Quelques notions de la fertilisation. Ed. Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec, 50p.
- N. J.J. Combrink , N. Labuschagne , R. O. Barnard & J. M. Kotzé (1995).** The effect of chloride on four different citrus rootstocks, *South African Journal of Plant and Soil*, 12:3,p95-98.
- Nyabyenda P., 2006.** les plantes cultivées en régions tropicales d'Afrique, édition presse agronomique ., Gembloux.,148-156.
- Omari FR, Benikeni L, Gabounei F, Zouahril A, BenkiraneR, BENYAHIA H .,2012.** Effet de la nutrition azotée sur les paramètres morphologiques et physiologiques de quelques portegreffes d'agrumes. *Journal of Applied Biosciences* 53: 3773 – 3786.
- Praloran, J. C., (1971).** *Les Agrumes*. Techniques agricoles et Productions tropicales.. Maisonneuve & Laros Paris, France G-P. 565p.
- Rabie G and Almadini A .,2005.** Role of bioinoculants in development of salt-tolerance of *Vicia faba* plants under salinity stress. *African journal of biotechnologie* (4):210-222p.
- Ruiz D, Martinez V, and Cedra A., 1997.** Citrus response to salinity: growth and nutrient uptake . *Tree physiology* 17(3):141-150p.
- Salma F., 2004.** La salinité et la production végétale. Tunis, centre de publication universitaire, 163p .
- Servant JM., 1976.** Sur quelques aspects de la pédogenèse en milieu halomorphe : l'exemple des sols salés de la région méditerranéenne. *Annale de l'Institut National Agronomique*,vol.6, n1, 225-245p.
- STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H., 1980.** Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill, New York.
- Swingle WT et Reece PC., 1967.** The botany of Citrus and its wild relatives. In *The citrus Industry* vol 1 (second edition) H.J Webber &L.D. Batchelor (Eds) w.Reuther. University of California,Berkeley, USA. 190-430p.

-Swingle WT.,1943. Botany classification. In. The citrus industry, vol.1. History, botany, and breeding. California, Ed. University of Californiapress.129-447p.

-STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H., 1980. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill, New York.

-Swingle, W. T., and Reece, PC.,1967. The Botany of Citrus and its Wild relatives. In *The concentration in the leaf*. Journal of Plant nutrition. Vol. 26. n°6. pp : 1287-1299.

-Tanaka T., 1961. Citologia, semi-centennial commeration papers on citrus studies. In Osaka: citrologia supporting fondation, vol .144. 152p.

-Tanaka., 1954. Species problem in citrus., 152p.

-Zekri M., 1993. seedling emergence, growth and mineral concentration of three citrus rootstocks under salt stress. Journal of plant nutrition 16(8):1555-1568.

-Zerrounda ME., 2007. Effet de la salinité sur quelques populations d'arachides (*Archishypogaea* 1) Provenant de différentes régions d'Algérie. Mémoire d'Ingénieur d'état en agronomie, El Harrach, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie. 66p.

