

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**  
**UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**

**Département : Biologie et Physiologie**  
**Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master**

**Spécialité : Biodiversité et physiologie végétale**

**Thème :**

**EFFET DE STRESS SALIN SUR LA CROISSANCE DE**  
**QUATRE PORTE GREFFES D'AGRUMES**

**Présenté par :**

**EMBAREK Houria**

**LAMOURI Kheira**

**Soutenu le 11/07/2019**

**Devant le Jury d'évaluation composé par :**

<b>Présidente de jury Mme. CHERIF H. S.</b>	<b>Maitre de conférences</b>	<b>Université Saad DAHLEB-Blida</b>
<b>Examinatrice Mme. AMEDJKOUH H.</b>	<b>Maitre assistant</b>	<b>Université Saad DAHLEB-Blida</b>
<b>Promotrice Mme. BRADEA M. S.</b>	<b>professeur</b>	<b>Université Saad DAHLEB-Blida</b>
<b>Co-promotrice Mlle. KHENDOUDI Z.</b>	<b>Doctorante</b>	<b>Institut Technique d'Arboriculture Fruitière et de la Vigne</b>

**Année Universitaire : 2018 - 2019**

## Remerciement

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier tous ceux qui, de près ou loin, ont apporté une attention et une aide à ce travail, et en particulier :

M<sup>me</sup>. BRADEA. M. S., Professeur à l'université de Blida, pour avoir assuré notre encadrement, pour ses conseils judicieux durant la réalisation de ce travail et pour son suivi durant la rédaction de mémoire avec autant d'intérêt, à elle nous exprimons notre sincère gratitude.

M<sup>lle</sup>. KHENDOUDI. Z., doctorant à l'université de Blida, Ingénieur Principal à l'Institut Technique d'Arboriculture Fruitière et de la Vigne, pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de nous encadrer et de nous suivre durant notre stage pratique, et pour son intérêt et ses conseils.

M<sup>me</sup>. CHERIF. H. S., maître de conférences à l'université de Blida pour avoir accepté de présider le jury.

M<sup>me</sup>. AMEDJKOUH. H., maître assistant à l'université de Blida pour avoir accepté de juger ce travail.

Nous remercions spécialement M<sup>lle</sup> KEBBAS. S., maître de conférences à l'université de Blida pour ses aides et ses orientations très précieuses.

Nous tenons à remercier ainsi tous le personnel de la Ferme de Démonstration de l'I.T.A.F.V. Béni Tamou.

## *Dédicace*

*A ma mère, source de tendresse et de patience. Grâce à son encouragement, ses sacrifices, son dévouement et l'amour précieux et chaleureux qu'elle m'a apporté. Les mots ne suffisent plus pour exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers elle. Que le dieu me la garde ;*

*A la mémoire de mon père. Que Dieu le tout puissant t'accueille en son vaste paradis éternel.*

*A mon cher mari pour sa patience et son soutien.*

*A mes chers frères Merouane et Mouhamed et à toutes mes sœurs.*

*A ma belle famille chacun à son nom,*

*Houria*

## *Dédicaces*

*À mes chers parents qui m'ont soutenu et m'ont fourni tous les moyens nécessaires pour réaliser ce travail.*

*À mes adorables frères Bilel, Hamza, Abdellah,*

*A mes sœurs Soumia et Assia*

*Mes cousins et mes cousines*

*À toutes mes amies proches*

*Hayet, Imene, Nesrine, Oumelkhier*

*A l'équipe de l'ITAF Béni Tamou*

*Les étudiantes et les enseignants*

*Je dédie ce travail*

*Kheira*

## Résumé

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

Notre intérêt est porté aux caractères morphologiques et biochimiques d'adaptation des plantes cultivées sous contraintes environnementales caractérisées par la salinité.

Dans cet intérêt et dans le but de comparer la sensibilité des arbres fruitiers soumis au stress salin, nous avons effectué des analyses qui sont réalisées sur quatre variétés porte greffes d'Agrumes (*Citrus macrophylla*, *Citrus volkameriana*, *Citrange carrizo*, *Citrange troyer*) soumises à des concentrations croissantes de NaCl (D1=00 mMol/L, D2=35 mMol/L, D3=70mmol/L et D4=120mmol/L). Ces analyses ont portées sur la mesure de la hauteur, de nombre des feuilles et l'accumulation de la proline.

Nos résultats obtenus montrent que le stress salin a un effet dépressif sur la croissance de ces porte greffes, et les quatre variétés ont des réactions différentes vis-à-vis les doses croissantes de NaCl. En effet, la variété *Citrus macrophylla* est la plus tolérante à la salinité par rapport aux autres variétés, et cela est confirmé par des analyses statistiques.

Nous constatons que la stratégie d'adaptation préconisée par les variétés est très différente entre elles.

**Mots clés** : Stress salin, Agrumes, Porte greffe, proline, tolérance, paramètre biochimique, paramètre physiologique.

## Summary

Salinity of soil and water, is one of the major abiotic factors limiting plant productivity and crop yields.

Our interest is about morphological and biochemical characteristics of adaptation to environmental stresses cultivated plants in a salt environment.

In this interest and in order to compare the salt sensitivity of fruit trees, we have carried out analyzes are carried out on four varieties Citrus rootstocks (*Citrus macrophylla*, *Citrus volkameriana*, *Citrance carrizo*, *Citrance troyer*), subjected to salt stress doses of NaCl (D1=00 mMol/L, D2=35 mMol/L, D3=70mmol/L et D4=120mmol/L).

Our results show that the salt stress in a depressive effect on the growth of this Citrus rootstocks, and the four varieties have different reactions toward the increasing doses of NaCl. Indeed, the variety stage *Citrus macrophylla* is the most tolerant to salinity with compared to the other varieties and this is confirmed by statistical analyzes.

We find that the adaptation strategy advocated by the variety is too different between them.

Keywords: Salinity stress. *Citrus*, rootstocks, adaptation, Proline, Growth.

## ملخص

ان ملوحة التربة والماء, هي من احد أهم العوامل الطبيعية التي تحدد الإنتاجية النباتية والمردود أفلأحي بصفة عامة و الأشجار المثمرة بصفة أخص باعتبارها زراعة معمرة .اهتمامنا انصب على الخصائص المورفولوجي وال بيوكيميائية لتأقلم النباتات المغروسة في بيئات متميزة بالملوحة.

في هذا الإطار ومن اجل مقارنة حساسية حامل الطعم للحمضيات قمنا بمجموعة من التحاليل على أربعة أنواع حامل الطعم للحمضيات (*Citrus macrophylla*, *Citrange troyer*)

(*Citrus volkameriana*, *Citrange carrizo*, ملح كلوريد الصوديوم (0 ميلي مول/ل, 35 ميلي مول/ل, 70 ميلي مول/ل و120 ميلي مول/ل) و هي: قياس الطول و حساب عدد الأوراق و حساب تكس تركيز البرولين.

النتائج المتحصل عليها تبين أن للإجهاد الملحي اثار سلبية على نمو واستمرارية حامل الطعم بالنسبة للأصناف الأربعة كلها. الصنف *Citrus macrophylla*, هو الذي أظهر أكثر قابلية لمقاومة الملوحة بالنسبة لباقي الأصناف.

كلمات مفتاحية: إجهاد ملحي, حمضيات, حامل طعم, برولين, تحمل, نمو, خصائص مورفولوجية, خصائص بيوكيميائية.

## LISTE DES ABREVIATIONS

**μM** micro mole

**Cc:** *Citrance carrizo*.

**Cm:** *Citrus macrophylla*.

**Ct:** Citrange troyer.

**Cv:** *citrus volkameriana*.

**DO** Densité optique

**F.A.O:** Food and agriculture organization.

**I.N.R.A :** Institut national de la recherche agronomique.

**ITAFV :** Institue Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne

**J :** jour

**M :** mol/litre

**MADR :** Ministère de l'agriculture et du Développement Rurale

**mM :** milli mole

**MOY:** Moyenne

**Na :** Sodium

**NaCl :** chlorure de sodium

**R:** répétition

**UE:** Union Européenne

**USDA:** United States Department of Agriculture



## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1</b> : Sols affectés par la salinité dans les continents et subcontinents	01
<b>Tableau 2</b> : Les échanges mondiaux des agrumes 2006- 2007.....	12
<b>Tableau 3</b> : Production des agrumes au niveau du Bassin méditerranéen en 2006-2007.....	13
<b>Tableau 4</b> : Superficies et productions d'agrumes en Algérie.....	14
<b>Tableau 5</b> : Evolution du rendement des superficies et de la production agrumicole dans la région de Blida.....	15
<b>Tableau n°6</b> : Moyenne de nombre des feuilles par plant avec traitement par la dose D1=00 mM NaCl.....	26
<b>Tableau n°7</b> : Moyenne de nombre des feuilles par plant avec traitement par la dose D2=35 mM NaCl.....	26
<b>Tableau n°8</b> : Moyenne de nombre des feuilles par plant avec traitement par la dose D3=70 mM NaCl.....	28
<b>Tableau n°9</b> : Moyenne de nombre des feuilles par plant avec traitement par la dose D4=120 mM NaCl.....	29
<b>Tableau n°10</b> : Moyenne des hauteurs des plants avec traitement par la dose D1=00 mM NaCl.....	34
<b>Tableau n°11</b> : Moyenne des hauteurs des plants avec traitement par la dose D2=35 mM NaCl.....	35
<b>Tableau n°12</b> : Moyenne des hauteurs des plants avec traitement par la dose D3=70 mM NaCl .....	36
<b>Tableau n°13</b> : Moyenne des hauteurs des plants avec traitement par la dose D4=120 mM NaCl.....	37
<b>Tableau N°14</b> : Effet des différentes concentrations de NaCl sur la variation des teneurs en proline chez les quatre variétés porte greffes d'Agrumes.....	42

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1:</b> L'évolution de production dans les principaux pays producteurs d'agrumes dans le monde de 1996 à 2007.....	13
<b>Figure N°02 :</b> Comportement de la masse racinaire de deux portes greffes ( <i>Citrumelo swingel</i> 1452 et <i>Poncirus trifoliata</i> dans le même type du sol.....	19
<b>Figure N°03 :</b> Comportement de l'association de la variété Clémentine SRA 63 sur quatre portes greffes.....	19
<b>Figure N°4 :</b> Dispositif des plants mis sous serre.....	25
<b>Figure N°5 :</b> Dosage de la proline au laboratoire d'Agronomie.....	25
<b>Figure N°6 :</b> Courbe d'étalonnage de la proline.....	25
<b>Figure n°7 :</b> Moyenne de nombre des feuilles par plant avec traitement par la dose D1=00 mM NaCl.....	26
<b>Figure n°8 :</b> Moyenne de nombre des feuilles par plant avec traitement par la dose D2=35 mM NaCl.....	26
<b>Figure n°9 :</b> Moyenne de nombre des feuilles par plant avec traitement par la dose D3=70 mM NaCl.....	28
<b>Figure n°10 :</b> Moyenne de nombre des feuilles par plant avec traitement par la dose D4=120 mM NaCl.....	29
<b>Figure n°11 :</b> Comparaison des moyennes de nombre des feuilles par plant pour la variété Citrus Macrophylla.....	30
<b>Figure n°12 :</b> Comparaison des moyennes de nombre des feuilles par plant pour la variété Citrange Carrizo.....	31
<b>Figure n°13 :</b> Comparaison des moyennes de nombre des feuilles par plant pour la variété Citrus Volkameriana.....	32
<b>Figure n°14 :</b> Comparaison des moyennes de nombre des feuilles par plant pour la variété Citrange Troyer.....	33
<b>Figure n°15 :</b> Moyenne des hauteurs des plants avec traitement par la dose D1=00 mM NaCl.....	34
<b>Figure n°16 :</b> Moyenne des hauteurs des plants avec traitement par la dose D2=35 mM NaCl.....	35
<b>Figure n°17 :</b> Moyenne des hauteurs des plants avec traitement par la dose D3=70 mM NaCl.....	36

NaCl.....

**Figure n°18** : Moyenne des hauteurs des plants avec traitement par la dose D4=120 mM NaCl..... 37

**Figure n°19** : Comparaison des moyennes des hauteurs des plants de la variété Citrus Macrophylla traitée par des différentes doses..... 38

**Figure n°20** : Comparaison des moyennes des hauteurs des plants de la variété Citrange Carrizo traitée par des différentes doses..... 39

**Figure n°21** : Comparaison des moyennes des hauteurs des plants de la variété Citrus Volkameriana traitée par des différentes doses..... 40

**Figure n°22** : Comparaison des moyennes des hauteurs des plants de la variété Citrange Troyer traitée par des différentes doses..... 41

**Figure n°23** : Effet des différentes concentrations de NaCl sur la variation des teneurs en proline chez les quatre variétés porte greffes d'Agrumes..... 42

## TABLE DES MATIERES

Remerciements

Dédicace

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction

### PARTIE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Salinité et salinisation.....	1
I-1-La salinité .....	1
I-2-Définition de la salinisation.....	2
I-3-Types de salinisation.....	2
I-3-a) Salinisation primaire.....	2
I-3-b) Salinisation secondaire.....	2
Principaux sels solubles.....	3
I-4-Répartition des sols salés.....	3
Chapitre II : Comportement et tolérance des plantes au stress salin.....	5
II-1-Définitions du stress.....	5
II-2-Effets d'un stress salin au niveau de la plante.....	5
II-2-a-Effet de la salinité sur le comportement biochimique de la plante	5
II-2-b-L'Effet osmotique .....	6
II-2-c-Effet de la salinité sur la morphologie des plantes .....	6
II-3-Comportement de la plante en milieu salin.....	6
II-4-Tolérance des plantes à la contrainte saline .....	7
Caractéristiques morphologiques et anatomiques .....	7
Chapitre III- La proline.....	8

<b>Chapitre IV : Les Agrumes.....</b>	<b>10</b>
IV-1-Présentation de l'espèce.....	10
IV-2-Taxonomie.....	10
IV-3-Origine.....	11
IV-4-Importance économique.....	11
IV-5-Les principaux producteurs d'agrumes dans le monde.....	12
IV-6- Les Agrumes en Algérie.....	14
IV-7-Importance économique en Algérie.....	15
<b>Chapitre V- Le Porte greffe.....</b>	<b>17</b>
V-1-Définition du porte-greffe.....	17
V-2-Le rôle du porte-greffe .....	17
V-3- Critères de Choix des porte-greffes.....	18
V-4- Principaux portes greffes utilisés en Algérie.....	20
V-4-a-Bigaradier <i>Citrus aurantium</i> .....	20
V-4-b- <i>Poncirus Trifoliata</i> .....	20
V-4-c- <i>Citrance Carrizo</i> .....	20
V-4-d- <i>Citrance Troyer</i> .....	20
V-4-e- <i>Citrus Volkameriana</i> .....	21
V-4-f- <i>Citrus Macrophylla</i> .....	21
<b>PARTIE II : MATERIELS ET METHODES</b>	
1-Conduite de l'essai.....	22
2-Dispositifs expérimentaux.....	22
3-Matériel végétale.....	22
4-Choix des doses de sel.....	22
5-Mesures et analyses effectuées.....	23
5-1-Paramètre morphologique.....	23

<b>5-1-1-Détermination de nombre de feuilles des plantes.....</b>	<b>23</b>
<b>5-1-2- Mesure de la hauteur des plants.....</b>	<b>23</b>
<b>5-2-Paramètres biochimiques.....</b>	<b>23</b>
<b>Le dosage de proline.....</b>	<b>23</b>
<b>6-Matériel de laboratoire.....</b>	<b>24</b>
<b>PARTIE III : RESULTATS ET DISCUSSION</b>	
<b>I-Paramètre morphologique .....</b>	<b>26</b>
<b>I-1-Détermination de la moyenne de nombre de feuilles.....</b>	<b>26</b>
<b>I-1-1-Etude du comportement de différentes portes greffes pour la même dose.....</b>	<b>26</b>
<b>I-1-1-a-Traitement avec la dose témoin D1 .....</b>	<b>26</b>
<b>I-1-1-b-Traitement avec la dose D2 .....</b>	<b>27</b>
<b>I-1-1-c-Traitement avec la dose D3 .....</b>	<b>28</b>
<b>I-1-1-d-Traitement avec la dose D4 .....</b>	<b>29</b>
<b>I-1-2-Etude du comportement de même porte greffe pour des différentes doses.....</b>	<b>30</b>
<b>I-1-2-a- Citrus Macrophylla.....</b>	<b>30</b>
<b>I-1-2-b- Citrange Carrizo.....</b>	<b>31</b>
<b>I-1-2-c- Citrus Volkameriana.....</b>	<b>32</b>
<b>I-1-2-d- Citrange Troyer.....</b>	<b>33</b>
<b>I-2-Mesure de la hauteur.....</b>	<b>34</b>
<b>I-2-1-Etude du comportement de différentes portes greffes pour la même dose.....</b>	<b>34</b>
<b>I-2-1-a-Traitement avec la dose témoin D1.....</b>	<b>34</b>
<b>I-2-1-b-Traitement avec la dose D2 .....</b>	<b>35</b>
<b>I-2-1-c-Traitement avec la dose D3.....</b>	<b>36</b>

<b>I-2-1-d-Traitement avec la dose D4 .....</b>	<b>37</b>
<b>I-2-2-Etude du comportement de même porte greffe pour des différentes doses.....</b>	<b>38</b>
<b>I-2-2-a- Citrus Macrophylla.....</b>	<b>38</b>
<b>I-2-2-b- Citrange Carrizo.....</b>	<b>39</b>
<b>I-2-2-c- Citrus Volkameriana.....</b>	<b>40</b>
<b>I-2-2-d- Citrange Troyer.....</b>	<b>41</b>
<b>II-Paramètres biochimiques.....</b>	<b>42</b>
<b>Le dosage de la proline.....</b>	<b>42</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>44</b>
<b>Références bibliographique</b>	
<b>Annexes</b>	

# **INTRODUCTION**



## INTRODUCTION

Les agrumes représentent la première catégorie fruitière en termes de valeur à faire l'objet d'un commerce international. Les agrumes sont produits dans différents pays à travers le monde, bien que la production soit principalement concentrée dans certaines zones géographiques. Les principaux pays producteurs d'agrumes sont le Brésil, les pays du bassin méditerranéen, la Chine et les Etats-Unis (Imbert, 2004).

Comme pour de nombreux pays, en Algérie, les agrumes présentent une importance économique considérable du moment qu'ils constituent une source d'emploi et d'activité aussi bien dans le secteur agricole que dans diverses branches auxiliaires (conditionnement, emballage, transformation, ...etc.) (Berkani, 1989).

