

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministre de l'éducation supérieur et de  
la recherche scientifique

جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة  
Université 20 Aout 1955 Skikda

Faculté de Science  
Filière Science Agronomique  
Département : d'Agronomie



كلية العلوم  
شعبة علوم الفلاحة  
قسم: الفلاحة

Spécialité : Science du Sol

## Mémoire de Fin D'étude

Envue de l'obtention du diplôme de Master en Science Agronomique

### Thème

Etude Comparative entre trois variétés de porte-greffes élevés sur  
différents substrat de culture au niveau

l'ITAFV - Emdjez Eddechiche

Présenté par :

- NINI Imen
- DJAMAI Yamina
- LAATIK Ibtissem

Devant le Jury :

LARIT Sabah	MCB	Présidente
BELAIDI Abdelouahab	MAA	Encadreur
BALA Sahima	MCB	Examinatrice

Année universitaire 2021/2022

## *Dédicaces*

*Merci Allah (Mon dieu, de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la forced'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire « Ya Kayoum»*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A celui qui m'appris la joie et la plaisir du succès à celui qui la vie ne m'a pas donné une longue vie A*

### *Mon père*

*A l'âme qui m'a toujours voulu à mes cotes en ce moment*

*A celui qui exprime amour et gratitude pour ce qu' elle m'a donné pour être présent en ce lieu A*

### *Mon mère*

*A ceux qui sont mon soutien et avec qui ma joie est complet mes frère et sœur :*

*Salah et sa femme*

*Tahar et sa femme*

*Youcef et sa femme*

*Mahdi et sa femme*

*Saliha et son mari*

*Sana et son mari*

*Malek*

*Sauad*

*Aux fruits mes frère et sœur leur fils et filles :*

*Hachem Ahmed Mohamed*

*Samiha Samar Hanin*

*Islam Chihab Lokman Iyed*

*Amira Aya Chiraz Razan*

*Abd Eljalil Salah eddine*

*rahma alaa Khatima*

*Yacine Mohamed Taha Amin*

*Sara Djihan Sojoud*

*Asir Aous*

*Mayar*

*Aux plus belles âmes qui nous ont quittés ma nièce A FATEN*

*A décédas du cœur à mon ami Yousra et Ibtissem et Yamina et mes collègues et confrères qui m'ont soutenu dans la réalisation de mémoire*

*Décédas à mon encadreur Mrs Belaidi Abd Al ouahab qui a eu le grand mérite d'avoir terminé cette mémoire*

*A tous les promos 2021-2022*

*A tout ceux qui contribué de près ou de loin a la réalisation de ce travail*

***Imen***

## *Dédicaces*

*Merci Allah (mon dieu), de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la forced'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire "ya kayoum".*

*Je dédie ce modeste travail*

*A l'homme que je chère le plus au monde.*

*Amon chère père "Mohamed", que dieu lui fasse miséricorde.*

*A ma très chère mère "Touiker Saliha": tu as toujours été présente à mes côtés, tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, tes conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite.*

*Amon mari "Badre Eddine Lemradji", ma chère fille "MalaK" et mon chère fils "Nidal".*

*A ma chère sœur "Alima", son mari et sa fille "Alla".*

*A ma chère sœur "Nour El Houda", son mari et ses filles "Sirin" et "Dania".*

*Amon chère grand-père "Ali", et ma chère grand-mère "Fatma".*

*A ma grande famille: je cite en particulier mon oncle "Mohamed", mes tantes: "Houria", "Fatima", "Samia" et "Nadira", ainsi que mes petits cousins et cousines.*

*A la mère de mon mari "Safia", et au père dès mon mari "Mohamed"*

*A tout la famille de mon mari, sœurs et frères.*

*Amon encadreur M" Blaidi Abdelouahab".*

*A la plus belle amie: "Imen", "yamina".*

*Sans oublier la promotion 2021-2022.*

*A tout ceux qui contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

**IBTISSEM**

## *Dédicaces*

*Ce modeste travail, achevé avec l'aide du BON DIEU le tout puissant,  
est dédié à tous ceux j'aime*

*Je dédie ce modeste travail*

*A celle qui m'a aidé et réconforté pendant les  
moments durs A celle qui m'a rendue la*

*Agréable à sa douceur et affection A ma formidable  
mère « DAOUIA ».*

*A l'homme que je chère le plus au monde*

*A l'homme qui m'a aidé et soutenu durant*

*toute ma vie A mon père « RACHID »*

*A mes sœurs : Douniz, Meriem, Ramia*

*A ma sœur Haizia et son mari Khaled*

*A mon frère Khaled*

*A mon frère Radouan et sa femme Samira et*

*sa fille Mélina ; et son fils Maminou*

*A mon frère Tarek et*

*Sa femme Nejwa et*

*Ses fils Atef, Lekmen, Assil*

*A mon oncle Mohamed SGhir et toute sa*

*famille : Sabrina ; Hani*

*A mon oncle Abd Nour et toute sa famille*

*A Mes tantes : Zabida et Fatiha*

*A mon tonton Salah et toute sa famille*

*A toute la famille Djamai et Boulemtafes  
petits et grands*

*A la plus belle amie :*

*Ibtissem ; Imen ; Houda ; Salima ; Amina ;  
Bechra ; Sara ;*

*A mon encadreur M Bealaidi Abdelouahab*

*Sans oublier la promotion 2021-2022*

*A tous ceux qui contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

**YAMINA**

# REMERCIEMENTS

*Avant tout nous adresse mes remerciements à ELLAH, le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donnée durant toutes ces longues années d'études et pour la réalisation de ce travail nous espérons être utile.*

*Il est agréable au moment de présenter ce travail d'adresser nos remerciements à nous promoteur Mr. BELAIDI Abdelouahab , Maitre de conférences au département d'agronomie de l'université de Skikda qui a bien voulu dirigé ce travail, pour tous ses conseils, ses encouragements et la correction du manuel. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance.*

*Nous remercions tous les techniciens des laboratoires en particulier :*

***BOUKOFFA S, BOUGHANDJIOUA R, KAOUNE N***

*Nos remerciements vont à tous les personnels de la pépinière de ITAF V en particulier : BOUSBOULA BOUKHMIS ET BOUGHAZI AHMED (Injénieur de la pépinière)*