Annexe

Annexe 1



Figure 06: vue des porte-greffes en plein terre

Annexe 2



**Figure08: Préparation des pots pour
L'implantation**



Figure 09: Implantation des porte-greffes

Annexe 03 : Dispositif expérimentale

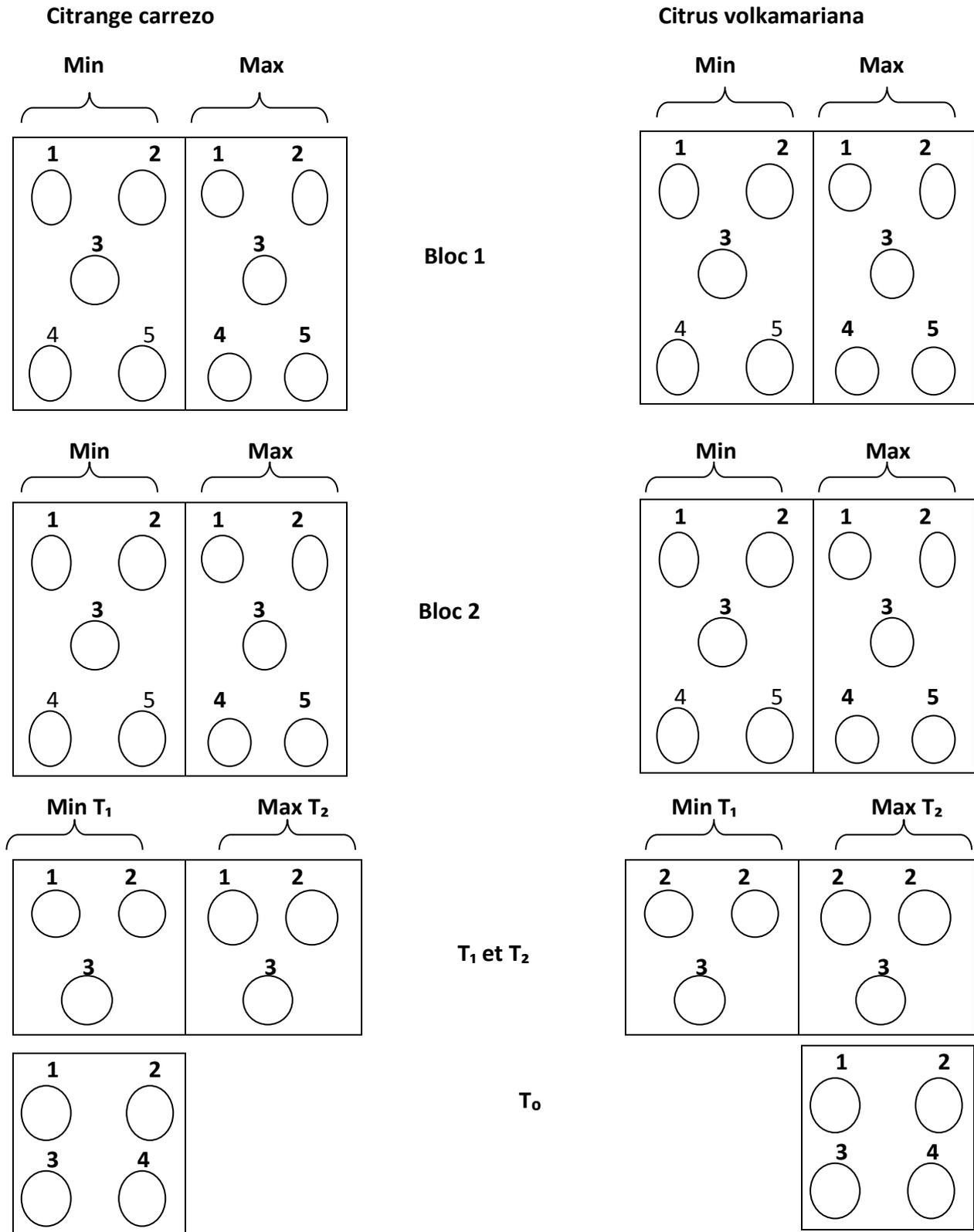


Figure 11 : Schéma du dispositif expérimental de l'essai

Annexe 4 : caractéristique morphologique

Tableau 3: Morphologie des P.G utilisés

Porte-greffe	Citrus volkamariana	Citrangle carrizo
Racine	Profondes, dense	Pivotante, dense
Feuilles	Persistantes	Persistantes
Tige		
Limbe		

Cependant le travail que l'on devions effectuer à l'ITAF après le stress salin été :

- Observation morphologiques :- la croissance de la pousse
 - La hauteur de la tige
 - Couleur et surface des feuilles
- Analyse chimique : -dosage de chlorophylle
 - Dosage de proline
 - Taux de sucre
- Analyse du sol.