Après le lancement du programme national du développement agricole PNDA (2000/2001), la surface agrumicole Algérienne a connu une nette évolution ; elle est passée de 44. 820 ha en 1997 à 62181 ha en 2005 (selon les données statistiques du ministère de l'agriculture et du développement rural, 2005). Ces accroissements en superficie sont accompagnés avec des augmentations sensibles dans la production agrumicole en rapport avec les nouvelles plantations.

Mais il est utile de signaler que cet accroissement en superficie n'est plus réparti d'une façon homogène entre le Nord et le Sud de l'Algérie pour des raisons surtout pédoclimatiques.

La salinité des sols semble le problème major et le facteur limitant qui influe négativement sur les projets de création et l'extension des nouvelles plantations notamment les plantations agrumicoles.

En effet, la plupart des zones du bassin méditerranéen où l'on cultive les agrumes sont sujets à des changements des facteurs abiotiques et plus particulièrement au manque d'eau, ce qui rend nécessaire le recours à l'irrigation. Or, il se trouve que les terrains irrigués présentent des problèmes de salinité importants car l'eau utilisée pour l'irrigation contient des sels qui augmentent l'évaporation et favorisent la désertification. (Vanderweyen, 1982), (Benyahia et al., 2004).

En arboriculture fruitière, l'utilisation des porte greffes peut donner des solutions contre plusieurs contraintes et l'importance donnée au choix du porte greffe est souvent au même niveau à celle donnée au choix de la variété, et ceci pour les caractéristiques d'adaptation et de résistance aux conditions du milieu qu'il présente.

Pour les Agrumes, et étant donnée que cette culture est relativement une nouvelle vocation dans les zones arides et sahariennes où le problème de la salinité des sols est fortement posé, les données portant sur la résistance et l'adaptation des différents portes greffes d'Agrumes restent très fragmentaires et insuffisantes. A cet effet; il serait nécessaire d'avoir une connaissance approfondie sur le comportement des portes greffes dans des milieux qui présentent des conditions caractérisées principalement par la salinité afin de déterminer les possibilités d'extension de l'agrumiculture dans ce type de milieux.

Le présent travail propose une étude et une comparaison entre les comportements de quatre porte greffes les plus utilisés dans la multiplication des agrumes (*Citrus Volkameriana*, *Citrus Macrophylla*, *Citrangle Carrizo*, *Citrangle Troyer*) vis-à-vis d'un stress salin provoqué en utilisant du sel NaCl visant la recherche des portes greffes les plus tolérants à la salinité.

**PREMIERE PARTIE**

**SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

# **CHAPITRE I :**

## **Salinité et salinisation**

## Chapitre I : Salinité et salinisation

### I-1-La salinité

La salinité des sols et de l'eau, est l'un des principaux facteurs abiotiques qui limitent la productivité végétale et le rendement agricole (Al-Karaki, 2000; Baatour, 2004). Elle se produit en raison de l'augmentation des concentrations de ces sels comme le chlorure de sodium (Sun et al, 2007). De vastes zones de terres, autrefois arables, sont chaque année retirées de la production agricole en raison de l'augmentation de la salinité du sol (Tableau 1).

En Algérie, les facteurs qui contribuent à l'extension du phénomène de salinisation des terres sont liés à l'aridité du climat qui porte sur plus de 95% du territoire, la qualité médiocre des eaux d'irrigation, le système de drainage souvent inexistant ou non fonctionnel, et la conduite empirique des irrigation (Daoud et Halitime, 1994 ; Saidi, 2004).

Elle compte plus d'un million d'hectares de terre salées localisées essentiellement le long de la frontière Algéro-Marocaine sous la forme de pseudo-sables disposés à la surface du sol. Ces sols salés sont également très fréquents dans les basses plaines de l'Oranie, la plaine de la Mina (Relizane), le sud de Sétif et de Constantine et dans les régions sahariennes (FAO, 1974).

**Tableau 1 : Sols affectés par la salinité dans les continents et subcontinents (Hardy, 2004)**

<b>Continents</b>	<b>Surface (millions Ha)</b>
<i>Amérique du Nord</i>	15.7
<i>Mexique et Amérique Centrale</i>	2
<i>Amérique de Sud</i>	129.2
<i>Afrique</i>	80.5
<i>Asie du Sud</i>	87.6
<i>Asie de Nord et Asie centrale</i>	211.7
<i>Asie de Sud-est</i>	20
<i>Australie</i>	357.3
<i>Europe</i>	50.8
<b>Total</b>	<b>954.</b>

## I-2-Définition de la salinisation

La salinisation est un processus d'enrichissement du sol en sels solubles qui aboutit à la formation d'un sol salin (Keren & Levy, 2000). Elle est définie par la FAO(2001), comme un enrichissement en sels solubles de la surface et de la tranche supérieure du sol lorsque la salinité dans les 20 cm sommitaux dépasse 1 à 2% (20g de sel par Kg de sol).

## I-3-Types de salinisation

Bien que l'altération des roches et les minéraux primaires soit la principale source de tous les sels, les sols salés sont rarement formés par accumulation du sel in situ. Plusieurs causes sont à l'origine de ce phénomène (Maillard, 2001) :

**I-3-a) 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).

Dans les régions arides et semi arides, l'évapotranspiration joue un rôle important dans la pédogenèse des sols salins ; ce processus dépend essentiellement du régime hydrique du sol et des sources de sel. Lorsque le climat est chaud et sec entraînés par les eaux capillaires suivant le flux d'évaporation, les sels sont accumulés en surface (Omami ,2005 ; Gregory, 2005).

**I-3-b) Salinisation secondaire**: D'origine anthropique, résultant des activités humaines, notamment l'irrigation avec des eaux chargées de sels (Munns *et al.* 2006). Il s'agit d'une contamination du sol, par des apports extérieurs comme les eaux chargées de sels solubles (de la nappe phréatique salée ou de l'irrigation par des eaux plus ou moins salines); fertilisation chimique excessive. (Aubert et Boulaine, 1980).

## Principaux sels solubles

Les principaux sels solubles qui participent dans la formation des sols salés sont :

- **Les carbonates** : les plus rencontrés sont le carbonate de sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), bicarbonate de sodium ( $\text{NaHCO}_3$ ), carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) et le carbonate de magnésium ( $\text{MgCO}_3$ ).
- **Les sulfates** : ce sont les sels de l'acide sulfurique et les plus fréquents sont le sulfate de magnésium ( $\text{MgSO}_4$ ), sulfate de sodium ( $\text{NaSO}_4$ ) et sulfate de calcium ( $\text{CaSO}_4$ )

- **Les chlorures** : principalement, le chlorure de sodium (NaCl), le chlorure de calcium (CaCl<sub>2</sub>) et chlorure de magnésium (MgCl<sub>2</sub>) ce sont plus solubles et à forte toxicité.

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

#### **I-4-Répartition des sols salés**

En Afrique du nord, la salinisation affecte surtout les régions irriguées et les parties basses sujettes à des taux d'évaporation importants. Dans ces régions, il existe un risque important de salinisation des nappes (Conacher et Sala, 1998).

Les sols salés sont très répandus en Algérie, essentiellement dans les zones arides et semi-aride ; 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.*, 1985) .

En Algérie d'après Szablocs (1989), il y'a 3,2 millions d'hectares subissent à des degrés de sévérité variable. Le phénomène de salinisation dans une bonne partie se trouve localisé dans les régions steppiques ou le processus de salinisation est plus marqué du fait des températures élevées durant presque toute l'année, du manque d'exutoire et de l'absence de drainage efficient.

Les sols salins se rencontrent dans les basses plaines et vallées d'Oranie, vallée de la Mina, près de Relizane par exemple, sur les hautes plaines au sud de Sétif et de Constantine, aux bords de certains chotts comme le Chott Melghir. Ils ont aussi une grande extension dans les régions Sahariennes au Sud de Biskra jusqu'à Touggourt, Ouargla au-delà (Aubert, 1982).

**CHAPITRE II :**

**Comportement et tolérance**

**des plantes au stress salin**



## **Chapitre II : Comportement et tolérance des plantes au stress salin**

### **II-1-Définitions du stress**

Selon Levit (1980), le terme stress désigne un facteur de l'environnement induisant une contrainte potentiellement néfaste sur un organisme vivant.

Selon Hopkins (2003) on appelle stress toute pression dominante exercée par un paramètre, perturbant le fonctionnement habituelle 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).

### **II-2-Effets d'un stress salin au niveau de la plante**

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 foliaires et osmotiques (déshydratation cellulaire), (Hamdia et Shaddad, 2010 ; Joseph et Jini, 2011).

L'effet de la salinité se manifeste généralement chez la plus part des plantes cultivées par une réduction de la croissance et de développement (Munns et al. 1983). Cet effet néfaste se traduit par des changements morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires qui affect négativement la croissance et la productivité végétal (Ashraf et Harris, 2004).

#### **II-2-a-Effet de la salinité sur le comportement biochimique de la plante :**

Aspinal et Pale (1981) *in* Aguenral (2001), signalent que la proline est l'acide aminé le plus caractérisé des plantes soumises au stress salin. L'importance de la proline comme indicateur aux agressions semble jouer un rôle dans le maintien des pressions sol-vacuole, mais aussi dans la protection des membranes et des systèmes enzymatiques. Ainsi qu'un régulateur du pH, (Alem et Ameri, 2005).

## **II-2-b-L'Effet osmotique :**

Plus la salinité augmente est plus la pression osmotique de la solution du sol sera élevée (Bolyn, 1975). Sur les plantes, la salinité a deux actions bien distinctes qui peuvent se produire simultanément :

- La sécheresse physiologique qui inhibe l'absorption de l'eau et de sels par les plantes et qui entraîne un retard ou un arrêt de croissance.
- L'intoxication par la concentration de certains ions provoquant la mort des cellules, la modification des chloroplastes et des mitochondries des feuilles (Hopkins, 2003).

## **I-2-c-Effet de la salinité sur la morphologie des plantes :**

La salinité affecte toute la plante mais elle freine davantage la croissance des parties aériennes que celle des racines.

Sur les racines, et selon Le Vigneron et *al*, (1995), les racines sont les premières à réagir. L'excès de sel dans l'environnement racinaire donne naissance à des plantes naines.

Sur la partie aérienne et d'après Munns et Rawson (1999), Maas et Poss (1989), l'effet de la salinité se traduit généralement par une réduction de la croissance végétative (réduction de la hauteur, nombre et tailles de feuilles) qui est en fonction de la division et l'élongation cellulaire.

## **II-3-Comportement de la plante en milieu salin :**

Selon la tolérance au sel, on peut définir deux groupes des végétaux : les halophytes et les glycophytes.

- Les halophytes supportent les concentrations en sels et la croissance est stimulée par la concentration entre 200 et 500 mM (Flowers et *al*, 1997).
- Les glycophytes représentent la majorité des espèces végétales dont leur croissance est ralentie dès que la concentration des milieux extrêmes dépasse 100 mM et devient létale à partir de 300mM (Greenway et Munns, 1980).

#### **II-4-Tolérance des plantes à la contrainte saline :**

La tolérance à la salinité selon Bernstein (1963), est le degré avec lequel la plante ajuste sa pression osmotique en sacrifiant un minimum de son développement végétatif, ceci implique une accumulation d'éléments nécessaires pour maintenir la pression de turgescence. Levitt (1972) définit la tolérance à la salinité comme une accumulation des ions en absence d'effet négatif sur la croissance. Selon Hamdy (2002), la tolérance des plantes à la salinité est définie comme étant la capacité des cultures à résister aux effets excessifs des sels au niveau de la rhizosphère.

# **CHAPITRE III :**

## **La proline**

### Chapitre III- La proline

C'est un acide aminé jouant un rôle important dans la structure des protéines et fait exception des vingt acides aminés pourvus d'une fonction imine et non d'une fonction amine (Stryer, 1992). La proline serait synthétisée à partir de l'acide glutamique via la pyrroline 5-carboxylate (P5C) mais également de l'arginine et l'ornithine (Lignowski et Splittstoesser, 1971).

L'accumulation de la proline est l'une des manifestations les plus remarquables chez les plantes pour limiter les effets du stress salin et hydrique afin de réaliser l'ajustement du potentiel osmotique dans le cytoplasme (Sannada *et al.*, 1995 ; Belkhodja et Benkabilia, 2000) et le maintien de l'amélioration de la stabilité des membranes cellulaires (Alem et Amri, 2005).

L'accumulation de la proline induite par les stress peut être le résultat de trois processus complémentaires : stimulation de sa synthèse (Morris *et al.*, 1969 ; Boggess *et al.*, 1979) inhibition de son oxydation (Rayapati et Stewar, 1991) et /ou altération de la biosynthèse des protéines ( Stewart *et al.*, 1977).

L'assimilation rapide de la proline lors du stress hydrique ou salin a été mise en évidence chez de nombreuses plantes particulièrement chez l'orge (Lewin *et al.* 1978), chez l'eucalyptus (Chunyang, 2003), également observé chez les plantules de tomates cultivé sous stress salin 100 et 200 mM NaCl ou hydrique (Tal *et al.* 1979).

Selon un autre point de vue, l'accumulation de la proline n'est pas une réaction l'acide aminé à travers le phloème (Carceller, 1995). La synthèse de la proline peut adaptative au stress mais plutôt le signe d'une perturbation métabolique (Zid et Grignon, 1991).

De plus, d'autres facteurs influent sur l'accumulation de la proline tels que l'inhibition de l'oxydation, due à un effet mitochondrial et à la réduction du taux de translocation d'être incluse dans la régulation du pH cytoplasmique (Bellinger et Larher, 1987). Par conséquent elle aide dans la stabilisation de protéines membranaires et des protéines libres, ce qui suggère qu'elle a un rôle d'osmoprotecteur du fait qu'elle est la plus accumulée dans les plastides, les mitochondries et le cytosol (Bezzala, 2005).

L'accumulation de la proline est l'une des stratégies adaptatives fréquemment observées chez les plantes en réponse à diverses contraintes environnementales.

Le rôle attribué à la proline dans la réponse des plantes à ces contraintes demeure encore controversé. En dépit des nombreuses études conduites sur la proline, son rôle et les voies de signalisation impliquées dans la régulation de son métabolisme ne sont pas encore bien établis.

Nos connaissances sont encore largement insuffisantes, notamment au niveau de la régulation du catabolisme de cet acide aminé et de son rôle dans l'adaptation des plantes aux contraintes environnementales et plus largement chez les plantes fruitières dans la régulation de l'homéostasie cellulaire.

L'étude de ce métabolisme chez des espèces se développant dans des environnements extrêmes serait une approche pertinente pour analyser la diversité des mécanismes mis en œuvre par les plantes pour s'adapter, en vue d'établir et de proposer de nouveaux outils ou stratégies expérimentales susceptibles d'améliorer la tolérance des plantes aux contraintes de l'environnement.

# **CHAPITRE IV :**

## **Les Agrumes**

## Chapitre IV : Les Agrumes

### IV-1-Présentation de l'espèce

Les agrumes sont des dicotylédones à feuilles persistantes. Ils appartiennent à la famille des Rutacées qui comprend trois genres. Les citrus se croisent naturellement entre eux et sont sujet à des mutations. L'hybridation entre les trois genres est également possible (Mazoyer et al 2002) :

- Le genre *Poncirus* est essentiellement utilisé comme porte-greffe, ses fruits ne sont pas comestibles.
- Le genre *Fortunella* comprend six espèces dont deux seulement font l'objet de quelques cultures, les fruits sont appelés Kumquats.
- Le genre *Citrus* est le plus important avec 145 espèces c'est au sein de ce genre que se rencontrent les principales espèces cultivées (Loussert, 1987).

Les principaux agrumes cultivés pour la production de fruits sont : les orangers, les Mandariniers, les clémentiniers, les citronniers et les pomelos, les cédratiers, les bigaradiers (Loussert, 1987).

### IV-2-Taxonomie

Le mot agrume provient du latin *acrumen* (*aigre*) et était donné dans l'antiquité aux arbres à fruit acide. En botanique, les agrumes appartiennent à la famille des Rutacées et sont répartis en 3 genres : *Fortunella* (kumquat), *Poncirus* (Oranger trifolié) et *Citrus* (majorité des agrumes) auxquels on rajoute une vingtaine d'espèces (Escartin 2011). Les espèces de ces trois genres sont sexuellement compatibles.

### IV-3-Origine :

Les agrumes sont originaires des pays du sud-est asiatique, leur propagation à travers le monde s'est faite très lentement. Le cédratier a été la première espèce cultivée en Europe, les autres espèces (le bigaradier, le citronnier et l'oranger) ont été introduites dans le bassin méditerranéen lors des grands découverts, vers la moitié du XIIe siècle. La diffusion des agrumes de l'Afrique jusqu'au Mozambique a été fait vers le XIV siècle par les navigateurs arabes et hindous.

Ils ont été introduits en Haïti puis le Mexique (1518) vers les Etats-Unis d'Amérique (1569 à 1890). Enfin, les explorateurs portugais ont assuré leur introduction dans le bassin du Congo.



#### **IV-4-Importance économique**

- Les agrumes représentent la première catégorie fruitière en terme de valeur en commerce international ; cette importance est justifiée par leur :  
Consommation comme des produit frais ou après leur transformation (jus ; sirop,...etc.) ;
- Grande qualité nutritive riche, en vitamine C, B6, et constituent une source de fibres d'acide ascorbique et folique, du potassium et du calcium ;
- Effet bénéfique sur la santé en contribuant dans la diminution des risques de maladies cardio-vasculaires et d'autres maladies (ITAFV, 2014).

La production d'agrumes est très répandue autour du globe. Selon les données statistiques de la FAO, en 2004, plus de 140 pays produisaient des agrumes. Cependant, la majeure partie de la production se concentre dans certaines zones géographiques. La plupart sont cultivée dans l'Hémisphère Nord, comptant pour environ 70% de la production totale, les principaux pays producteurs d'agrumes sont le Brésil, les pays du bassin Méditerranéen, la Chine et les Etats-Unis. Ces états comptent pour plus des deux tiers de la production totale d'agrumes (figure 1) (Anonyme, 2004).