*Mme LARIT d'avoir bien accepté de présider le jury de soutenance, Mme BALA avoir bien accepté d'examiner ce modeste travail*

*Nous tenons également à exprimer notre remerciement à tous mes enseignants du Département d'Agronomie de l'Université 20 Aout 1995*

*Nous tenons à remercier également le responsable de L'ITAF V*

***Nous tenons à remercier également INGENIEUR LA SUBDIVISION AGRICOLE DE SIDI MEZGHICHE***

*Et enfin, nous exprimons notre gratitude en quelques mots à toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou loin, pour terminer ce travail.*

***Melle NINI IMEN et Melle DJAMAI YAMINA ET Mme LAATIK IBTISSEM***

## Liste des abréviations

---

I T A F V:	Institut technique des arbres fruitiers et de la vigne.
D S A:	Direction des services agricoles.
pH :	Potentiel hydrogène.
C T V:	citrus tristeza virus.
Q x :	Quintaux.
ha :	Hectare.
°C :	Degré Celsius.
CEC:	Capacité d'échange cationique.
MO:	Matière Organique.
CE:	Conductivité électrique.
C/N:	Le Rapport Carbone azote.
m:	mètre.
Cm:	Centimètre.
% :	Pourcentage.
Da :	Densité apparente.
Dr :	Densité réelle.
g/l :	Gramme par litre.
g/ cm <sup>3</sup> :	Gramme par Centimètre cube.
m <sup>2</sup> :	mètre carré.
F A O:	Food and Agriculture Organisation.
CPM :	Champ pied de mère.
PAB :	Parc A Bois.
Méq/kg:	milli équivalent par kilo gramme
D	taux de germination à semaine

## Liste des figures

---

<b>Figure 01:</b> Origine et dispersion des agrumes dans le monde	<b>04</b>
<b>Figure 02:</b> Classification et origine génétique des <i>Citrus</i> cultivés	<b>06</b>
<b>Figure 03:</b> Arbre d'oranger	<b>06</b>
<b>Figure 04:</b> Représentations schématisées de types de feuilles	<b>08</b>
<b>Figure 05:</b> Fleur d'oranger	<b>09</b>
<b>Figure 06:</b> Fleur de citronnier	<b>09</b>
<b>Figure 07:</b> Fleur de mandarinier	<b>09</b>
<b>Figure 08:</b> Fleur de clémentinier	<b>09</b>
<b>Figure 09:</b> Origines géographiques et diffusion des agrumes dans le monde	<b>13</b>
<b>Figure 10 :</b> Symptômes de la carence en magnésium sur les feuilles	<b>20</b>
<b>Figure 11 :</b> Le virus de la tristeza des agrumes	<b>23</b>
<b>Figure 12 :</b> Dégâts de la gommose parasitaire sur les troncs racines et branches	<b>24</b>
<b>Figure 13:</b> L'homogénéité entre les principaux composants du substrat	<b>29</b>
<b>Figure 14:</b> propriétés essentielles des substrats de culture	<b>41</b>
<b>Figure 15:</b> station d'étude	<b>48</b>
<b>Figure 16:</b> graines de différents porte greffes utilisés	<b>54</b>
<b>Figure 17:</b> préparation des substrats	<b>56</b>
<b>Figure 18:</b> protocole expérimental	<b>56</b>
<b>Figure 19:</b> arrosage des graines	<b>56</b>
<b>Figure 20:</b> protection des graines	<b>57</b>
<b>Figure 21:</b> levée des semis	<b>57</b>
<b>Figure 22:</b> mesure la hauteur de plante	<b>58</b>

## Liste des tableaux

<b>Chapitre I</b>	
<b>Tableau 01:</b> Composition variétale des agrumes en Algérie	<b>13</b>
<b>Tableau 02 :</b> Les espèces agrumicoles cultivées au niveau de Skikda	<b>14</b>
<b>Tableau 03 :</b> superficies et production des agrumes dans la wilaya de Skikda	<b>16</b>
<b>Tableau 04 :</b> superficies et production des agrumes dans la ferme pilote	<b>16</b>
<b>Tableau 05:</b> Distances de plantation des agrumes	<b>18</b>
<b>Tableau 06 :</b> Principaux ravageurs des agrumes (Mejdoub, 2014)	<b>26</b>
<b>Chapitre II</b>	
<b>Tableau 07:</b> Répartition des différents types de texture en fonction des classes de Texture	<b>30</b>
<b>Tableau 08 :</b> Echelle de classification du Ph de la solution du sol	<b>34</b>
<b>Tableau 09:</b> Le rapport C/N des principaux matériaux de base des substrats...	<b>34</b>
<b>Tableau 10 :</b> Classe d'appréciation des sols d'après la quantité de base échangeable	<b>35</b>
<b>Tableau 11:</b> Classification des sols en fonctions de la CE et de la somme des anions	<b>36</b>
<b>Tableau 12:</b> Classe d'appréciation pour le phosphore assimilable	<b>39</b>
<b>Chapitre III</b>	
<b>Tableau 13:</b> Composition variété de culture en ITAFV	<b>49</b>
<b>Tableau 14:</b> Caractéristique et propriété de variété de volka	<b>51</b>
<b>Tableau 15:</b> Caractéristique et propriété de variété de carrizo	<b>53</b>
<b>Tableau 16:</b> Composition et dénomination des modalités testées	<b>55</b>
<b>Chapitre IV</b>	
<b>Tableau 17:</b> Résultats des analyses chimiques des substrats	<b>59</b>
<b>Tableau 18 :</b> Normes d'interprétation du pH de la solution du sol	<b>59</b>
<b>Tableau 19:</b> Echelle de salure Européenne (GROS, 1979)	<b>59</b>

## Liste des tableaux

---

<b>Tableau 20:</b> Normes d'interprétation pour la C.E.C	<b>60</b>
<b>Tableau 21 :</b> Résultats des analyses physiques des substrats	<b>60</b>
<b>Tableau 22:</b> Normes interpretation de la matière organique selon ( <b>SCHAFFER, 1975</b> )	<b>61</b>
<b>Tableau 23:</b> Répartition des différents types de texture en fonction des classes de textures	<b>61</b>

# **Table des matières**

## Table des matières

---

<b>Dédicace</b>	
<b>Remerciements</b>	
<b>Liste des abréviations</b>	
<b>Liste des figures</b>	
<b>Liste des tableaux</b>	
<b>Table des matières</b>	
<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre 01 : généralités sur les agrumes</b>	<b>3</b>
1. Origine et historique	<b>3</b>
2-Taxonomie et systématique des agrumes	<b>4</b>
3-caractéristiques botanique des agrumes	<b>6</b>
3.1-La partie souterraine	<b>7</b>
3.2-La partie aérienne	<b>7</b>
4-Les exigences des agrumes	<b>10</b>
4.1. Les exigences climatiques	<b>10</b>
4.2-Les exigences édaphiques	<b>12</b>
4.3-Exigence en altitude	<b>12</b>
5-Répartition des agrumes	<b>12</b>
5.1- dans le monde	<b>12</b>
5.2- en Algérie	<b>13</b>
5.3- Dans de la wilaya de Skikda	<b>14</b>
6. La production des agrumes	<b>15</b>
6 .1-Dans le monde	<b>15</b>
6.2-En Algérie	<b>15</b>
6.3- Les agrumes dans la wilaya de Skikda	<b>15</b>
7 .Le Cycle biologique des agrumes	<b>16</b>
8-La multiplication des agrumes	<b>17</b>
9-La plantation des agrumes	<b>17</b>
9.1 -La taille des agrumes	<b>18</b>
10. Les ennemies et les maladies des agrumes	<b>19</b>
10.1-les maladies des agrumes	<b>19</b>

## Table des matières

---

10.1.1–Les maladies non parasitaires	19
10.1 .2-Les maladies parasitaires	21
10.1.3-Les maladies virales	22
10.1.4-Les maladies fongiques	23
10.2-Les ravageurs des agrumes	26
<b>Chapitre II : Etude de substrat de culture</b>	<b>27</b>
1- Définition d'un substrat de culture	27
2-Choix de substrat	27
3-Les fonctions du substrat	27
4-Nécessité du mélange du substrat	27
5-Les substrats de culture utilisés dans les pépinières	28
6-Les propriétés des substrats de cultures	29
6-1-Les propriétés physico-chimiques du substrat	29
6-1-Propriétés physiques	30
6-2-Les propriétés chimiques	33
6-3-Le éléments nutritifs	37
6-4-Les éléments majeur	38
6-5-Les oligo-éléments	40
7-Classification des substrats	41
8-Les types du substrat de culture	41
8-1-Les matériaux organiques	42
8-1-1-Les matériaux organiques naturels	42
8-2-Les matériaux organiques d'origines urbaine	43
8-3-Les matériaux minéraux	43
8-3-1-Les matériaux minéraux naturels	43
8-3-2-Les matériaux minéraux expanses	44
9- Le bon substrat	45
10-L'humidité du sol	45
<b>Chapitre III : Matériel et méthodes</b>	<b>48</b>
1-présentation de station d'étude	48
1-1-Coordonnées géographique	48

## Table des matières

---

1-2- Localisation	48
1-3-Etude du milieu	48
1-3-1-Caractéristiques du climat	48
1-3-2-Caractéristiques du sol	48
1-4- Plan de parcelle	49
2-Matériel utilise	49
2.1-Matériel végétal	49
2-1-1-Choix des variétés	49
2.2-Matériel de la serre	54
3- méthode suivie	54
3-1-Préparation des substrats	54
3-2-Protocole expérimental	56
3-3-Semis	56
3-4-Arrosage	56
3-5-Protection des semis	57
4- Mesures et observations sur les plants	57
4-1-La levée des semis	57
4-2-Caractères morphologiques des plants	58
4-2-1-Hauteur des plants	58
<b>Chapitre IV : Résultats et discussions</b>	<b>59</b>
<b>Conclusion</b>	<b>64</b>
<b>Références Bibliographiques</b>	<b>65</b>
<b>Annexes</b>	<b>72</b>
<b>Résumé</b>	

# **Introduction**

## Introduction

---

La culture des arbres fruitiers fait partie de la vie économique et sociale, et les agrumes sont un fruit mondial aux bienfaits nutritionnel et médicinaux, les agrumes sont économiquement importants en termes de valeur monétaire, et ils représentent le groupe de fruits le plus important dans le commerce international (Loussert, 1989).

La production a dépassé 105 millions de tonnes dans la période entre 2000 et 2004, les agrumes atteignent à l'échelle mondiale, ce qui leur confère une grande valeur économique, ils sont d'une importance économique.

Ils génèrent un gros revenu en les commercialisant sous forme de fruits et de divers dérivés comme le jus, la confiture, etc.

Dans la région méditerranéenne, les conditions climatiques permettent l'exploitation d'un grand nombre d'arbres fruitiers (Rihani, 1991). Les agrumes dans cette région jouent un rôle important et essentiel dans l'alimentation, la santé humaine, l'industrie agro-alimentaire et les revenus économiques grâce à l'exploitation (Biche, 2012).

De par sa situation géographique, son climat et la qualité de sa production, l'Algérie peut occuper une bonne position sur les marchés mondiaux. En effet le pays producteurs d'agrumes du bassin méditerranéen lors de l'accession à l'indépendance du pays en 1960, où les agrumes représentaient 20% de la production agricole et après vingt ans ont pris de la valeur en Algérie (Mutin, 1977 in Biche et al. 2012).

L'agrumiculture algérienne est répartie principalement dans trois régions importantes du pays toutes situées au nord: la région ouest, la région centre et la région est, où sa production s'étend de manière significative dans ces régions: Annaba, Mostaganem, Skikda, Oran, Jijel, Guelma (Anonyme, 1998).

En Algérie, l'état actuel des verges agrumicoles est réoccupant ; peuplement arrivés au terme de leur exploitabilité et faible rendement à l'hectare, d'où la nécessité absolue de mener des actions de rénovation de ces verges.

La reprise des plants après plantation, qui est le facteur primordial à l'évaluation du succès de la régénération artificielle, est conditionnée aussi par les méthodes de plantation et d'élevage

## Introduction

---

des plants en pépinière.