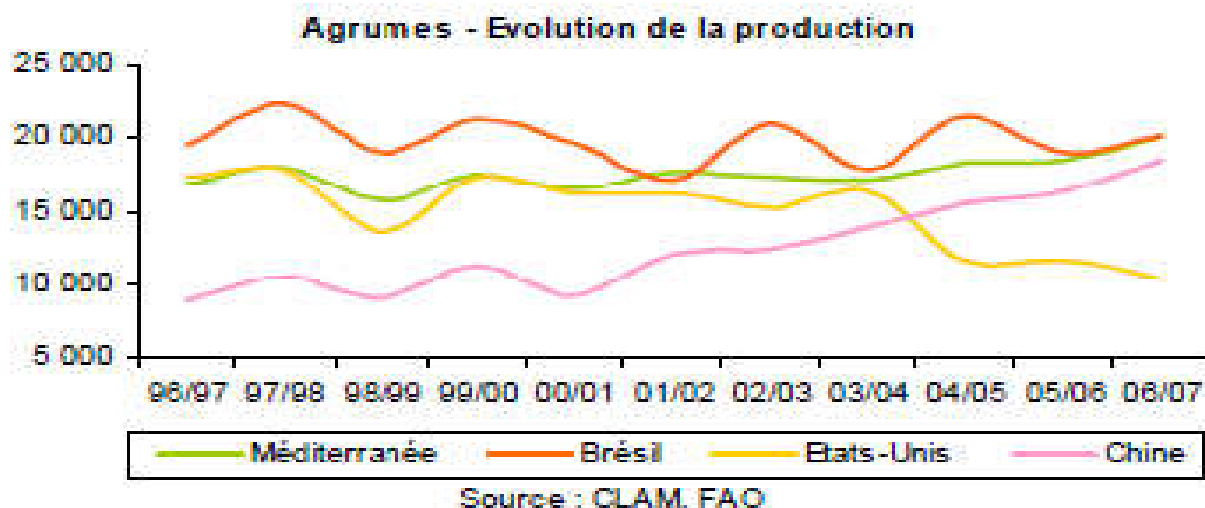
#### **IV-5-Les principaux producteurs d'agrumes dans le monde**

La Chine est le premier producteur d'agrumes dans le monde avec une part de 34% et un volume de 29,5 millions de tonnes, elle est suivie par le Brésil avec un part de 2%.

L'UE arrive au 3<sup>ème</sup> rang suivi par le Mexique (6,7 millions de tonnes) et les Etats-Uni (4,6 millions de tonnes). Le Maroc occupe le septième rang, suivi par la Turquie avec une part de 1,6 (USDA, 2016). Quant à l'Algérie, elle occupe la 18<sup>ème</sup> place dans le range mondial, avec une production de 1,2 millions de tonnes par ans (FAO, 2013).

**Tableau 2 : Les échanges mondiaux des agrumes 2006- 2007 (Imbert, 2007).**

Type d'agrumes	Echanges mondiaux	Part Méditerranée	Principaux exportateurs										
<b>Orange</b>	5 370 000	58 %	<table> <tr> <td>Espagne</td> <td>1 450 000</td> </tr> <tr> <td>Afrique du Sud</td> <td>900 000</td> </tr> <tr> <td>Egypte</td> <td>760 000</td> </tr> <tr> <td>Etats-Unis</td> <td>546 000</td> </tr> <tr> <td>Maroc</td> <td>264 000</td> </tr> </table>	Espagne	1 450 000	Afrique du Sud	900 000	Egypte	760 000	Etats-Unis	546 000	Maroc	264 000
Espagne	1 450 000												
Afrique du Sud	900 000												
Egypte	760 000												
Etats-Unis	546 000												
Maroc	264 000												
<b>Petits agrumes</b>	3 300 000	75 %	<table> <tr> <td>Espagne</td> <td>1 656 000</td> </tr> <tr> <td>Chine</td> <td>367 000</td> </tr> <tr> <td>Maroc</td> <td>317 000</td> </tr> <tr> <td>Turquie</td> <td>312 000</td> </tr> <tr> <td>Afrique du Sud</td> <td>100 000</td> </tr> </table>	Espagne	1 656 000	Chine	367 000	Maroc	317 000	Turquie	312 000	Afrique du Sud	100 000
Espagne	1 656 000												
Chine	367 000												
Maroc	317 000												
Turquie	312 000												
Afrique du Sud	100 000												
<b>Citron et lime</b>	2 000 000	45 %	<table> <tr> <td>Espagne</td> <td>497 000</td> </tr> <tr> <td>Mexique</td> <td>387 000</td> </tr> <tr> <td>Argentine</td> <td>355 000</td> </tr> <tr> <td>Turquie</td> <td>328 000</td> </tr> <tr> <td>Etats-Unis</td> <td>116 000</td> </tr> </table>	Espagne	497 000	Mexique	387 000	Argentine	355 000	Turquie	328 000	Etats-Unis	116 000
Espagne	497 000												
Mexique	387 000												
Argentine	355 000												
Turquie	328 000												
Etats-Unis	116 000												
<b>Pomelo</b>	1 000 000	28 %	<table> <tr> <td>Etats-Unis</td> <td>384 000</td> </tr> <tr> <td>Afrique du Sud</td> <td>215 000</td> </tr> <tr> <td>Turquie</td> <td>135 000</td> </tr> <tr> <td>Espagne</td> <td>37 000</td> </tr> </table>	Etats-Unis	384 000	Afrique du Sud	215 000	Turquie	135 000	Espagne	37 000		
Etats-Unis	384 000												
Afrique du Sud	215 000												
Turquie	135 000												
Espagne	37 000												
<b>Total agrumes</b>	11 670 000	58 %	<table> <tr> <td>Espagne</td> <td>3 640 000</td> </tr> <tr> <td>Afrique du Sud</td> <td>1 215 100</td> </tr> <tr> <td>Etats-Unis</td> <td>1 046 021</td> </tr> <tr> <td>Egypte</td> <td>793 800</td> </tr> <tr> <td>Turquie</td> <td>775 174</td> </tr> </table>	Espagne	3 640 000	Afrique du Sud	1 215 100	Etats-Unis	1 046 021	Egypte	793 800	Turquie	775 174
Espagne	3 640 000												
Afrique du Sud	1 215 100												
Etats-Unis	1 046 021												
Egypte	793 800												
Turquie	775 174												



**Figure1:** L'évolution de production dans les principaux pays producteurs d'agrumes dans le monde de 1996 à 2007 (Imbert, 2007)

Le niveau record de la récolte méditerranéenne, qui a dépassé pour la première fois de son histoire le seuil des 20 millions de tonnes, est certainement un des principaux faits marquants de la campagne 2006-2007 (Tableau 3). Cette troisième année consécutive de progression confirme la dynamique de croissance d'une production méditerranéenne qui stagnait jusqu'en 2003-2004 dans une fourchette comprise entre 16 et 17 millions de tonnes. Tous les groupes variétaux ont affiché un niveau de production record, à l'exception du pomelo (Imbert, 2007)

**Tableau 3 :** Production des agrumes au niveau du Bassin méditerranéen en 2006-2007 (Imbert, 2007)

pays	Production en quintaux	Consommation intérieure	Industrie	Pertes	Exportation
<b>Espagne</b>	7.036.2	1.471.5	1.399.8	521.2	3.643.7
<b>Italie</b>	3.535.9	1.734.9	1.531.2	74.4	196.1
<b>Egypte</b>	3.023.8	1.988.0	151.3	90.7	793.8
<b>TURQUIE</b>	2.602.2	1.428.5	173.0	52.0	948.7
<b>MAROC</b>	1.285.4	672.5	30.0	-	582.9
<b>Grèce</b>	976.0	288.6	323.1	74.9	289.4
<b>Israël</b>	638.3	172.8	283.0	4.6	177.9
<b>Tunisie</b>	282.0	256.0	-	-	26.0
<b>Algérie</b>	251.0	251.0	-	-	-
<b>Chypre</b>	177.5	28.9	62.7	0.3	82.4
<b>Gaza</b>	68.3	10.8	18.8	-	38.7
<b>France</b>	28.8	-	-	4.2	24.6

#### IV-6- Les Agrumes en Algérie

L'agrumiculture en Algérie est très ancienne, elle a été introduite bien avant la Période coloniale. En effet, le recensement effectué en 1852 signalait déjà 170 hectares d'orangers. (Mutin, 1969). Ainsi, les vergers commencent à vieillir et la fin du XX<sup>ème</sup> siècle était caractérisée par de faible production. Dans beaucoup de régions, à l'instar de la Mitidja, il a été constaté un délaissement de cette spéculation, considérée auparavant comme vocation principale.

La surface agrumicole Algérienne a connu ces dernières années une progression ; elle est passée de 44. 820 ha en 1997 à 52. 710 ha en 2002 (selon les données statistiques du ministère de l'agriculture et du développement rural M.A.D.R.E, 2004). Le Programme National du Développement Agricole (P.N.D.A) initié à partir de 2000/2001, a fortement encouragé les agriculteurs à s'intéresser de plus en plus à l'agrumiculture. Ainsi, la superficie agrumicole a évolué de plus de 8,5% durant la période 2000/2006; engendrant une nette augmentation dans le volume des productions (Tableau 4) (Anonyme ,2008).

**Tableau 4:** Superficies et productions d'agrumes en Algérie (DSA Blida, 2005).

<b>Compagnes</b>	<b>2001/2002</b>	<b>2002/2003</b>	<b>2003/2004</b>	<b>2004/2005</b>
<b>Superficie (ha)</b>	48 640	52 710	56 640	62 126
<b>Production (qx)</b>	4 700 000	519 500	5 599 300	6 274 060

En Algérie, la plaine de la Mitidja est considérée comme une région potentielle en agrumiculture. Elle couvre une surface approximative de 140 000 ha ; cette vaste plaine s'étend à partir de l'ouest (Ain Défia, Chelf) en passant par le centre (Alger, Blida et Tipaza) vers l'est (Boumerdes). Elle représente 20% de la superficie agrumicole et contribue avec 36% dans la production nationale (Anonyme 2008).

Les superficies agrumicoles de la wilaya de Blida (Tableau 5) représentent la grande partie de cette plaine, Selon les statistiques établies par la direction des services agricoles (D.S.A) pour la wilaya de Blida, la superficie agrumicole est de 16.583 ha assurant une production de 2.487.792 qx dont la production des oranges est la plus dominante. Dans cette région, une grande partie des vergers agrumicoles se trouvent concentrés dans les localités de Boufarik, Mouzaia, Oued El Alleug et l'arbaa (Annexe 2).

**Tableau 5:** Evolution du rendement des superficies et de la production agrumicole dans la région de Blida. (DSA. Blida, 2010) (Annexe 3 et 4).

Saisons	Superficie total (ha)	Production (qx)	Rendement (qx / ha)
2000/2001	11.522	1.465.500	127.19
2001/2002	11.637	1.772.000	152.00
2002/2003	12.026	1.847.400	153.62
2003/2004	11.955	1.848.540	154.62
2004/2005	12.100	2.097.460	206.50
2005/2006	12.219	2.055.110	174.00
2006/2007	12.506	2.475.863	155.48
2007/2008	13.470	2.342.348	173.89
2008/2009	16.970	2.152.355	126.83
2009/2010	16.583	2.487.792	150.02

#### IV-7-Importance économique en Algérie

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 auxiliaire (conditionnement, emballage, transformation, etc....). (Farhat et al, 2010). Le verger agrumicole algérien est particulièrement concentré dans les plaines littorales et sublittorales, 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 Mitija.
- Le périmètre de la Mina et du cas Chélif.
- 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 couvre une surface de : 36 219 ha en 2013 ce qui représente environ 56,4% de la superficie agrumicole totale. (Anonyme, 2013).

# **CHAPITRE V :**

## **Le porte greffe**

## **Chapitre V- Le Porte greffe**

### **V-1-Définition du 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 (Laussert R., 1987).

### **V-2-Le rôle du porte-greffe**

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. Il réduit la vigueur de certaines variétés afin d'en faciliter la conduite et d'induire une production de fruits sur des arbres jeunes (Laussert R., 1987).

Parloran (1971), signale que les différentes espèces arboricoles sont souvent greffées sur des portes greffes choisis en fonction de l'espèce et des régions de plantation. Il est bien connu que le porte greffe joue un rôle primordial dans toutes les activités de l'arbre greffé ; il peut modifier la relation sol/variété greffée, le comportement vis-à-vis des maladies, la physiologie, l'adaptation au milieu et la qualité des fruits.

Plusieurs espèces et variétés d'agrumes n'ont également aucun pouvoir de résistance au froid ou à certaines maladies du sol, pas de tolérance à la salinité ou à des niveaux d'eau élevés, qui constituent pourtant des qualités intrinsèques souhaitable pour leur survie (Bitters, 1986).

L'idée d'associer des variétés d'agrumes possédant ces qualités avec d'autres variétés plus sensibles est née au XIIème siècle en Espagne. A l'époque, l'objectif était essentiellement de se prémunir contre les attaques de *Phytophthora sp* (*Phytophthora citrophthora* et *Phytophthora parasitica*) une maladie de dégénérescence causée par un champignon du sol (Duportal et al, 2013).

En suite, d'autres objectifs ont été visés au fur et à mesure de l'apparition des contraintes liées aux conditions du milieu ou aux augmentations des demandes de consommation des fruits d'Agrumes, d'où il parait nécessaire de chercher le porte greffe le qui présente au même temps des caractéristiques agronomiques

souhaitables tout en assurant des rendements élevés répondant aux besoins de consommation.

### **V-3- Critères de Choix des porte-greffes :**

A cet effet, les critères de sélection de portes greffes doivent tenir compte d'un certain nombre de contraintes et d'effets sur les variétés, à savoir:

- Une association greffon /porte-greffe tolérante aux maladies à virus ;
- Une bonne résistance à la gommosse à phytophthora. Principale maladie cryptogamique qui affecte les tissus conducteurs de sève, des racines et du tronc.
- Une multiplication et un élevage facile en pépinière, donnant des plants homogènes et offrant une bonne affinité au greffage avec les principales espèces et variétés commercialisées ;
- Un effet favorable du porte-greffe sur le greffon, se traduisant
- en particulier par une mise à fruit rapide. une productivité élevée et soutenue, une bonne qualité des fruits tant pour le calibre que pour le goût et la teneur en jus ;

Une meilleure adaptabilité aux conditions édaphiques (salinité, calcaire, pH, nématodes et texture du sol). (ITAFV, 2013).

### **V-4- Principaux portes greffes utilisés en Algérie**

Plusieurs portes greffes sont utilisés pour la multiplication par greffage des variétés d'Agrumes. Nous citons ci-après les portes greffes particulièrement les plus réponsus en Algérie :

#### **V-4-a-Bigaradier *Citrus aurantium***

Le bigaradier se caractérise par une grande adaptation aux différents sols, une bonne résistance au calcaire, une tolérance relative au sel. Il présente une bonne affinité avec les principales variétés cultivées ; il se multiplie et se greffe facilement, comme il confère au greffon une bonne productivité et une bonne qualité de fruits (Loussert, 1987).



#### **V-4-b-Poncirus Trifoliata**

Porte-greffe résistant au froid (-15°C) partiellement conféré au scion, enracinement puissant, traçant et pivotant, développement à faible vigueur des arbres. Résistant à la gommose, tolérant aux nématodes et à la Tristeza. Sensible à l'exocortis et au blight. Amélioration de la sensibilité au froid, amélioration de la qualité du fruit (taux de sucre), bonne affinité avec l'ensemble des espèces, mise à fruits tardive (Blondel, 1986).

#### **V-4-c-Citrange Carrizo**

Aujourd'hui c'est le porte-greffe le plus utilisé, c'est un ybride de même type que le porte greffe Citrange Troyer, enracinement de type pivotant, dense et profond, porte-greffe vigoureux. Il supporte les sols moyennement humides, peu tolérants au calcaire et aux chlorures, craint les sols secs. Association tolérante à la Tristeza, Sensible au blight, à l'exocortis, Tolérant aux nématodes. Amélioration très légère de la sensibilité au froid. Productivité élevée sans perte de calibre et de bonne qualité (Loussert, 1987).

#### **V-4-d-Citrange Troyer**

Hybride entre un oranger et un Poncirus. Enracinement de type pivotant, Porte-greffe vigoureux. Supporte les sols moyennement humides, peu tolérants au calcaire et aux chlorures, craint les sols secs. Résistant à la gommose, Association tolérante à la Tristeza, sensible au Bligh à l'Exocortis (Loussert, 1987).

#### **V-4-e-Citrus Volkameriana**

Bon porte-greffe adapté à de nombreuses associations notamment pour les citronniers, bon enracinement. Adapté aux sols secs et aérés, résistant aux chlorures, peu adapté aux sols lourds et asphyxiants. Résistant à la gommose, association tolérante à la Tristeza et à l'Exocortis, sensible au blight, très bonne productivité avec la variété de citron Eurêka (forte vigueur) (Loussert, 1987).

#### **V-4-f-Citrus Macrophylla**

Porte-greffe surtout adapté aux citronniers. Sensible au froid et aux sols humides, supporte les chlorures et le calcaire. Tolérant à la gommose et à l'exocortis sensible à la Tristeza. Présente bonne mise à fruit et une forte affinité avec les citronniers (Loussert, 1987).

**DEUXIEME PARTIE**  
**MATERIELS ET METHODES**

### 3-Matériel végétale

Afin de réaliser cette expérimentation, nous avons choisi quatre variétés portes greffes d'agrumes :

*Citrange Troyer, Citrange Carrizo, Citrus Macrophylla, Citrus Volkameriana.*

Ces plants ont subit aux travaux d'entretien nécessaires durant la période de l'essai, à savoir :

- Désherbage manuel des pots
- Traitements phytosanitaires contre la mineuse et les acariens.



**Figure N°4 : Dispositif des plants mis sous serre (ITAFV Béni Tamou)**

### 1-Conduite de l'essai

L'expérimentation a été conduite sous serre au niveau de la ferme de démonstration de l'Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne I.T.A.F Béni Tamou, Wilaya de Blida.

Les plantes ont été élevées dans des sacs en plastic de 30cm de diamètre et 45 cm de hauteur. Le substrat utilisé est la terre végétale de la station qui est a été prélevée d'une façon au hasard, d'après des analyse qui nous ont été communiquées par le laboratoire central de l'ITAFV, elles indiquent que s'est sol indemne aux nématodes phytoparasites, et les analyses physico chimique démontrent que c'est sol à teneur très faible en éléments majeurs (Azote, phosphore et potassium ), donc faible taux de fertilité chimique . C'est un sol

dépourvu en carbone organique, avec rapport C/N très faible, indice d'une forte minéralisation de la matière organique qui est due aux conditions climatiques de la plaine. (Annexe N1).