En effet, en Algérie le problème de la préparation des substrats se pose toujours dans la plupart de nos pépinières, du fait que nous continuons à utiliser des mélanges traditionnels de qualité physico-chimiques médiocres, caractérisés par la compacité et la densité élevée du substrat, une mauvaise aération et une faible porosité, faible capacité d'échange cationique, faible capacité de rétention en eau, une mauvaise cohésion de la motte et une faible qualité nutritive.

L'objectif de notre travail est d'étudier l'effet de deux facteurs (substrat et variété) sur la germination et la croissance aérienne d'une porte-greffe utilisé pour la production des plants d'agrume au niveau de l'ITAFV de Emdjz eddechiche.

Pour atteindre cette objectif nous avons structuré notre manuscrit comme suite :

- une première partie bibliographique qui comporte deux chapitres ; un premier donne des généralités sur les agrumes et un deuxième chapitre concerne l'étude des substrats de culture.
- une deuxième partie de matériels et méthode, dans laquelle on a cité le matériel utilisé et décrit La méthode suivie.
- enfin, la troisième partie pour présenter et discuter les résultats obtenus.

# **Chapitre I :**

# **Généralité sur les**

# **agrumes**

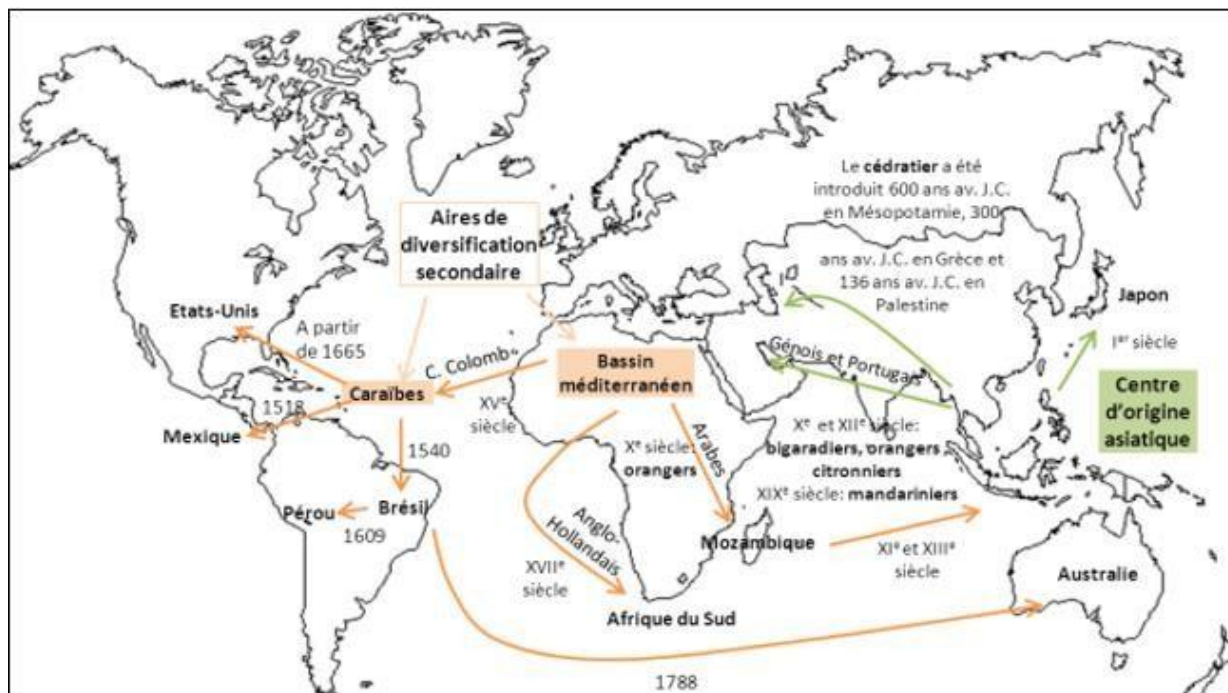
## 1 - Origine et historique :

Le mot agrume provient de latin (*acrumen*= saveur) acre qui désignait dans l'antiquité, des arbres à des feuilles acides (Faucon, 2015). Les agrumes sont originaires du sud asiatique: chine, Inde, Indonésie. Le premier agrume apporter en Europe par Théophraste en 310 avant J.C. est le cédrat. Les agrumes étaient considérés comme des fruits coûteux chez les romains, car les plantes qu'ils cultivaient portaient peu de fruits (Loussert, 1989).

L'apparition des agrumes dans le bassin méditerranéen remonte au temps des échanges entre l'Orient et l'Occident avant l'ère chrétienne (ITAFV, 2013). Plus tard au 10<sup>ème</sup> siècle, les conquérants arabes réintroduisirent le cédrat et de nombreuses nouveautés telles que le citron et l'orange amère en Europe et au Maghreb (Bousbia, 2011).

Selon Praloran, (1971), la détermination du centre d'origine des agrumes se complait que du fait que l'hybridation naturelle inter spécifique et inter générique est très fréquent dans ce groupe et crée des espèces que Tanaka appelle élément secondaire que se produisent par semis. Avec le rayonnement des civilisations chinoises au cours du premier millénaire avant notre ère, la culture des agrumes commence à se propager dans les pays avoisinants : sud du japon et archipel de Malaisie (Meziane, 2012).

En Algérie, le Bigaradier embellissait déjà pendant la période ottomane (du 16<sup>ème</sup> au 18<sup>ème</sup> siècle) les jardins des Beys (Casbah, Hauteurs d'Alger et Constantine). Au début de la colonisation en 1850, le mandarinier fût introduit en Algérie par M. Hardy. Au 19<sup>ème</sup> siècle le Père Clément de l'Orphelinat agricole de Misserghine (Wilaya d'Oran), effectuant un croisement de mandarinier "Commun" avec le Bigaradier "Granito" découvrit la Clémentine qui s'est avéré une variété précoce parmi le groupe des mandarines (Rebour, 1950).