Les plants ont été soumis au stress salin par application de différents traitements par une solution saline à base de NaCl. Quatre doses ont été appliquées : D1=00 mM, D2=35 mM, D3=70 Mm, D4=120 mM) avec trois répétitions pour chaque dose.

Les plants ont été irrigués trois fois par semaine à raison de 01L/plant à chaque irrigation.

## 2-Dispositifs expérimentaux

Le nombre des plants utilisé : 4 doses X 4 variétés X 3 répétitions = 48plants.

	D1=00 mM			D2=35 mM			D3=70 Mm			D4=120 mM		
<i>Variété 01</i>	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
<i>Variété 02</i>	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
<i>Variété 03</i>	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
<i>Variété 04</i>	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3

## 4-Choix des doses de sel

Nous avons choisi les doses de NaCl montrées dans le tableau ci après :

Dose NaCl (g/l)	00 g/l	2,1 g/l	4,1 g/l	7 g/l
Dose NaCl (Mili mole)	00 mM	35 mM	70 mM	120 mM

## **5-Mesures et analyses effectuées**

### **5-1-Paramètre morphologique**

#### **5-1-1-Détermination de nombre de feuilles des plantes**

Le dénombrement des feuilles comme pour la hauteur est réalisé pour chaque plant chaque 20 jours.

#### **5-1-2- Mesure de la hauteur des plants**

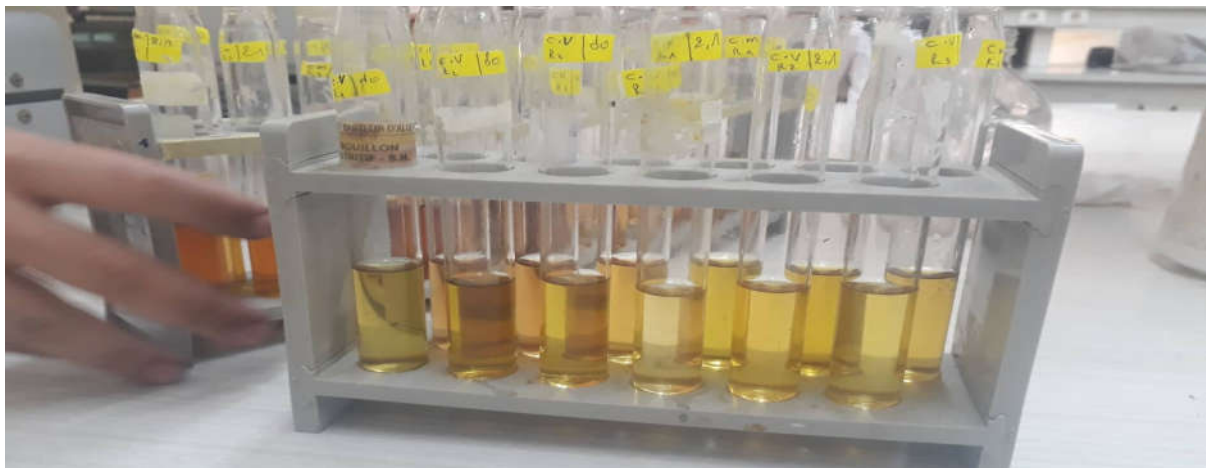
Les mesures des hauteurs des plantes sont réalisées avec une règle graduée, pour chaque plant chaque 20 jours .

### **5-2-Paramètres biochimiques:**

#### **Le dosage de proline :**

Des échantillons des feuilles ont été récupérés à la fin de l'expérimentation puis conservés dans une température de -15°C avant analyse. L'extraction a été réalisée selon la méthode décrite par Naidu : 50mg d'échantillon ont été placés dans des tubes de centrifugation contenant 5ml d'un mélange (*méthanol : chloroforme : eau*) (60 : 25 : 15 ml). Les tubes scellés ont été chauffés au bain marie (60°C) durant 02 h et centrifugés à 5000 G pendant 10 mn. Le surnageant a servi ensuite aux dosages de la proline. (Figure 05)

La proline a été déterminée par une méthode développée par Singh : 1ml de surnageant, 4ml de solution de Ninhydrine, 4ml d'acide acétique glacial et 1ml d'eau distillée sont placés dans des tubes de centrifugation de 10 ml. Ce mélange a été chauffé au bain marie (90°C) pendant 45mn et refroidi à la température ambiante. L'absorbance a été lue à 520 nm. Les résultats sont reportés sur un courbe étalon de Proline (Appendice B) (Figure 6).



**Figure N°5 :** Dosage de la proline au laboratoire d’Agronomie (Université de Blida)

### 6-Matériel de laboratoire

Nous avons résumé dans le tableau suivant le matériel et les outils utilisés au laboratoire pour notre expérimentation :

Verreries et autres	Matériels	Réactifs et produits chimiques
Pipette graduées	Balance	NaCl
Tubes à essai	Etuve	Eau distillé
Béchers	Bain marié	Ninhydrine
Folioles	Spectrophotomètre	Acide ortho phosphorique
Règle graduée	Réfrigérateur	Méthanol
Spatule	centrifugeuse	chloroforme
/	/	Acide acétique glacial

**TROISIEME PARTIE**  
**RESULTATS ET DISCUSSIONS**

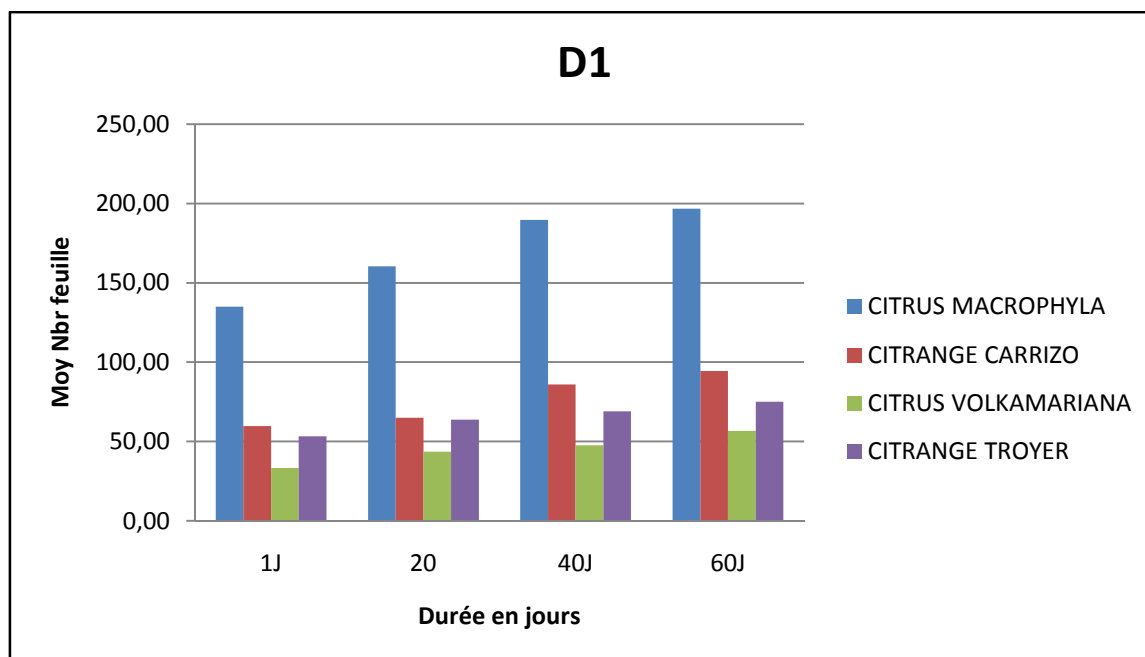
## I-Paramètre morphologique

### I-1-Détermination de la moyenne de nombre de feuilles

#### I-1-1-Etude du comportement de différentes portes greffes pour la même dose

##### I-1-1-a-Traitement avec la dose témoin D1

Les résultats relatifs à la moyenne de nombre des feuilles par plant pour les plants traités par la dose D1=00 mM NaCl (témoin), sont représentés dans le tableau n°6 et illustrés par la figure n°7.



**Figure n°7 : Moyenne de nombre des feuilles par plant avec traitement par la dose D1=00 mM NaCl**

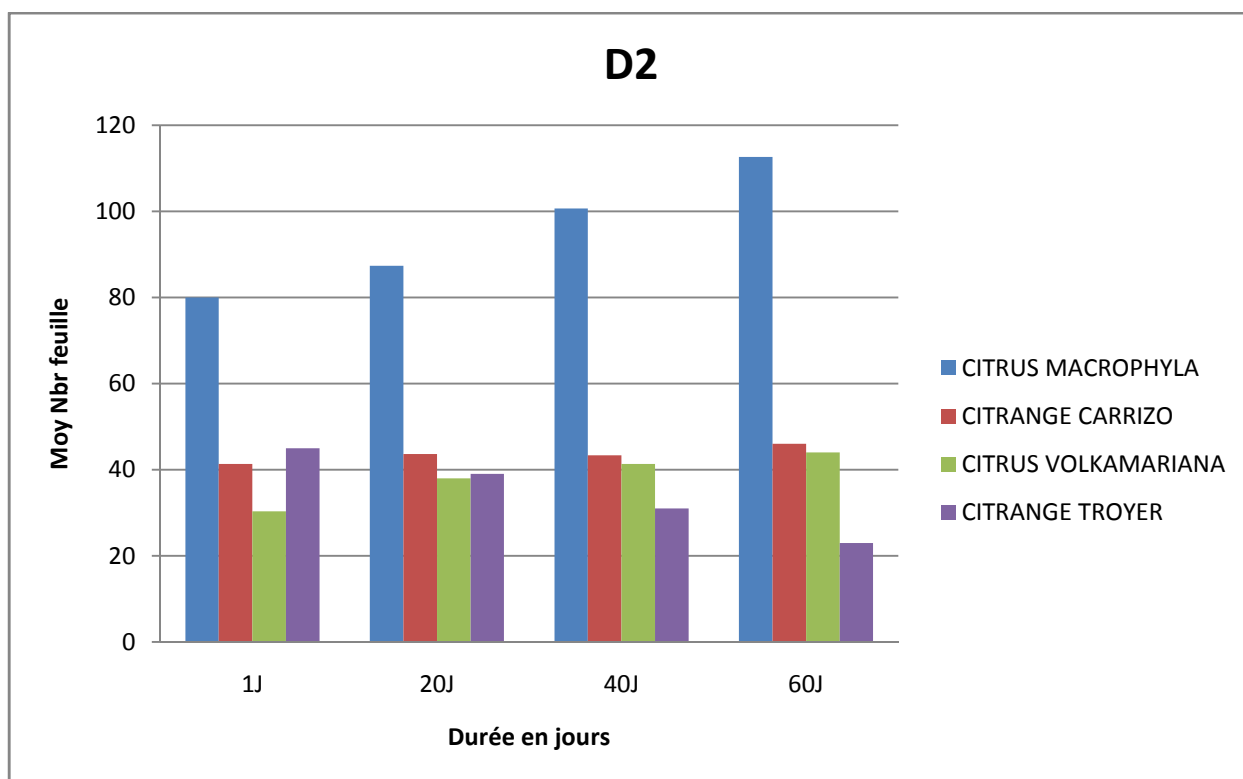
D'après les résultats inclus dans le tableau en dessus et leurs représentations graphiques, on observe que le porte greffe *Citrus Macrophylla* a présenté la moyenne de nombre de feuille par plant la plus élevée par rapport aux autres portes greffes. Le *Citrangé Troyer* a présenté la moyenne la plus faible.

On observe aussi que cette moyenne augmente progressivement pour toutes les variétés pendant la durée de l'expérimentation (60 jours).



### I-1-1-b-Traitement avec la dose D2

Les résultats relatifs à la moyenne de nombre des feuilles par plant pour les plants traités par la dose D2=35 mM NaCl, sont représentés dans le tableau n°7 et illustrés par la figure n°8.



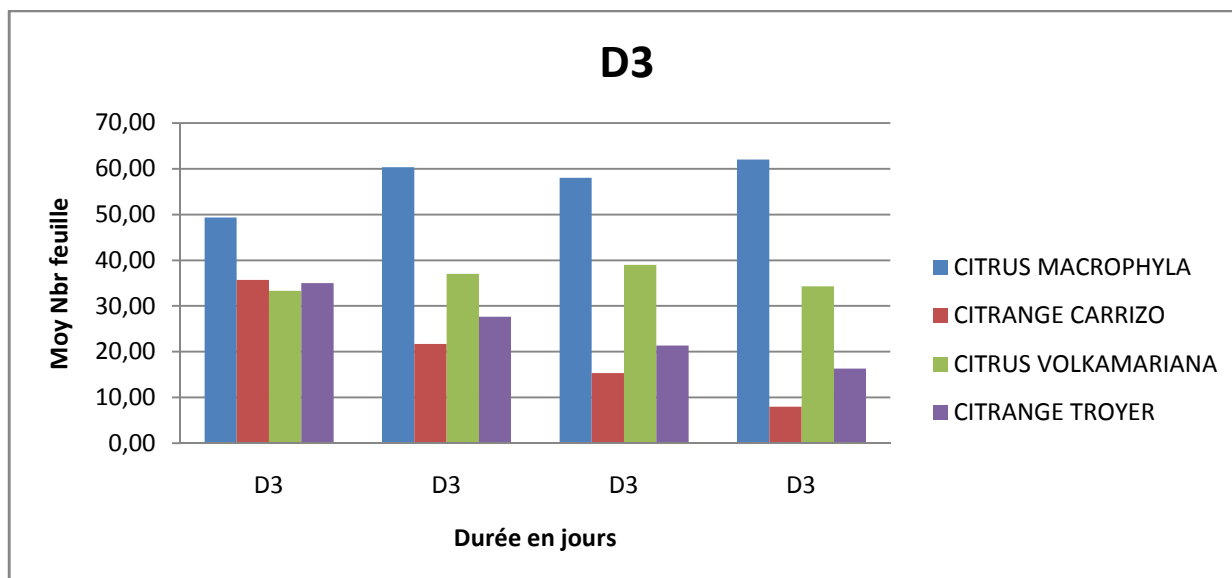
**Figure n°8 : Moyenne de nombre des feuilles par plant avec traitement par la dose D2=35 mM NaCl**

Les résultats obtenus lors du traitement par la dose D2=35 mM NaCl révèlent que le porte greffe *Citrus Macrophylla* a présenté la moyenne de nombre de feuille par plant la plus élevée par rapport aux autres portes greffes. Ce moyenne s'accroître progressivement durant la durée de l'expérimentation. Même chose à dire pour le *Citrus Volkameriana* mais avec un accroissement plus faible.

Le *Citrangle Carrizo* garde une moyenne de feuille relativement stable tandis que le *Citrangle Troyer* présente un décroissement en nombre des feuilles traduit par la perte progressive de la masse foliaire par dessèchement et chute dû à l'affectation par l'accumulation du sel dans le sol et la sensibilité de cette variété.

### I-1-1-c-Traitement avec la dose D3

Les résultats relatifs à la moyenne de nombre des feuilles par plant pour les plants traités par la dose D3=70 mM NaCl, sont représentés dans le tableau n°8 et illustrés par la figure n°9.



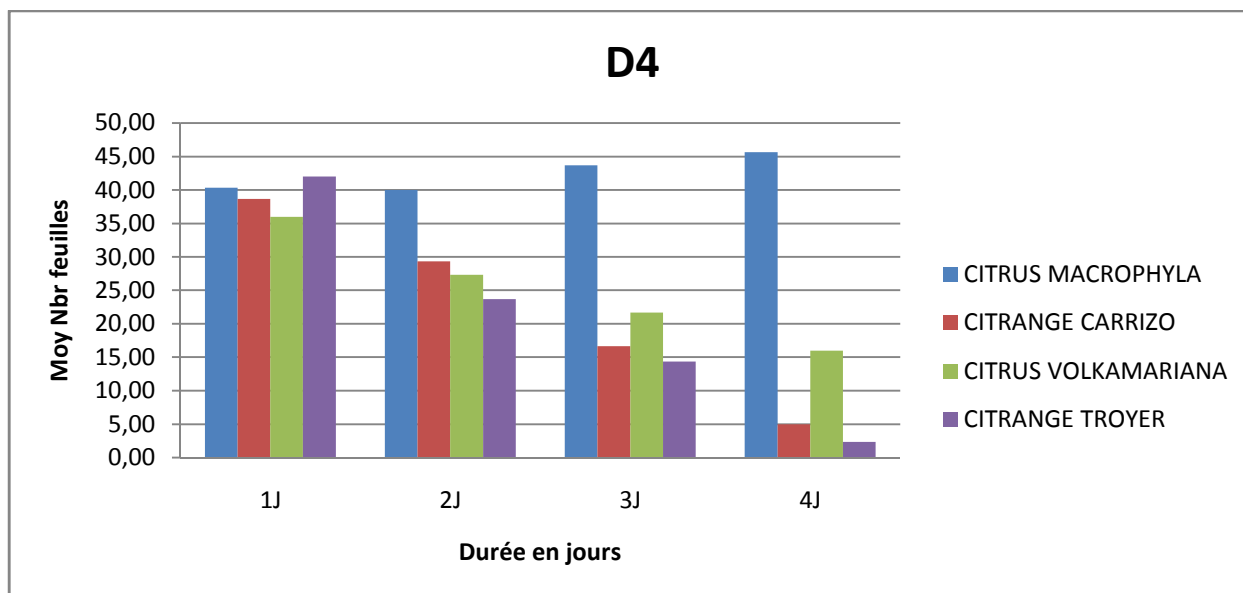
**Figure n°9 : Moyenne de nombre des feuilles par plant avec traitement par la dose D3=70 mM NaCl**

Les résultats obtenus lors du traitement par la dose D3=70 mM NaCl nous démontrent que le porte greffe *Citrus Macrophylla* a présenté la moyenne de nombre de feuille par plant la plus élevée par rapport aux autres portes greffes qui s'accroître légèrement puis il devient stable ce qui signifie le ralentissement de production de la masse foliaire. La moyenne de nombre des feuilles pour le *Citrus Volkameriana* commence à s'accroître puis il décroît ce qui signifie que les plants ont perdu une partie de la masse foliaire produite.

Le *Citrange Carrizo* et le *Citrange Troyer* présente un décroissement en nombre des feuilles traduit par la perte progressive de la masse foliaire par le dessèchement puis la chute.

### I-1-1-d-Traitement avec la dose D4

Les résultats relatifs à la moyenne de nombre des feuilles par plant pour les plants traités par la dose D4=120 mM NaCl, sont représentés dans le tableau n°9 et illustrés par la figure n°10.



**Figure n°10 : Moyenne de nombre des feuilles par plant avec traitement par la dose D4=120 mM NaCl**

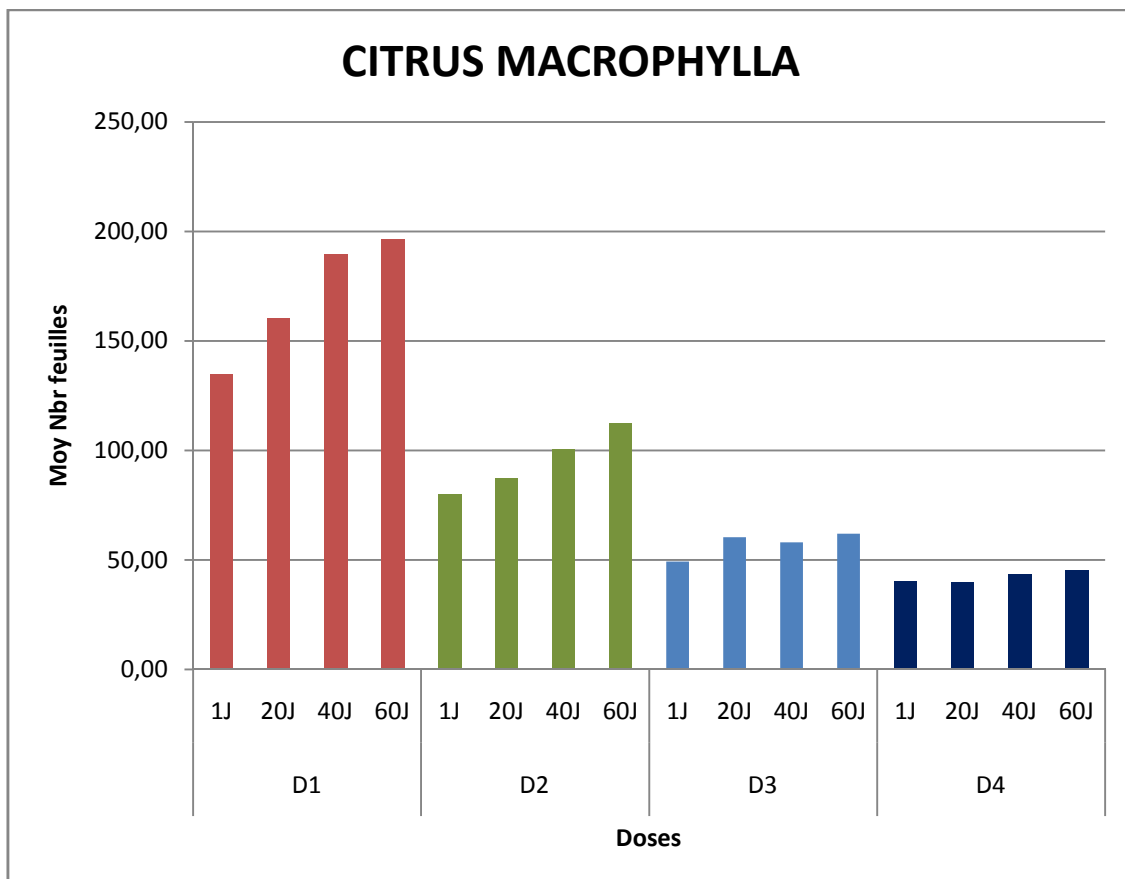
Les résultats obtenus lors du traitement par la dose D4=120 mM NaCl nous démontrent que le porte greffe *Citrus Macrophylla* a présenté toujours la moyenne de nombre de feuille par plant la plus élevée par rapport aux autres portes greffes.

Les autres variétés ont présenté un décroissement varie entre progressif pour le *Citrangle Carrizo* et le *Citrus Volkameriana* à rapide et remarquable pour le *Citrangle Troyer* qui a fini par perdre la quasi-totalité de sa masse foliaire et par mourir à la fin de cette expérimentation.

## I-1-2-Etude du comportement de même porte greffe pour des différentes doses

### I-1-2-a- Citrus Macrophylla

Les résultats relatifs aux moyennes de nombre des feuilles par plant pour la variété Citrus Macrophylla traitée par les différentes doses D1, D2, D3 et D4, sont illustrés par la figure n°11.

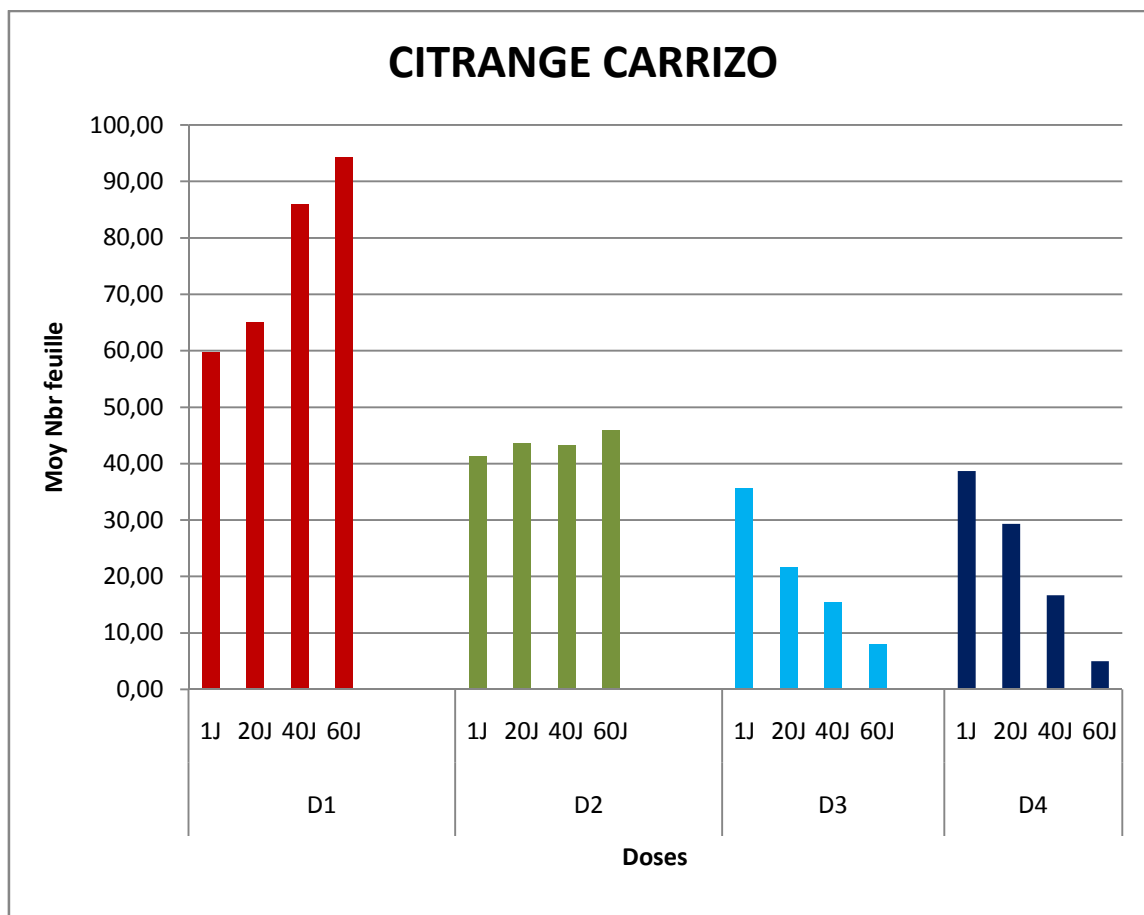


**Figure n°11 : Comparaison des moyennes de nombre des feuilles par plant pour la variété Citrus Macrophylla**

La comparaison des moyennes de nombre des feuilles par plant pour la variété Citrus Macrophylla traitée par des différentes doses de NaCl démontre un comportement très variable. La plus grande moyenne est enregistrée lors du traitement par le témoin qui ne contient pas des doses en sels tandis que la plus faible moyenne a été marquée lors du traitement par des eaux d'irrigation contenant la plus grande concentration en sel NaCl.

### I-1-2-b- Citrange Carrizo

Les résultats relatifs aux moyennes de nombre des feuilles par plant pour la variété Citrange Carrizo traitée par les différentes doses D1, D2, D3 et D4, sont illustrés par la figure n°12.



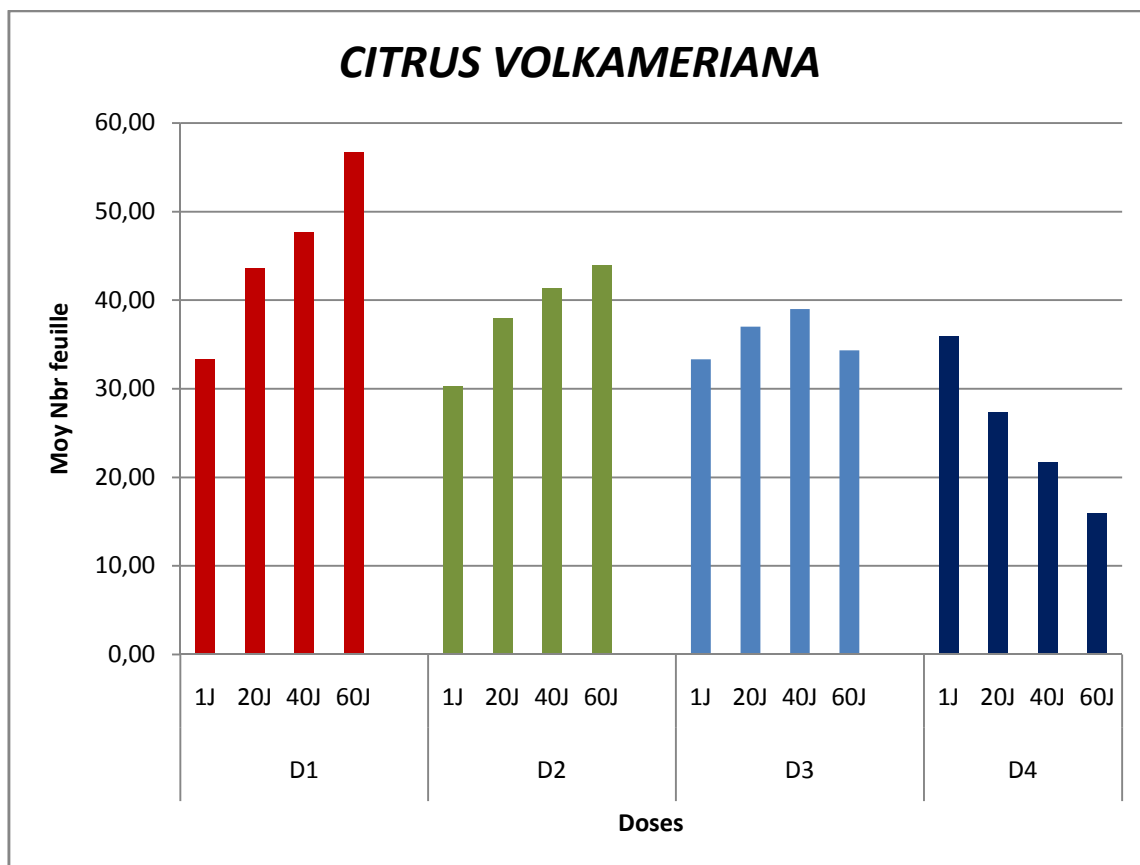
**Figure n°12 : Comparaison des moyennes de nombre des feuilles par plant pour la variété Citrange Carrizo**

Par comparaison des moyennes de nombre des feuilles par plant pour la variété Citrange Carrizo traitée par des différentes doses de NaCl, on peut déduire que cette variété comporte d'une manière différente que le Citrus Macrophylla lors du traitement par les doses D3 et D4 où les moyennes de nombre des feuilles se décroissent progressivement.

Ceci traduit non seulement le ralentissement de la production de la masse foliaire mais aussi sa perte et sa chute.

### I-1-2-c- *Citrus Volkameriana*

Les résultats relatifs aux moyennes de nombre des feuilles par plant pour la variété *Citrus Volkameriana* traitée par les différentes doses D1, D2, D3 et D4, sont illustrés par la figure n°13.



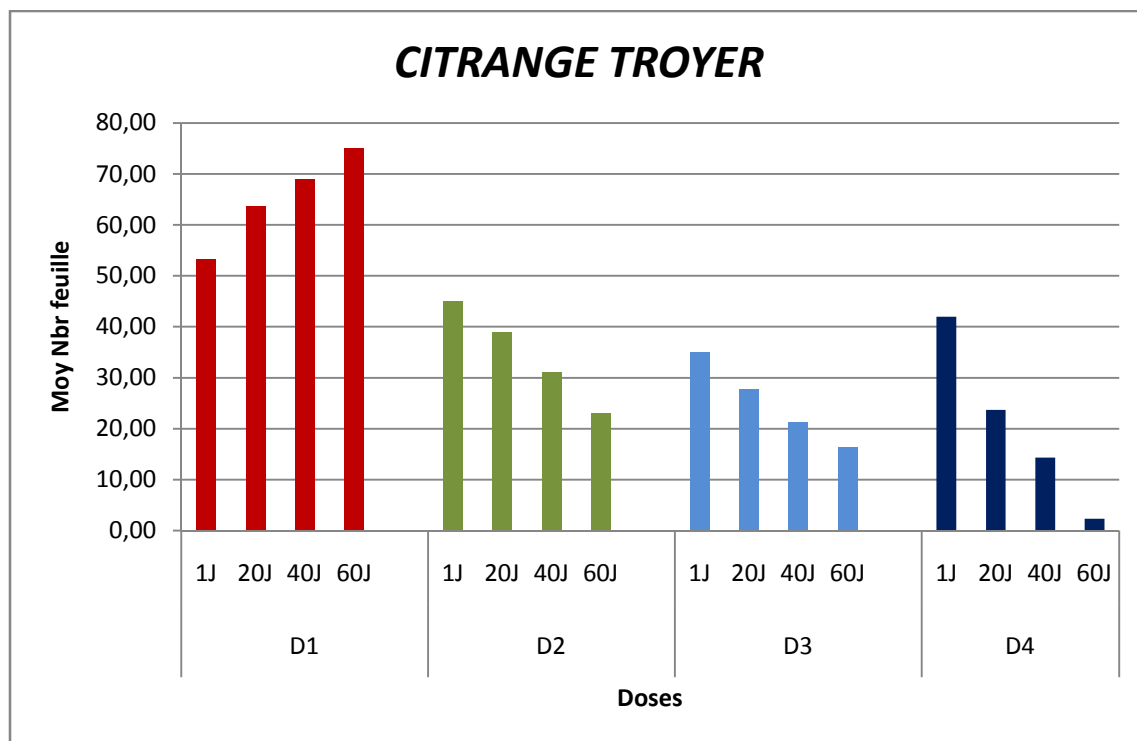
**Figure n°13 : Comparaison des moyennes de nombre des feuilles par plant pour la variété *Citrus Volkameriana***

La représentation graphique ci-dessus démontre un comportement différent de la variété *Citrus Volkameriana* qui réagit légèrement lors du traitement par la dose D3 par une faible diminution des nombres des feuilles.

La moyenne de nombre des feuilles ne commence à se décroître qu'à en utilisant la dose la plus forte D4. Les plants expriment dans ce cas leur affectation par la salinité par la perte des feuilles.

### I-1-2-d- *Citrange Troyer*

Les résultats relatifs aux moyennes de nombre des feuilles par plant pour la variété *Citrange Troyer* traitée par les différentes doses D1, D2, D3 et D4, sont illustrés par la figure n°14



**Figure n°14 : Comparaison des moyennes de nombre des feuilles par plant pour la variété *Citrange Troyer***

La comparaison des moyennes de nombre des feuilles par plant pour la variété *Citrange Troyer* révèle une similarité avec le comportement de la variété *Citrange Carrizo* : le nombre des feuilles augmente lors du traitement par la dose D1=00 mM et se décroît lors du traitement par les doses D2 et D3.

On observe ainsi une diminution plus agressive lors du traitement par la dose la plus forte D4=120 mM

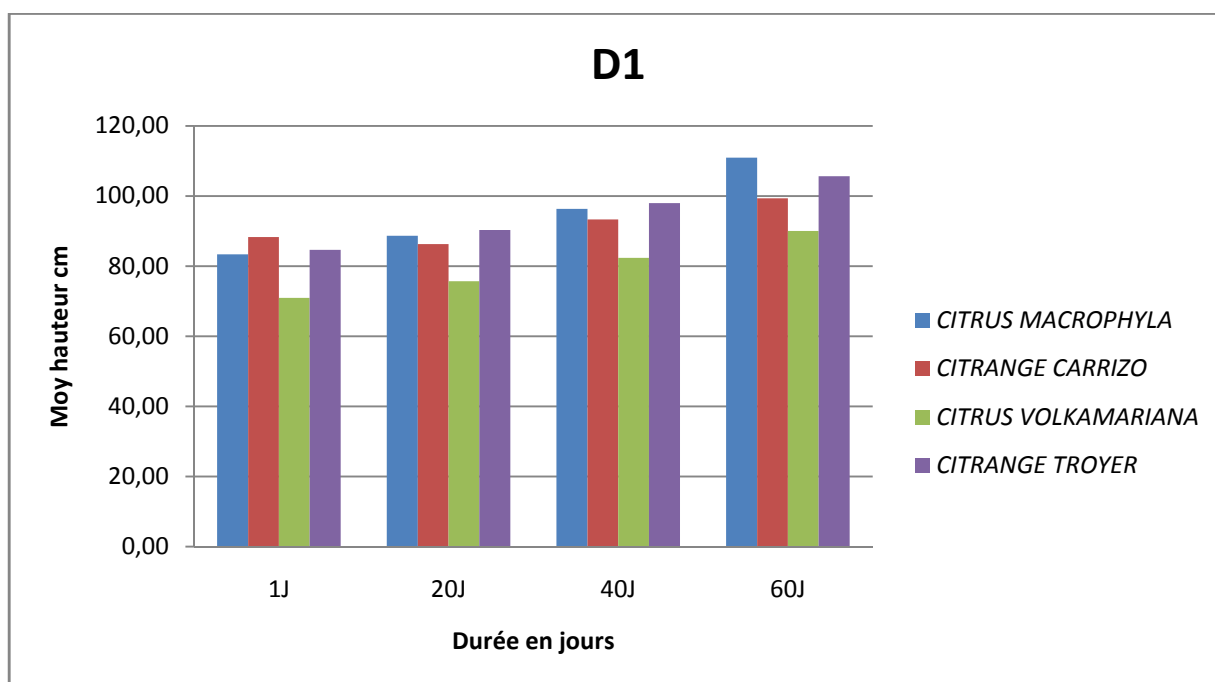
Ceci est expliqué par la perte progressive de la masse foliaire par le dessèchement puis la chute.