**Figure 01:** Origine et dispersion des agrumes dans le monde (Ollitrault *et al*, 2003).

## 2 -Taxonomie et systématique des agrumes:

La classification des agrumes se diffère en raison que les agrumes regroupent 3 genres principaux : *Fortunella* (*Kumquat*) *Poncirus* et *Citrus* qui renferment la majorité des agrumes, et dont chacun a subi de nombreuses mutations de puis un long temps éta une large dispersion. Toutes ces espèces sont croisées entre elles afin de rétablir des nouvelles espèces de caractères améliorés et d'augmenter la diversité des agrumes .Au-dessous du genre *Citrus* et selon le botaniste (Swingle, 1943), il existe 16 espèces d'agrumes, alors que le japonais (Tanaka, 1957) répertorie plus de 157 espèces cultivées depuis des milliers d'années.

### Classification des agrumes:

La famille des rutacées, à laquelle appartiennent les agrumes, comprend, entre autre les trois genres suivants: *Poncirus*, *Fortunella* et *Citrus*.

- Le genre *Poncirus* ne renferme qu'une seule espèce : *Poncirus trifoliata*. Cette espèce est essentiellement utilisée en agrumiculture comme porte-greffe, ses fruits ne sont pas comestibles (Loussert, 1989).

- Le genre *Fortunella*: comprend 6 espèces dont 2 seulement font l'objet de quelques cultures, il s'agit du *Fortunella japonica* et du *Fortunella margarita*. Les fruits produits par les espèces du genre *Fortunella* sont connus du consommateur sous le nom de Kumquats et servent à la fabrication de fruits confits (Loussert, 1989).
- Le genre *Citrus* : Le genre le plus important avec ses 145 espèces dénombrées. C'est au sein de ce genre que se rencontrent les principales espèces cultivées (Loussert, 1989).

D'après Swingle in Praloran, (1971), la position taxonomique, des agrumes est la suivante:

Embranchement:

Angiosper

Classe: Eudicotes

Sous classe: Archichlomydeae

Ordre: Geniales (Rutales)

Famille: Rutaceae

Sous famille: Aurantoideae

Tribu: Citreae

Sous tribu : Citrineae

Genre : Citrus

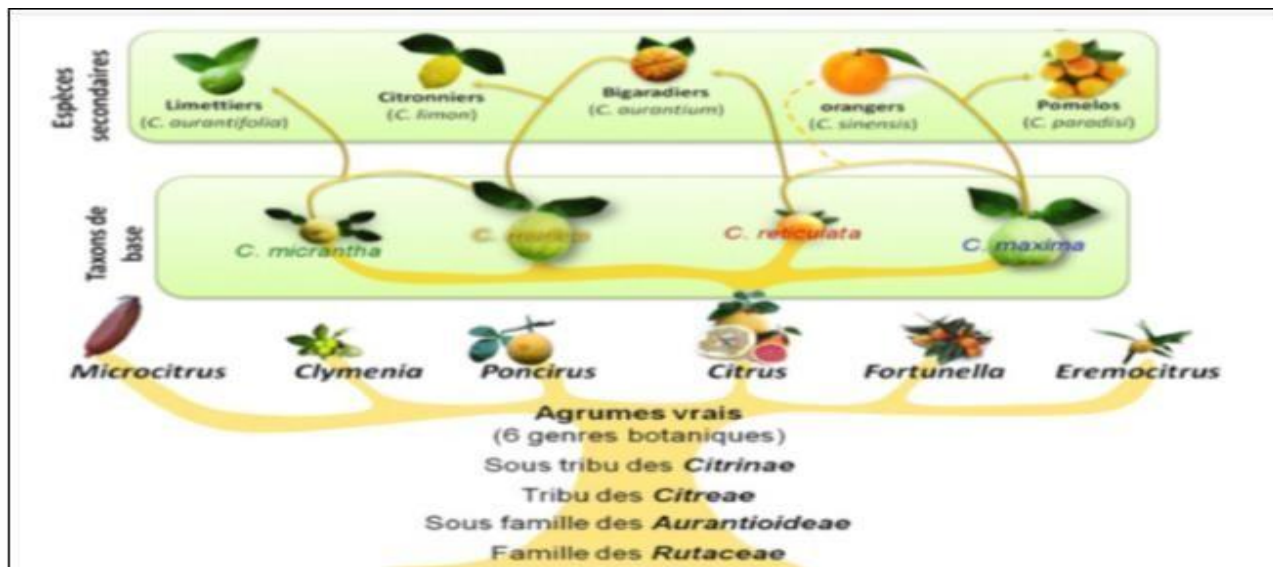


Figure 02: Classification et origine génétique des *Citrus* cultivés (Khelifi , 2015).

### 3 - Caractéristiques botanique des agrumes:

Les arbres d'agrumes ont de nombreuses propriétés, ce sont des arbres de 5 à 15m de hauteur. Selon Richard (2004), les agrumes sont composés de deux parties, le porte greffe et système racinaire dont le développement s'étend en profondeur souterraine, la partie aérienne constituée par la variété cultivée. Cette dernière est la partie productive de l'arbre, elle est souvent épineuse et à feuillage dense, persistant chez la majorité des variétés, la couleur est généralement vert très foncé, les jeunes plants vert nettement clairs (Polese, 2000).



Figure 03: Arbre d'oranger (ITAFV,2018).

### 3.1 - La partie souterraine:

#### - Le système racinaire:

Les racines sont des organes souterrains qui ont 2 fonctions principales, stabiliser et nourrir l'arbre. Chez les agrumes, le système racinaire est généralement pivotant. Ce pivot simple, double ou triple s'enfonce à plus de 1,5 m de profondeur et n'émet des racines secondaires que dans sa partie supérieure entre 0,15 et 0,80 m de la surface du sol (Chikh, 1987).

### 3.2 - La partie aérienne:

Le système aérien est constitué du tronc, à partir duquel se développent les branches charpentières, puis les ramifications qui porteront les feuilles, les fleurs et les fruits.

#### - Le tronc

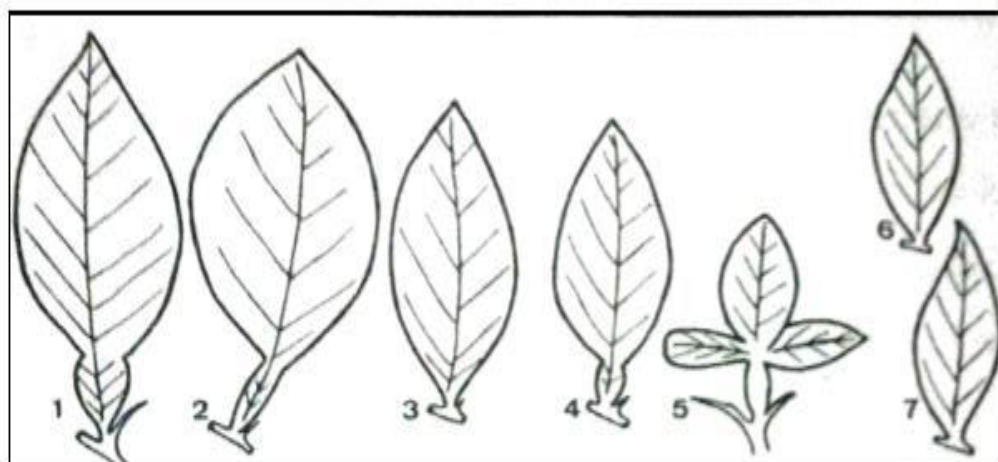
Les variétés qui composent les agrumes à l'âge adulte ont généralement un seul tronc plus ou moins dense, sphérique, conique ou cylindrique. Selon Grisoni, (2003), le tronc est vert quand il est jeune et vert grisâtre quand les arbres sont adultes.

#### - Les branches charpentières

Elles prennent naissance sur le tronc et restent limitées par la taille au nombre de 3 ou 4 branches et porteront les sous-mères, qui porteront à leur tour les rameaux végétatifs et les rameaux fructifères.

#### - Les feuilles

Les feuilles sont simples ou composées, sans stipule, éparses ou opposées. Un de leurs caractères communs est la présence de glandes oléifères qui apparaissent par transparence comme des points translucides. Toutes les parties de la plante possèdent en outre des tissus sécrétant des huiles essentielles, odeurs aromatiques (Courboulex et Lorrain, 1998). Elles sont persistantes, leur forme et dimension varient avec le genre, l'espèce, la variété et parfois les conditions climatiques et nutritionnelles. La coloration passe du vert clair chez les jeunes.



**Figure 04:** Représentations schématisées de types de feuilles (Guénonien et Kacemi, 2013)

1 : Bigaradier 2 : Oranger 3 : Citronnier 4 : Pomelo 5 : *Poncirus trifoliata* 6 : Mandarinier  
7 : Clémentinier

#### - Les fleurs

Elles sont solitaires ou en petites grappe colymbiformes, parfaites ou mâles par avortement plus ou moins du pistil, calice à 4 ou 5 sépales, le nombre d'étamines est généralement quatre fois supérieur à celui des pétales et parfois 6 à 10 fois plus nombreux. L'ovaire est plus globuleux et bien distinct du style mince, ou tronqué, fusiforme ou sub cylindrique passant progressivement à un style d'épaisseur voisine à celle de la partie supérieure de l'ovaire. Le style se termine brusquement en un stigmate sub globuleux ou en sphère aplatie (Swingle, 1948).



**Figure 5:** Fleur d'oranger  
(Forest and Kim Sarr/flickr com, 2015)



**Figure 6:** Fleur de citronnier  
(gerbeaud.com, 2020)



**Figure 7:** Fleur de mandarinier (PLB  
Edition, 2004)



**Figure 8:** Fleur de clémentinier  
(gerbeaud.com, 2021)

### - Les fruits

Les fruits d'agrumes présentent une diversité pomologique importante. La forme des fruits varie d'aplatie à oblongue et la couleur du jaune au rouge foncé. Le poids d'un fruit peut aller de quelques grammes (kumquat) à plusieurs kilogrammes (pamplemousse). Malgré cette diversité les fruits d'agrumes présentent la même structure anatomique à savoir une baie pluriloculaire composée de deux parties distinctes : le péricarpe et l'endocarpe (Milind, 2008). Tous les fruits des Citrus cultivé sont presque la même structure, ils sont composés essentiellement de deux parties morphologiques : Le péricarpe et l'endocarpe (pulpe) (Terol *et*

al, 2010).

Le péricarpe est nommé aussi l'écorce, il est composé du zeste (épicarpe ou flavédo), partie la plus externe de ce péricarpe, de couleur orangée ou jaune, contenant de nombreuses poches sécrétrices de types chizolysigènes, riche en huile essentielle (Faucon, 2015).

La partie interne, l'endocarpe ou pulpe constituée de la pulpe, est divisée en segments (carpelle) où se concentre le jus (avec ou sans pépins selon les variétés) et ont une enveloppe radiale épaisse (ou endocarpe). Cette partie, riche en sucres solubles, renferme des quantités significatives de vitamine C, de pectine, de fibres, de différents acides organiques et de sel de potassium, qui donnent au fruit son acidité caractéristique (Bousbia, 2011).

#### **- Les graines (pépins)**

Les graines sont blanches à verdâtres, aplaties et angulaires. Elles sont généralement poly embryonique, signifiant que plusieurs embryons sont zygotiques ou nucellaires. Les embryons zygotiques sont issus de la pollinisation de l'ovaire, c'est-à-dire de la reproduction sexuée, donc, leur qualité corticole ne soit pas toujours semblable avec celle de l'arbre parent, tandis que les embryons nucellaires sont complètement issus de la plante mère et présentent des caractéristiques très similaires avec celle de l'arbre parent (Manner et al., 2005). La forme générale des pépins est une caractéristique importante pour l'identification de l'espèce et la variété; le nombre est variable suivant les conditions de pollinisation (Chikh, 1987).

#### **4 - Les exigences des agrumes:**

Les agrumes étant originaires du sud-est asiatique caractérisé par un climat chaud et humide, ils ont du s'adapter à des climats plus secs et plus frais aux cours des siècles de culture, lors de leur extension à travers le monde (Belguendouz, 2014).

##### **4 . 1. Les exigences climatiques:**

###### **- Les températures**

Les Citrus présentent une grande capacité d'adaptation à des conditions pédoclimatiques très différentes, ils sont vulnérables aux dégâts du froid à des températures inférieures à 2°C

(ElOtmami, 2005). La culture des agrumes est possible partout à la température moyenne de l'année est supérieure à 13°C et inférieure à 39°C.

#### **- La pluviométrie:**

En terme de besoins en eau, 120 mm/mois, soit 1200 à 1500 mm/an, représentent une quantité d'eau au-dessous de laquelle la culture des agrumes nécessite une irrigation (Anonyme, 2006).