## I-2-Mesure de la hauteur

### I-2-1-Etude du comportement des différents portes greffes pour la même dose

#### I-2-1-a-Traitement avec la dose témoin D1

Les résultats relatifs à la moyenne des hauteurs des plants avec traitement par la dose D1=00 mM NaCl (témoin), sont représentés dans le tableau n°10 et illustrés par la figure n°15



**Figure n°15 : Moyenne des hauteurs des plants avec traitement par la dose D1=00 mM NaCl**

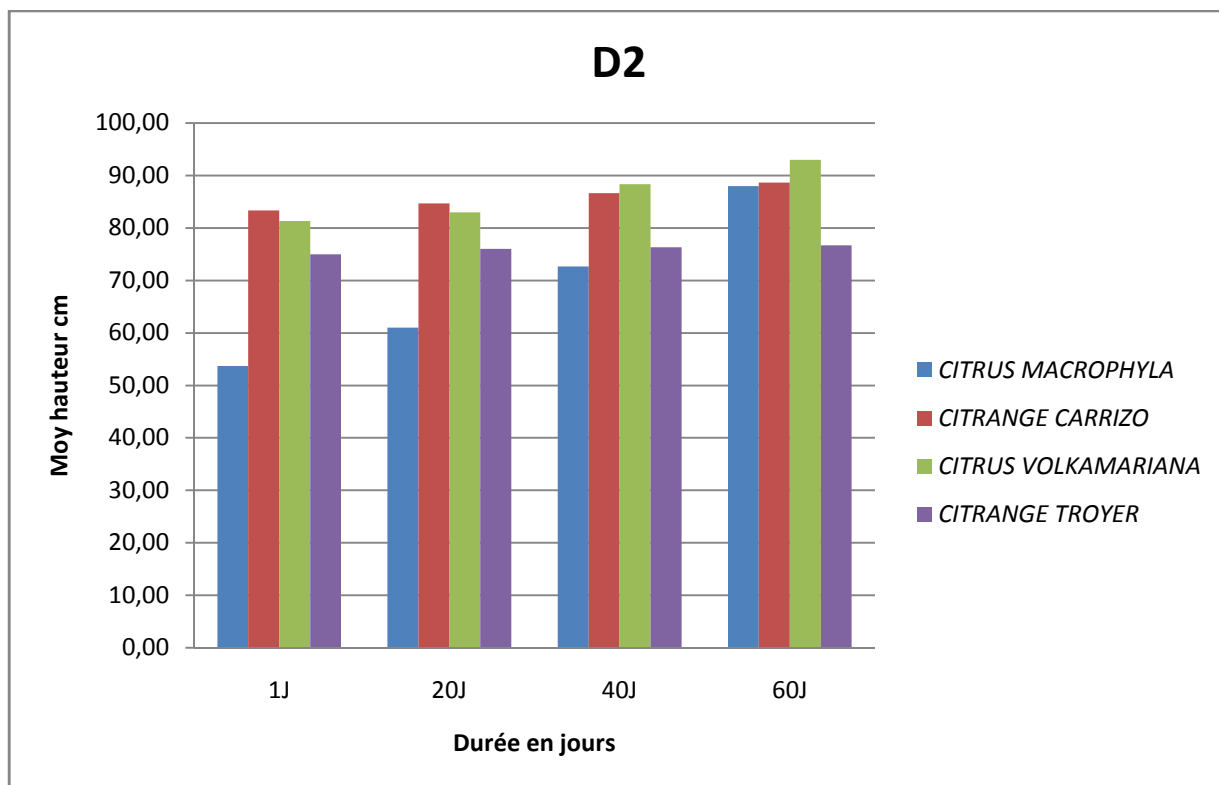
D'après les résultats inclus dans le tableau ci dessus et leurs représentations graphiques, On observe que cette la moyenne de croissance en hauteur augmente progressivement pour toutes les variétés pendant la durée de l'expérimentation.

On remarque ainsi à travers ces résultats que le porte greffe *Citrus Macrophylla* a présenté la moyenne croissance en hauteur la plus élevée par rapport aux autres portes greffes. Le *Citrang Carrizo* a présenté la moyenne la plus faible.



### I-2-1-b-Traitement avec la dose D2

Les résultats relatifs à la moyenne des hauteurs des plants avec traitement par la dose D2=35 mM NaCl, sont représentés dans le tableau n°11 et illustrés par la figure n°16.



**Figure n°16 : Moyenne des hauteurs des plants avec traitement par la dose D2=35 mM NaCl**

Les résultats obtenus lors du traitement par la dose D2=35 mM NaCl révèlent que les porte greffes *Citrus Macrophylla*, suivie par le *Citrus Volkameriana*. Le Citrange Carrizo et le Citrange Troyer ont marqué des moyennes de croissance relativement stables durant la période d'essai

### I-2-1-c-Traitement avec la dose D3

Les résultats relatifs à la moyenne des hauteurs des plants avec traitement par la dose D3=70 mM NaCl, sont représentés dans le tableau n°12 et illustrés par la figure n°17

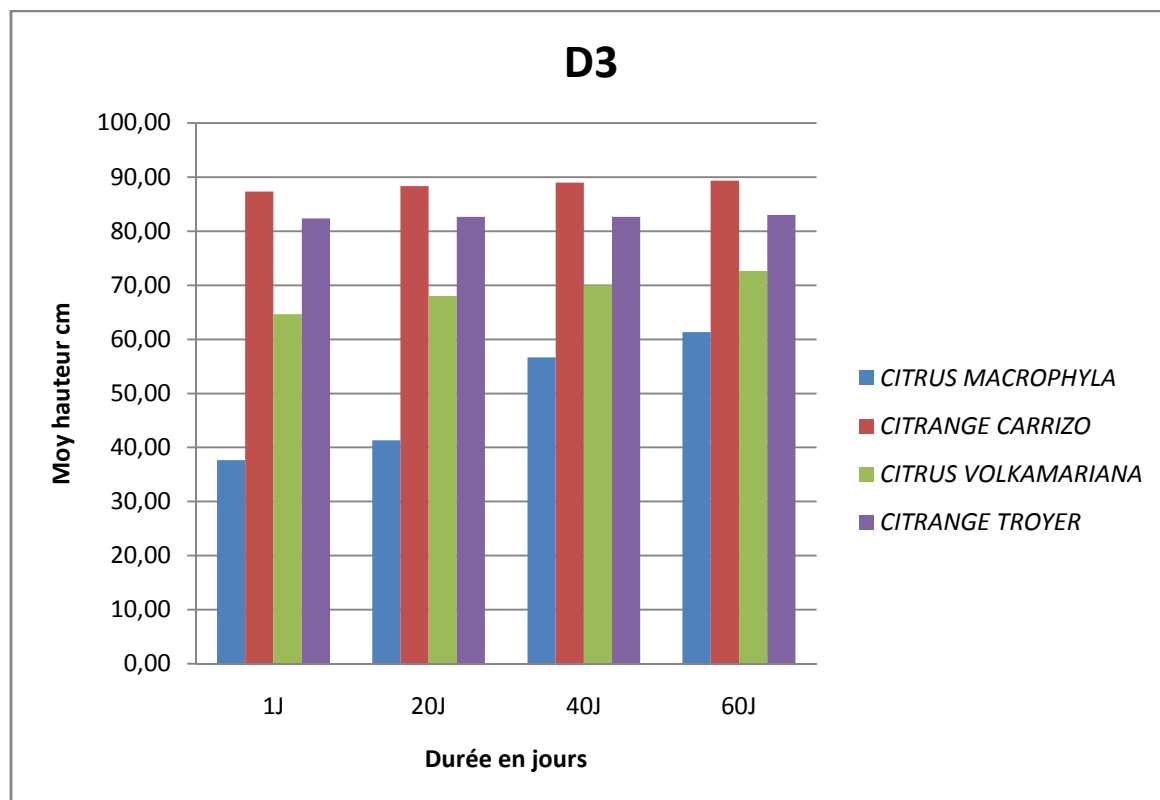
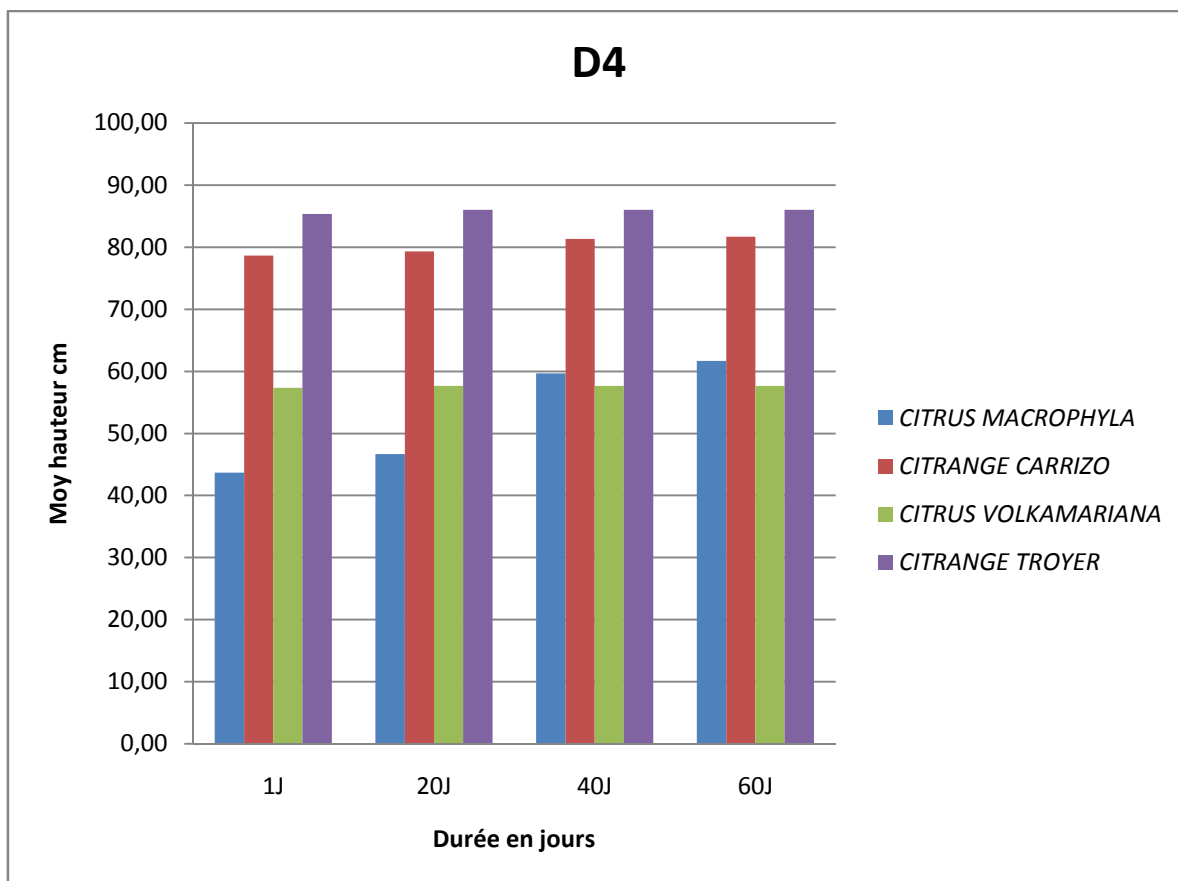


Figure n°17 : Moyenne des hauteurs des plants avec traitement par la dose D3=70 mM NaCl

La comparaison entre les représentations graphiques des variétés traitées par la dose D3=70 mM NaCl nous démontrent que le porte greffe *Citrus Macrophylla* continue à marquer une augmentation de croissance en hauteur tandis que le reste des variétés ont présenté un stagnation en croissance en hauteur plus particulières la variété *Citrangle Troyer* et en degrés plus faible la variété *Citrangle Carrizo*.

### I-2-1-d-Traitement avec la dose D4

Les résultats relatifs à la moyenne des hauteurs des plants avec traitement par la dose D4=120 mM NaCl, sont représentés dans le tableau n°13 et illustrés par la figure n°18.



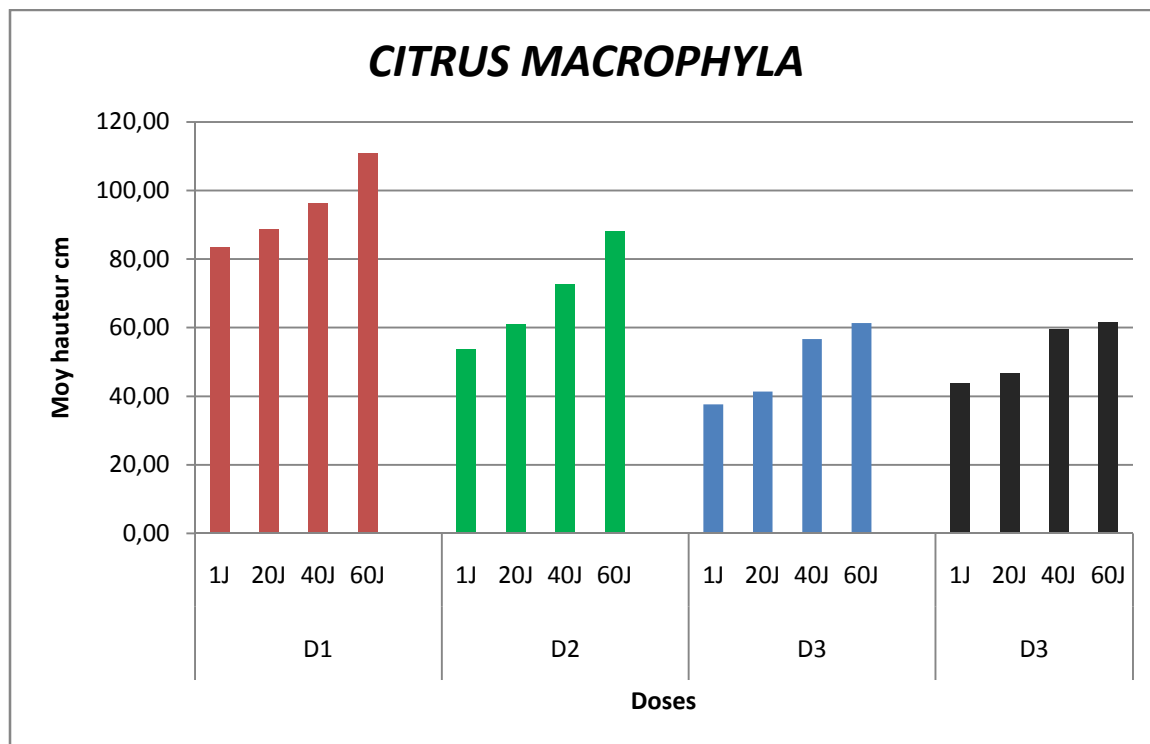
**Figure n°18 : Moyenne des hauteurs des plants avec traitement par la dose D4=120 mM NaCl**

Les résultats obtenus lors du traitement par la dose D4=120 mM NaCl nous démontrent que le porte greffe *Citrus Macrophylla* a marqué toujours une croissance en hauteur traduit par l'augmentation progressive des moyenne des hauteurs, tandis que les autres variétés ont ralenti d'une façon remarquable leur croissance.

## I-2-2-Etude du comportement de même porte greffe pour des différentes doses

### I-2-2-a- *Citrus Macrophylla*

Les résultats relatifs aux moyennes des hauteurs des plants pour la variété *Citrus Macrophylla* traitée par les différentes doses D1, D2, D3 et D4, sont illustrés par la figure n°19.

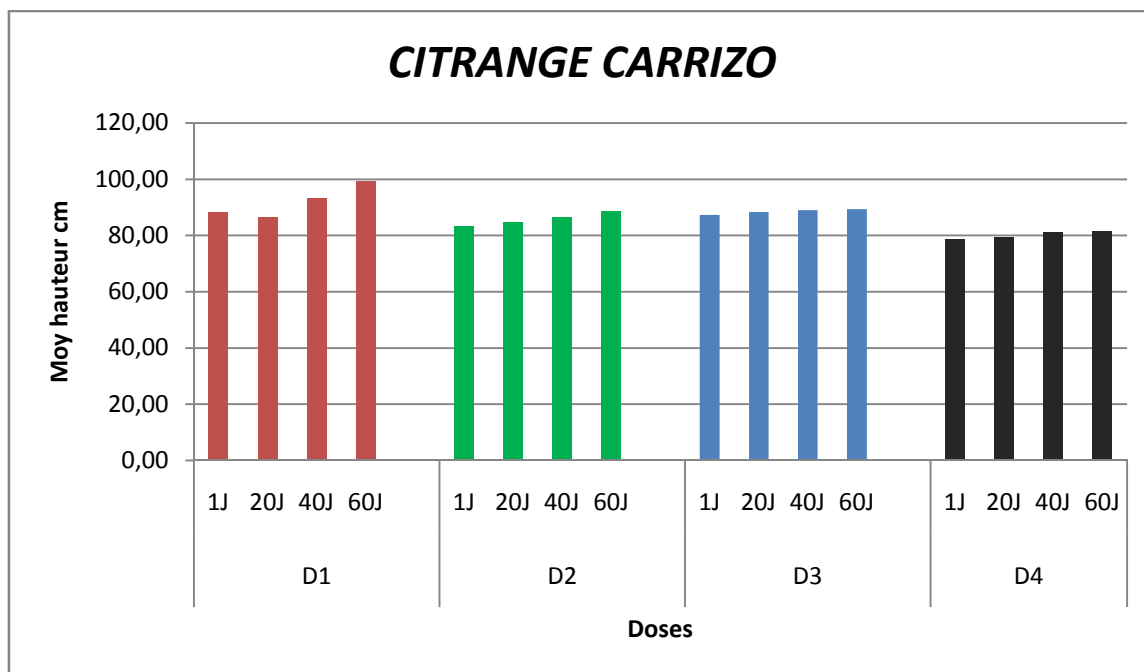


**Figure n°19 : Comparaison des moyennes des hauteurs des plants de la variété *Citrus Macrophylla* traitée par des différentes doses**

La comparaison des moyennes de croissance en hauteur par plant pour la variété *Citrus Macrophylla* traitée par des différentes doses de NaCl démontre un comportement très variable. La plus grande moyenne est enregistrée lors du traitement par le témoin D1 qui ne contient pas des doses en sels tandis que la plus faible moyenne a été marquée lors du traitement par des eaux d'irrigation contenant la plus forte concentration en sel NaCl (D4).