#### **- L'humidité**

Selon Loussert, (1989) les agrumes sont des arbres à feuilles persistantes à fort besoins en eau qui varient entre 900 et 1200mm/an. Ces besoins sont plus marqués notamment durant le stade de grossissement coïncidant avec la période estivale. L'eau est donc un véritable facteur de rendement, de par sa quantité mais aussi sa qualité ; en effet, un excès de chlorure, de sodium ou de magnésium dans l'eau, est nocif pour la culture du citronnier (Kasraoui *et al*, 2006).

#### **- Besoin en eau**

Sachant que les agrumes sont des arbres à feuillage persistant qui demande des besoins d'eau annuels importants à cause de la transpiration continue qui s'étend environ 7000m<sup>2</sup>. donc le choix d'une zone à pluviométrie ni excessive ni pauvre est très important, plus la disponibilité de ressource en eau suffisante, pour les maintenances d'irrigation, prennent en considération le type de sol et la conduite de culture.

#### **- La lumière**

La lumière a une action très remarquée sur la qualité et la coloration des fruits. Les arbres fruitiers sont plus exigeants sur les caractéristiques physiques du sol et non sur les caractéristiques chimiques qui peuvent être corrigées par des apports d'engrais et d'amendements (Van-Ee, 2005).

#### **- Le vent**

Le vent est un aléa climatique redoutable pour les agrumes. Par son action mécanique, il peut provoquer des dégâts importants tels que la chute des fruits et l'altération de leurs

écorces ; les pertes de production sont par conséquent élevées, d'où la nécessité de renforcer le dispositif de protection par l'installation de «brise-vents» (Loussert, 1989).

#### **4.2 - Les exigences édaphiques:**

##### **- Le sol**

Les agrumes sont cultivées sur des sols très bien drainés et léger, meuble est aéré, à texture dominante grossière et homogène .les agrumes nécessite une profondeur de nappe phréatique entre 1 et 2m (Rebetez, 2003).

##### **- Le pH**

Le pH optimum des cultures d'agrume est entre 5,5 et 7,5, car elles s'adaptent bien aux sols neutre ou léger. Malheureusement, dans les régions méditerranéennes les antagonismes entre les oligoéléments manifestent des carences surtout en fer, magnésium et en cuivre, ce qui rend le pH souvent supérieurs à 7.5 (Loussert, 1987).

#### **4.3 - Exigence en altitude:**

L'optimisation d'altitude 1.000–1.300m, pas trop exposé aux vents. Au-dessous de 800 m, les fruits manquent de saveur. La peau des oranges reste verte, les cloisons deviennent plus épaisses. Les fruits sont plus savoureux dans les régions sa saison sèche bien marquée (Anonyme, 1994).

### **5 - Répartition des agrumes :**

#### **5.1 - dans le monde :**

Les agrumes sont originaire d'Asie subtropicale et plus particulièrement d'une zone allant du nord-est de l'Inde jusqu'au nord de l'Indonésie, en passant par le Myanmar (Birmanie) et le sud la Chine (figure 1). La première importation d'un agrume en zone méditerranéenne remonterait au III<sup>e</sup> siècle av. J.C., et certains auteurs situent celle-ci dans l'épopée d'Alexandre le Grand en pers, où le cédratier était cultivé.



**Figure 9:** Origines géographiques et diffusion des agrumes dans le monde.

**5.2 - en Algérie :**

Le verger agrumicole est constitué par divers groupes d’agrumes, avec spécialement celle appartenant aux oranges et clémentines, la gamme variétale du groupe des oranges est la plus importante (Tab 2.), avec une prédominance des variétés précoces, telles que le Washington Navel et le Thomson Navel.

**Tableau 01:** Composition variétale des agrumes en Algérie.

Groupe	superficie		Production QX
	Total en ha	En rapport ha	
Oranges	48361	42952	9552062
Clémentinier	10817	10026	1790879
Citronnier	4409	3858	856419
Pomélos	83	83	22196
mandarinier	2347	2232	488474
Total	66017	59151	12710030

(DSA, 2014).

Les principaux espèces d'agrumes les plus cultivés en Algérie sont:

- Les citronniers: *citrus limon*.
- Les mandariniers: *citrusreticulata*.
- Le clémentinier: *Citrusclémentina*.
- L'oranger: *citrussinensi*.
- Le pample moussier: *citrusmaxima*.
- Le pamelò: *citrusparadisi*. (Alonso, 2011).

### 5.3 - Dans de la wilaya de Skikda :

La production d'agrumes dans la wilaya de Skikda est généralement située au niveau d'El-Hadaiek, Ramdan-Djamel, Salah Bouchaour, avec une superficie totale approximativement 2578, 00 ha. La production de chaque espèce est estimée comme suit : orange (71,39%), clémentines (16,37%), mandarines (9,39%), citrons (2,35%) (DAS, 2017). La gamme variétale est constituée des espèces suivantes (Tab.2).

**Tableau 02 :** Les espèces agrumicoles cultivées au niveau de Skikda.

Espaces	Variétés
Oranges	Thomson, Naval, Washington Naval, Hamelin Maltise, MDS, Sanguine, Double fine, Double fine améliorée, Orange commune, Valencia latte, Verni.
Petits fruits	Clémentine M, Clémentine Sp, Mandarinier Satsuma
Citron	Citronnier

(DSA Skikda, 2017)

D'après les statistiques de la DSA de Skikda, et selon la structure d'âge des vergers a agrumicoles de la wilaya, la majeure partie (89%), sont en états d'âge avancé, il dépassé 50 ans, l'âge de la production maximale des Citrus, cela explique en partie, du rendement faible des agrumes dans la wilaya de Skikda (DSA, 2017).

## **6. La production des agrumes :**

### **6.1-Dans le monde :**

Les agrumes sont produits dans différents pays à travers le monde et les pays du bassin méditerranéen constituent la première région productrice de fruits frais et l'Espagne joue un rôle clé à l'intérieur de celle-ci (Garcia, 2008). Ils sont cultivés sur les cinq continents (Afrique, Amérique, Asie, Europe, Australie). Les principaux pays producteurs sont le Brésil avec 18,5 millions de tonnes, les Etats Unis avec 14,9 millions de tonnes et la chine avec 9,3 millions de tonnes (Benoufella-kitous, 2005).