### I-2-2-b- Citrange Carrizo

Les résultats relatifs aux moyennes des hauteurs des plants pour la variété Citrange Carrizo traitée par les différentes doses D1, D2, D3 et D4, sont illustrés par la figure n°20.



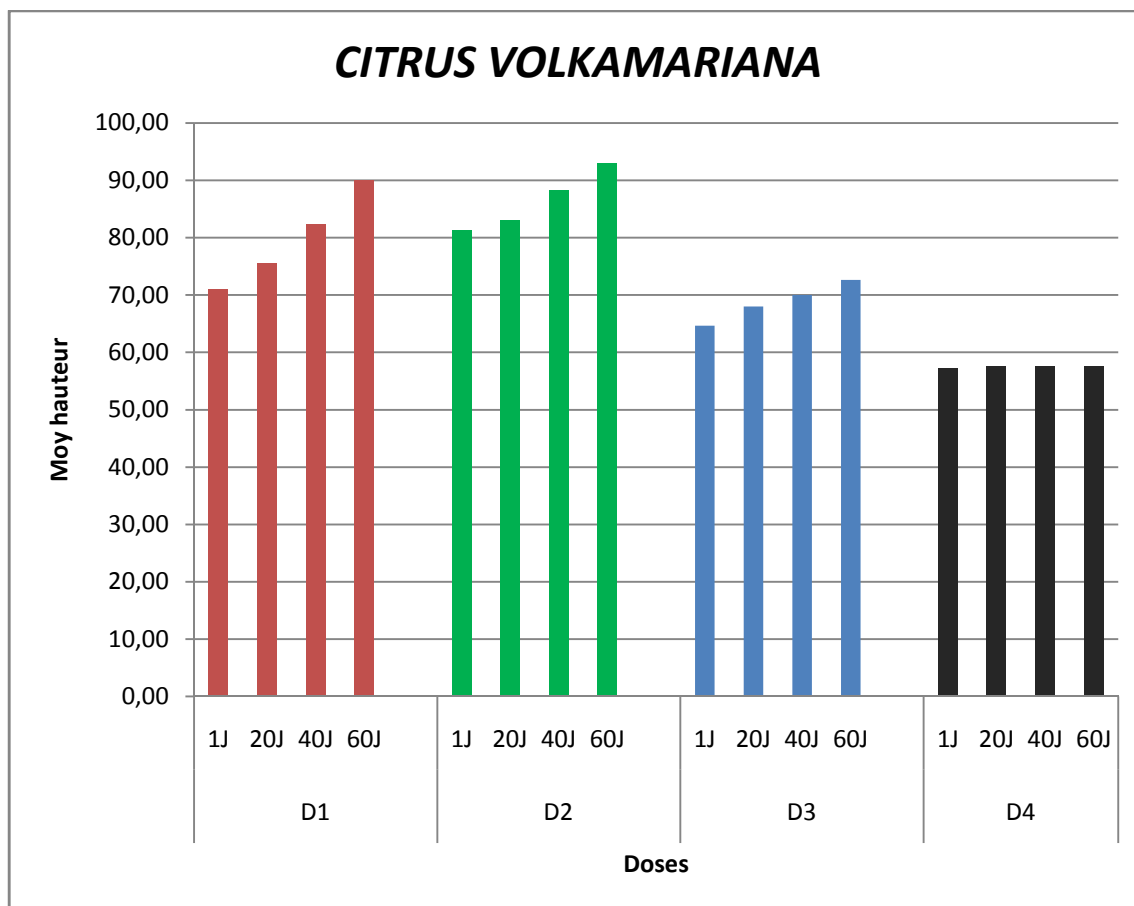
**Figure n°20 : Comparaison des moyennes des hauteurs des plants de la variété Citrange Carrizo traitée par des différentes doses**

Par la comparaison des moyennes de croissance en hauteur par plant pour la variété *Citrange Carrizo* traitée par des différentes doses de NaCl, on peut déduire que cette variété comporte d'une manière différente que le *Citrus Macrophylla* : lors du traitement par le témoin D1 les plants s'accroissent en hauteur, cette croissance devient très ralentie lors du traitement par la dose D2, et devient stagnée lors d'utiliser les doses D3 et D4.

Ceci peut être expliqué par l'affectation de cette variété par les doses en sel dépassant 70 mM NaCl.

### I-2-2-c- *Citrus Volkameriana*

Les résultats relatifs aux moyennes des hauteurs des plants pour la variété *Citrus Volkameriana* traitée par les différentes doses D1, D2, D3 et D4, sont illustrés par la figure n°21.

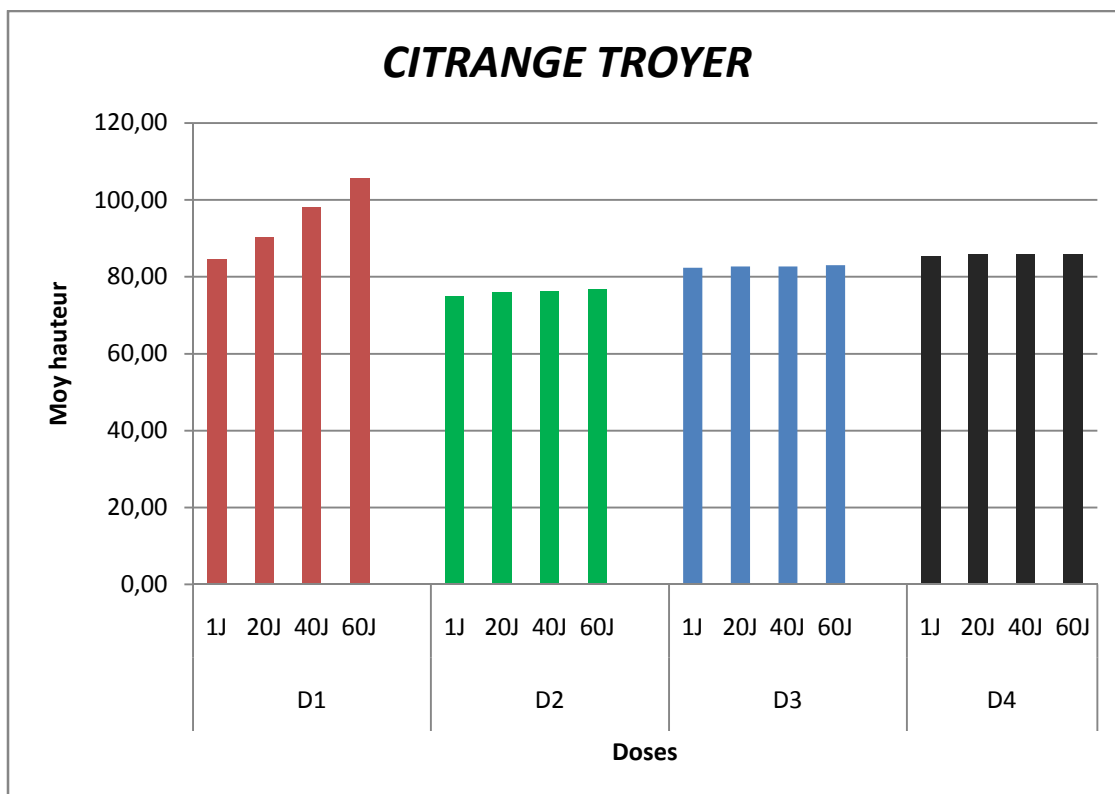


**Figure n°21 : Comparaison des moyennes des hauteurs des plants de la variété *Citrus Volkameriana* traitée par des différentes doses**

La représentation graphique ci-dessus démontre que la variété *Citrus Volkameriana* continue sa croissance en hauteur même avec l'augmentation des concentrations en sel. Pour la dose témoin elle présente une croissance plus rapide par rapport aux D2 et D3, jusqu'à le seuil d'une concentration égale à D4 (120mM NaCl) où la croissance devient stagnée

### I-2-2-d- Citrange Troyer

Les résultats relatifs aux moyennes des hauteurs des plants pour la variété Citrange Troyer traitée par les différentes doses D1, D2, D3 et D4, sont illustrés par la figure n°22.



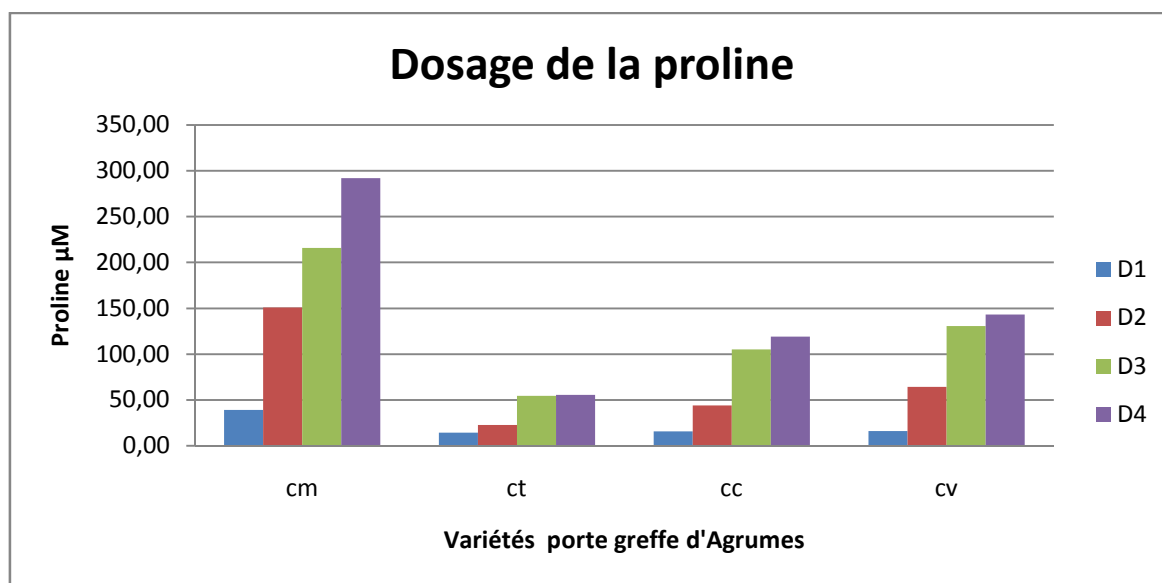
**Figure n°22 : Comparaison des moyennes des hauteurs des plants de la variété Citrange Troyer traitée par des différentes doses**

La comparaison des moyennes de croissance en hauteur par plant pour la variété *Citrange Troyer* démontre que cette variété ne présente une augmentation en croissance en hauteur qu'à l'utilisation de la dose témoin D1 qui présente des concentrations nulles en sel. Lors du traitement de cette variété par les autres doses qui contiennent des doses de plus en plus élevées, les plants ralentissent leur croissance jusqu'à l'arrêt (D4).

## II-Paramètres biochimiques:

### Le dosage de la proline

Les résultats relatifs aux moyennes des doses de la proline pour les variétés objet de la présente expérimentation et qui ont été traitées par les différentes doses D1, D2, D3 et D4, sont représentés dans le tableau n°14 et illustrés par la figure n°23.



**Figure n°23 : Effet des différentes concentrations de NaCl sur la variation des teneurs en proline chez les quatre variétés porte greffes d'Agrumes**

L'analyse des représentations graphiques ressorte que toutes les variétés porte greffes utilisées dans cette expérimentation réagissent au stress salin par la synthèse de la proline. Plus la concentration en sel augmente, plus le plant synthétise et accumule la proline.

La quantité de la proline synthétisée est variable d'une variété à une autre. Les plus grandes concentrations en proline ont été marquées par la variété *Citrus Macrophylla*, suivie par la variété *Citrus Volkameriana*. La variété *Citrangle Carrizo* a occupé la troisième position tandis que la variété *Citrangle Troyer* a présenté les concentrations en proline les plus faibles.

A cet effet, et d'après ces résultats, on peut déduire que le classement des variétés selon leur résistance au stress salin de la plus résistante à la moins



résistante est comme suit : *Citrus Macrophylla*, *Citrus Volkameriana*, *Citrance Carrizo*, *Citrance Troyer*.

Benzahra et Abdelguerfi (2010), signale que le comportement des différents portes greffes dans un même substrat d'une texture bien définie et homogène, n'est pas similaire (**Figure N°02**).

Ils ajoutent ainsi, que le comportement d'association d'une même variété sur des différents portes greffes en matière d'affinité et de rendement plus particulièrement n'est plus identique et présente des variations très remarquables (**Figure N°03**).

# **CONCLUSION**

## CONCLUSION

La salinité est un phénomène complexe qui conduit souvent à un stress osmotique dû à la diminution des quantités d'eau disponible au niveau de la rhizosphère, suite à la réduction de l'aptitude des plantes à absorber l'eau.

Par conséquent, cela provoque une baisse de croissance de la plante stressée, et sa productivité de biomasse végétale.

Les mécanismes de réponse aux stress font intervenir un certain nombre de réactions au sein du processus physiologiques de la résistance au sel. La diversité des effets du sel offre une gamme étendue de critères éco-physiologiques et morphologiques qui peuvent être à la base de tests rapides, utilisables pour une très grande échelle. (Anonyme, 2009).

Nous nous sommes intéressés dans notre travail à la réponse de quatre variétés porte greffes d'Agrumes (*Citrus macrophylla*, *Citrus volkameriana*, *Citrangé carrizo* et *Citrangé troyer*) vis-à-vis des quatre doses croissantes de NaCl, soit **D1= 00 mM/l**, **D2= 35 mM/l**, **D3=70 mM/l** et **D4=120 mM/l**. Les paramètres qui ont été évalués sont le nombre des feuilles par plant, la croissance en hauteur et la concentration de la proline

Globalement, nos résultats montrent un effet dépressif du sel sur les différents paramètres étudiés. Par ailleurs nos résultats montrent une corrélation significative positive entre la teneur de proline et le stress appliqué d'une manière croissante. La proline joue un rôle dans le maintien des pressions sol-vacuole, dans la protection des membranes et des systèmes enzymatiques. Ainsi qu'un régulateur du pH. (Alem et Ameri ,2005).

D'après ce qu'on a remarqué dans notre étude, c'est la variété *Citrus macrophylla* qui a accumulé plus de proline et une croissance en hauteur la plus levée et un nombre plus élevé de feuilles dans le milieu plus stressé (120mM/l de NaCl) par rapport aux autres variétés. En effet, L'ensemble des données obtenues montre que les quatre variétés étudiées présentent des comportements qui peuvent être différents en termes de réponse au stress salin. Et la variété *Citrangé troyer* a marqué les moyennes les plus faibles pour l'ensemble des paramètres étudiées.

Les résultats aux quelles nous nous somme parvenu ; demeurent partielle mais contribuent forcément à l'enrichissement des travaux visant à déterminer et choisir un matériel végétal à capacité de tolérance au stress salin plus prononcé.

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

**REFERENCES**

**BIBLIOGRAPHIQUES**

## Référence Bibliographique

- ALEM C et AMERI, 2005- Importance de la stabilité des membranes cellulaire dans la tolérance à la salinité chez l'orge. Bio Alliance. Canada Morocco Vol.4, N°1: p20-31.
- Ashraf M et Harris, 2004.Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. plant Sci, 166.3-6
- ASPINALL, D., AND PALEG, L.G. (1981).Praline accumulation:
- AUBERT G., 1982- les sols sodiques en Afrique du nord .Cahier O.R.S.T.O.M .Service Pédologie : 194
- Bernstein L., 1963.Osmotic adjustment of plants to salin media. Dynamic phase.Amer. J.Bot. 50,360-370
- Bitters W.P., 1986. Citrus rootstocks : their characters and reactions. UC Riverside Science Library. 236p.
- CARCELLER J, 1995- Proline and the export of N compounds from senescing leaves of Maize under water stress. INRA, Inter drought VI.
- CHUNYANG L and KAIYUN W., 2003 – Differences in drought responses of three contrasting Eucalyptus micro the ca F. Mull. Populations. Uni of Helsinki. Finland. Forest Ecology and Management. 179, p 377- 385.
- Conacher A.J. Sala M., 1998-Land degradation in Mediterranean environment of the world: Nature and causes and solutions, in; Conacher A.J., Sala M (Eds), NewYork-Wiley, p.491.
- Duportal M., Jorda E., Sanchez C., Imbert E., Loeillet D., Vannièrè H. 2013. Citron. *Fruit op* (h.s. FOCUS). CIRAD, Montpellier. 141p.
- DurandJ.H., 1958.Les sols irrigable. Etude pédologique. S.E.S. Alger, p.198.
- Escartin I. (2011). Guide des agrumes. Fondation d'entreprise pour la protection Et la valorisation du patrimoine végétal. L'Institut Klorane.
- F.A.O., 1974, Definitions of soils units for the soil map of the world.Bull.33.72p.
- FAO, Rome. (2001).La foresterie urbaine et périurbaine.
- FAO., 2013. FAOSTAT <http://faostat3.fao.org/home/E>.
- FAOSTAT (2011) <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. FAO Statistique Loussert, R. (Ed.). 1989. Les agrumes. 2-Production. Techniques agricoles méditerranéennes. Paris.

- Ferhat M.A., Meklati B.Y. et Chemat F., 2010 – Citrus d’Algérie: les huiles essentielles et leurs procédés d’extraction .ED. OPU, n°5130. Alger. 157 p.
- FLOWERS TJ. TROKE PF., YEO AR 1977- The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Annual Review of Plant Physiology* 28, 89–121. doi:10.1146/annurev.pp.28.060177.000513
- Georges AUBERT pédologie appliquée, paris, Masson, 1980.
- GREENWAY H., MUNNS R., 1980-. Mechanisms of Salt tolerance in non-halophytes. *Ann. Revu. Plant Physio* 31, p. 149–190.
- Gregory.,2005-Écophysiologie de semis de conifères ectomycorhizés en milieu salin et sodique.Thèse de mémoire.Université Lava canada. Chapitre 1.
- Halitim A., Robert M, Tessier D., Prost R, 1984 –Influence de cations échangeables (Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>) et de la concentration saline sur le comportement physique (rétention en eau et conductivité hydraulique)de montmorillonite. *Agronomie*, vol.4,p. 451-459.
- HELLER R., ESNAULT R., LANCE C., 1998- Physiologie végétale. Tome1. Nutrition. 6ème édition, DUNOD, Paris: 134- 135.
- HOPKINS. W.G., 2003 : Physiologie végétale. Traduction de la 2ème édition américaine par SERGE R. Ed. De Boeck, p 66-81.
- HOPKINS. W.G., 2003 : Physiologie végétale. Traduction de la 2ème édition américaine par SERGE R. Ed. De Boeck, p 66-81.
- Keren R., 2000 .Salinité, Sumner M.E. Ed .Livre de science du sol. pp. 3-25.
- LEVIGNERON A., LOPEZ F.,VANSUYT G., BERTHOMIEU P., FOURCROY P., CASSE-DELBART F., 1995- Les plantes face au stress salin. *Cahiers Agricultures*.4 (4): 263-273.
- Levitt J., 1980. Responses of plants to environmental stresses. Water radiation, salt and others stresses. Academic Press, New York, 2: 365- 406.
- LIGNOWSKIE.M and PLITTSTOESSER; 1971- Arginine synthesis, Proline synthesis and related process. In JHON et THOMPSON. Ed: the biochemistry of plants 25: p.225-229.
- LUTTGE U., KLUGE M., BAUER G., 2002- Botanique. 3ème édition, Tec et Doc Lavoisier, Paris: 439- 450
- MAAS E. V et POSS J.A., 1989: Salt sensitivity of wheat at different growth stages. *Irrig. Sci.* pp29-40.
- MAILLARD J., 2001 : Le point sur l’Irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne. Risques et recommandations. Handicap International. Novembre 2001, 34 p.

- Maniguet, M. (2003). Les pays secs environnement et développement. Ellipse Edition marketing. Paris. P (24-32).
- MORRIS LC., THOMPSON J F and JOHNSON CM., 1969- Metabolism of glutamic and N-acetyl glutamic acid in leaf discs and cell-free extracts of higher plants. *Plant Physiology*, 44: p. 1023-1026.
- MUNNS R et al. 1983 : Halotolérante eucaryotes. In *Physiological Plant Ecology. III. Responses to the Chemical and Biological Environment. Encycl. Plant Physiol.*, pp. 59- 135 New Series, Vol. 12C. Springer, Berlin.
- MUNNS R et RAWSON H.M., 1999: Effect of salinity on salt accumulation and reproductive development in the apical meristem of wheat and barley. *Aust. J. Plant Physiol.* pp459-464.
- MUNNS. R., JAMES. R. A., LAUCHLI. R., 2006: Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of Expérimental Botany*; 57 (5): 1025-1043.
- Naidu, B.P., D.F. Cameron Et S.V. Konduri(1998). Improving Drought Tolerance Of Cotton By Glycine Betaine Application And Selection. *Proceedings Of The Australian Agronomy Conference, July 20-23, 1998, The Australian Society Of Agronomy, Australia.*
- Ollittraut P, Froelicher Y, Dambier D & Seker M (2000) Rootstock breeding by somatic hybridization for the Mediterranean citrus industry. *First international citrus biotechnology symposium, Acta Horticulturae*, 535 (Abstract)
- Ommamie.N. 2005-Reponse of Amaranth to salinity. These of Ph.D. Horticulture.University of Pretoria, chapter1, p5-20, chapter6, P1. *Physiological aspects. In The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants* (L.G.Paleg and D. Aspinall, eds.), pp.205-241. (Academic Press: Sydney.)
- Pra Ioran, J. C., (1971) *Les Agrumes. Techniques agricoles et Productions tropicales.* R. Coste, G. P. Maisonneuve et Labrouste. Paris, France. 565p.
- Saidi J., 2004.Influence de la phase saline sur les propriétés physiques des matériaux argileux du bas Cheliff. Thèse de Doctorat d'Etat en science Agronomiques .Spécialité science du sol.181p.
- SANNADA Y., UEDA H., KURIBAYASHI K., ANDOH T., HAYASHI F., TAMAI N and WADA K., 1995-Novel light- dark change of Proline levels in halophyte and glycophyts leaves and roots under salt stress *Plant Cell* 36: p.965-970.



- Singh, T.N., D. Aspinall, L.G. Paleg Et S.F. Boggs (1973). Stress Metabolism. li. Changes In Proline Concentration In Excised Plant Tissues. *Aust. J. Biol. Sci.*, 26: 57-63.
- STEWART, J. M., KRUGER, G. J., AMMON, H. L., DICKINSON, C. & HALL, S. R. (1977): The X-ray system of crystallographic programs. *Univ. Maryland Computer Sci. Dep.* TR-192.
- SUN F et al., 2007: Salt Modulates Gravity Signaling Pathway to Regulate Growth Direction of Primary Roots in Arabidopsis. *Plant Physiol.* pp178-188.
- Szablocs I., 1989-Salt-affected soils, CRC press Inc. Florida.274p.
- USDA, National Agricultural Statistics Service, 2016. In: <https://www.nass.usda.gov/>.
- ZID, E. ET GRIGNON, C. (1991). Les tests de sélection précoce pour la résistance des plantes au stress. Cas des stress salin et hydrique. Dans : L'Amélioration des Plantes pour l'Adaptation aux Milieux Arides. Ed. AUPELF-UREF, John Lib by Euro text, Paris, pp. 91-108.

# **ANNEXES**

Figure N°02 : Comportement de la masse racinaire de deux portes greffes (*Citrumelo swingel* 1452 et *Poncirus trifoliata*) dans le même type du sol. (Benzahra M. Abdelguerfi Y., 2010).

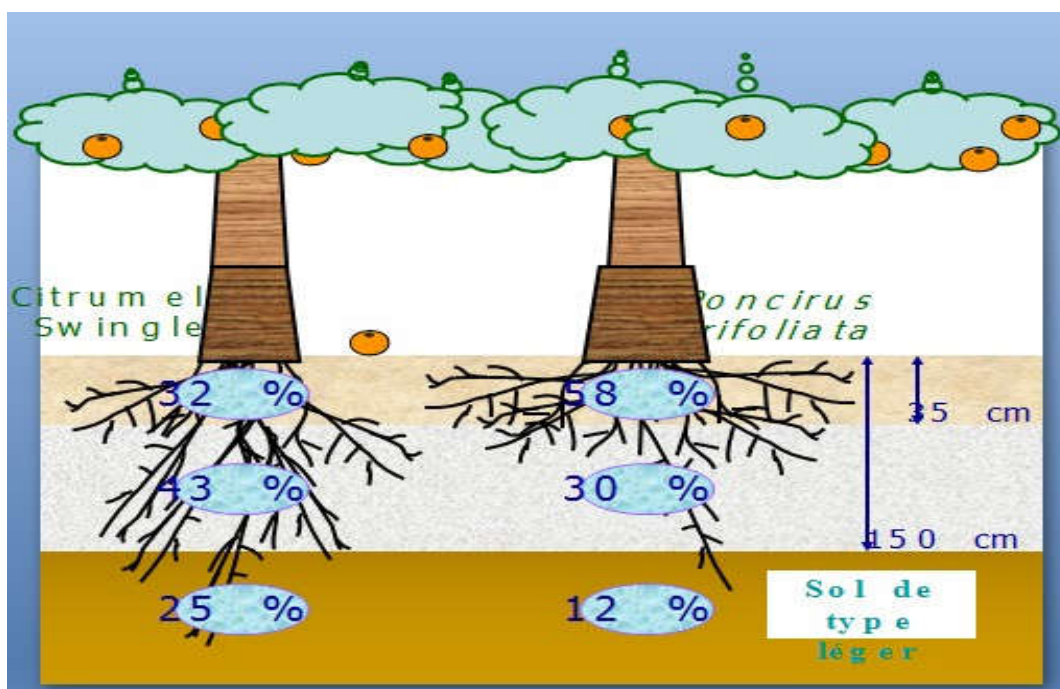
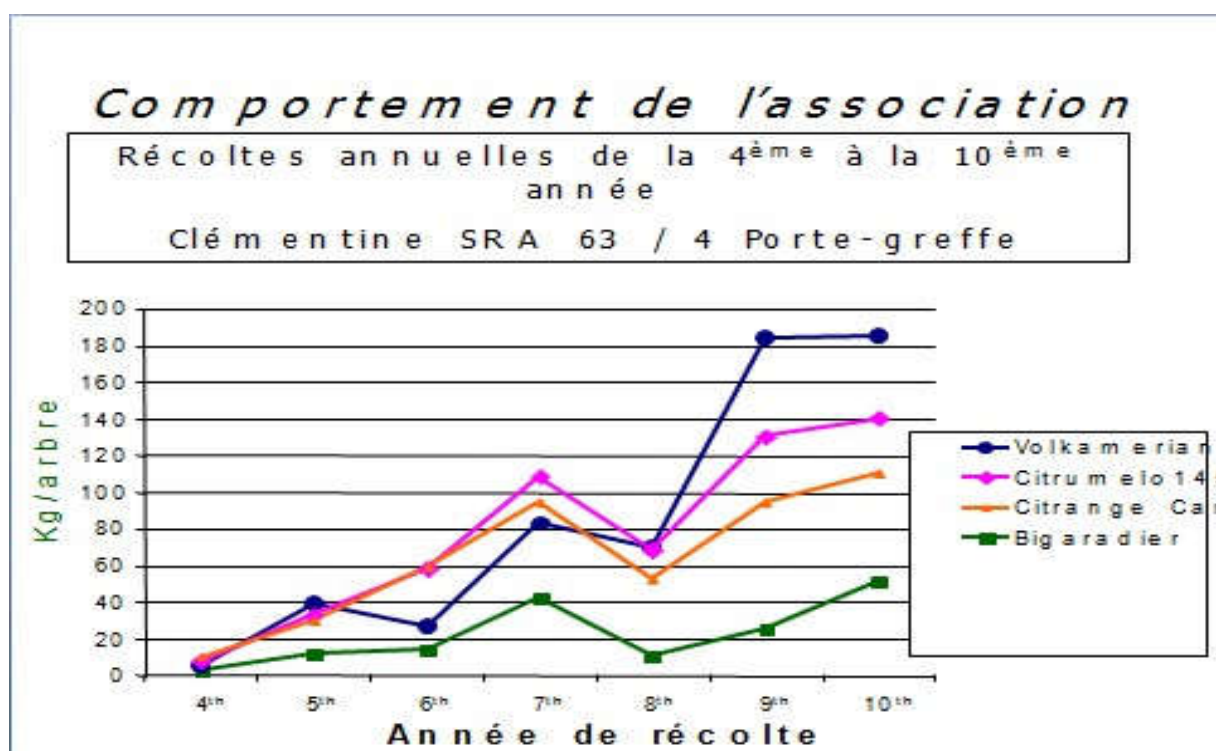
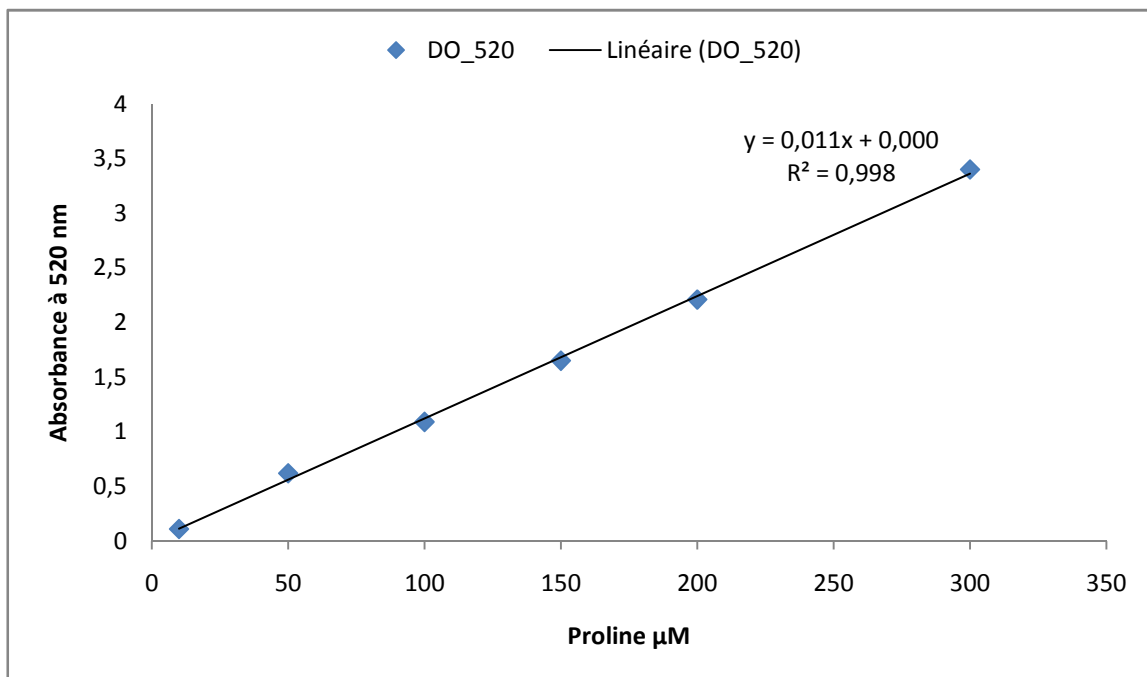


Figure N°03 : Comportement de l'association de la variété Clémentine SRA 63 sur quatre portes greffes (Benzahra M. Abdelguerfi Y., 2010).





**Figure N°6** : Courbe d'étalonnage de la proline

**Tableau n°6: Moyenne de nombre des feuilles par plant avec traitement par la dose D1=00 mM NaCl**

Variété \ Jour	Jour			
	J1	J20	J40	J60
Citrus Macrophylla	135,00±14.8	160,33±16.29	189,67±17.62	196,67±16.26
Citrangle Carrizo	59,67±12.66	65,00±13.08	86,00±8.19	94,33±8.02
Citrus Volkameriana	33,33±11.24	43,67±12.70	47,67±15.04	56,67±18.56
Citrangle Troyer	53,33±18.15	63,67±24.13	69,00±23.58	75,00±24.25

**Tableau n°7: Moyenne de nombre des feuilles par plant avec traitement par la dose D2=35 mM NaCl**

Variété \ Jour	Jour			
	J1	J20	J40	J60
Citrus Macrophylla	80±5.57	87,33±3.78	100,67±7.64	112,67±16.5
Citrangle Carrizo	41,33±6.66	43,66±4.73	43,33±6.81	46,00±5.57
Citrus Volkameriana	30,33±8.51	38,00±13.0	41,33±12.74	44,00±12.74
Citrangle Troyer	45±15.72	39,00±16.09	31,00±13.75	23,00±9.65

**Tableau n°8: Moyenne de nombre des feuilles par plant avec traitement par la dose D3=70 mM NaCl**

Variété \ Jour	Jour			
	J1	J20	J40	J60
Citrus Macrophylla	49,33±26.73	60,33±30.99	61,00±28.58	62,00±23.64
Citrangle Carrizo	35,67±2.31	21,67±1.53	15,33±1.15	8,00±2.65
Citrus Volkameriana	33,33±14.50	37,00±15.52	39,00±15.52	34,33±7.37
Citrangle Troyer	35,00±3.0	27,67±1.53	21,33±3.22	16,33±2.51

**Tableau n°9: Moyenne de nombre des feuilles par plant avec traitement par la dose D4=120 mM NaCl**

<div style="text-align: center;">                     Jour                      Variété                 </div>	J1	J20	J40	J60
Citrus Macrophylla	40,33±8.50	40,00±16.70	43,67±16.17	45,67±16.17
Citrance Carrizo	38,67±2.31	29,33±3.21	16,67±3.06	5,00±4.58
Citrus Volkameriana	36,00±16.82	27,33±9.71	21,67±7.61	16,00±4.0
Citrance Troyer	42,00±3.0	23,66±4.72	14,33±4.04	2,33±2.08

**Tableau n°10: Moyenne des hauteurs des plants avec traitement par la dose D1=00 mM NaCl**

<div style="text-align: center;">                     Jour                      Variété                 </div>	J1	J20	J40	J60
Citrus Macrophylla	83,33±6.35	88,67±4.93	96,33±6.43	111,00±8.72
Citrance Carrizo	86,33±6.66	88,33±5.51	93,33±3.79	99,33±2.89
Citrus Volkameriana	71,00±7.0	75,67±5.51	82,33±6.11	90,00±6.56
Citrance Troyer	84,67±6.65	90,33±8.96	98,00±9.64	105,67±10.12

**Tableau n°11: Moyenne des hauteurs des plants avec traitement par la dose D2=35 mM NaCl**

<div style="text-align: center;">                     Jour                      Variété                 </div>	J1	J20	J40	J60
Citrus Macrophylla	53,67±2.52	61,00±3.61	72,67±2.08	88,00±3.61
Citrance Carrizo	83,33±4.51	84,67±4.51	86,67±4.51	88,67±3.51
Citrus Volkameriana	81,33±7.51	83,00±12.12	88,33±7.51	93,00±8.54
Citrance Troyer	75,00±11.53	76,00±11.54	76,33±11.93	76,67±11.37

**Tableau n°12: Moyenne des hauteurs des plants avec traitement par la dose D3=70 mM NaCl**

Variété	Jour			
	J1	J20	J40	J60
Citrus Macrophylla	37,67±1.15	41,33±0.58	56,67±15.89	61,33±15.31
Citrangle Carrizo	87,33±5.69	88,33±6.70	89,00±6.56	89,33±7.02
Citrus Volkameriana	64,67±6.51	68,00±6.0	70,00±7.55	72,67±9.50
Citrangle Troyer	82,33±4.93	82,67±4.61	82,67±4.62	83,00±4.35

**Tableau n°13: Moyenne des hauteurs des plants avec traitement par la dose D4=120 mM NaCl**

Variété	Jour			
	J1	J20	J40	J60
Citrus Macrophylla	43,67±10.97	46,67±10.58	59,67±15.89	61,67±11.37
Citrangle Carrizo	78,67±8.08	79,33±7.57	81,33±10.21	81,67±10.79
Citrus Volkameriana	57,33±5.51	57,67±5.77	57,67±5.77	57,67±5.77
Citrangle Troyer	85,33±3.21	86,00±4.35	86,00±4.35	86,00±4.35

**Tableau N°14 : Effet des différentes concentrations de NaCl sur la variation des teneurs en proline chez les quatre variétés porte greffes d'Agurmes**

Variété	Dose			
	D1	D2	D3	D4
Citrus Macrophylla	39,15±0.11	150,88±0.46	215,91±0.67	291,94±0.19
Citrangle Carrizo	15,76±0.01	44,00±0.04	105,15±0.08	119,21±0.29
Citrus Volkameriana	16,24±0.01	64,24±0.12	130,61±0.20	143,33±0.08
Citrangle Troyer	14,27±0.03	22,85±0.05	54,55±0.55	55,52±0.55