### **6.2 - En Algérie :**

La production algérienne des agrumes, qui ne couvre pas la consommation interne, a atteint 844 195 tonnes en 2010 (Bellabas, 2012). Les rendements des agrumes restent sous la moyenne internationale (17,8 / ha en 2009) et plus faibles que ceux de nos voisins méditerranéens. Pour des raisons économiques, l'Algérie doit développer son niveau de production dans l'agriculture pour se situer dans le marché international des agrumes. Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire d'assurer une meilleure production en protégeant cette culture stratégique du plus important ravageur, notamment les insectes cochinér aux des diaspines qui provoquent souvent des infestations difficiles à quantifier sur toute la bande nord de l'Algérie (Belguendouz *et al.* 2013).

### **6.3 - Les agrumes dans la wilaya de Skikda :**

La wilaya de Skikda occupe le neuvième rang dans la culture des agrumes à surface total : 3163.95 ha et surface en rapport : 2723.3ha et production total : 532810 qx.

**Tableau 03** : superficies et production des agrumes dans la wilaya de skikda.

AGRUME	SUPERFICIE TOTAL (HA)	SUPERFICIE EN RAPPORT (HA)	PRODUCTION (QX)
CITRONIER	149.30	118	28300
POMMELON	1	1	100
THOMSON	1158.15	911.55	236210
CLIMENTINE	629.75	530.5	56600
MANDARINIER	315.5	294.25	42820
AUTRE ORANGER	910.25	860	168780

(DSA 2020)

**Dans la ferme pilote:**

**Superficies total: 120ha**

**Superficies en rapport: 76ha**

**Production: 6270qx**

**Tableau 04** : superficies et production des agrumes dans la ferme pilote.

AGRUME	SUPERFICIE TOTAL	SUPERFICIE EN RAPPORT	PRODUCTION (QX)
CITRON .PEMMELON THOMSON	65	35	1770
MANDARINE ET CLIMENTINE	41.5	27.5	1800
AUTRE ORANGIER	13.5	13.5	2700

(DSA, 2020)

## 7 . Le Cycle biologique des agrumes :

La vie d'un verger d'agrumes passe en cinq périodes:

**-Période d'élevage en pépinière** : Cette période d'une durée de 12 à 36 mois, se déroule en pépinière.

**-Période improductive :** Cette période est improductive dans le sens où la production de fruit est pratiquement nulle.

**-Période d'entrée en production :** La mise à fruit devient progressivement plus importante selon les espèces et les variétés (Bouchtata *et al*, 2014).

**-Période de pleine production:** Cette période ne dépasse guère une vingtaine d'années et elle assure la rentabilité du verger, l'arbre consacre son énergie à fleurir, à fructifier et à renouveler ses ramifications, ses feuilles et ses racines.

**-La période de vieillissement et de décrépitude :** Le renouvellement des pous ses fructifères se ralentit; la frondaison est moins fournie dont il convient de prendre la décision d'arracher les arbres affaiblis qui deviennent sensibles à de nombreuses attaques parasitaires (Cassin, 1983). Des arbres meurent et la rentabilité disparaît : il faut arracher (Anonyme ITAFV, 1995).

## 8 - La multiplication des agrumes :

La multiplication se faisait autrefois par semis, bouturage et marcottage, mais le greffe est devenu le mode de multiplication le seul utilisé après l'apparition de la tristeza. Ce pendant le semis constitue jusqu'à ce jour le mode d'obtention de porte-greffe. La pratique du greffage est la méthode la plus couramment utilisée pour reproduire fidèlement les variétés. Le greffage active la mise à fruits, permet une plantation homogène et favorise la lutte contre la gommose à phytophthora (Aubert, 2004). Le bigaradier était considéré comme le meilleur porte-greffe, tant pour ses qualités d'adaptation à de nombreux types de sol, et sa résistance à la gommose à phytophthora, que pour la qualité et la productivité des fruits que donnaient les variétés qui lui étaient greffées (Loussert, 1989).

## 9 - La plantation des agrumes:

Elle se fait au début de la saison des pluies par creusement de trous de plantation de 0.4mx0.8m. Le creusement des trous de plantation se fait manuellement ou mécaniquement (par tarière).

**Tableau 05:** Distances de plantation des agrumes

Fruits	Distance de plantation(m)
Oranger (petit cultivar)	7x5
Oranger (grand cultivar)	9x7
Mandarinier	De7x5à9x7
Pamp le moussier (grand cultivar)	8x6
Pomélo	9x7
Limettier	8x6

(Chalabi2014)

**-L'irrigation**

Les jeunes arbres doivent être irrigués pendant la saison sèche. Si une saison sèche dure plus de 3 mois. Les arbres adultes doivent également être irrigués. Une période de sécheresse de 6 semaines est nécessaire pour déclencher la floraison. Cependant, les agrumes doivent avoir assez d'eau pendant la floraison et la fructification. Sur des sols profonds, il suffit de 100 mm d'eau donnés toutes les trois semaines. Les sols moins profonds sa structure mauvaise doivent être irriguée plus souvent, parfois même 2 fois par semaine. Il faut éviter de donner trop d'eau car cela favorise l'apparition de la gombose (pourriture du pied) (Valy, 1994).

**9.1 - La taille des agrumes :****La taille de formation :**

La taille de formation à la sortie de la pépinière, et après la plantation, lorsque les arbres se mettent à pousser, couper du tronc principale toutes les branches latérales qui vous arrivent en dessous du genou, il est très important aussi d'enlever et de continuer à enlever toutes les branches latérales qui pousse tendes sous de la greffe: ces branche sont souvent plus de force que le greffon. Après quelques mois ou un an, les jaunes arbres auront fortement poussé. Il s'agit maintenant de guider la formation de la couronne. Si les arbres ont déjà des branches latérales, choisir 3 ou 4 branches principales. Utiliser les critères suivants: Les branches doivent pousser sur le tronc à une distance d'au moins de 10cm les unes des autres. La distance doit être plus grande. Elles doivent former un angle obtus avec le tronc, car c'est l'angle qui offre la

fixation la plus solide. Elles doivent être réparties régulièrement autour (Simone, 2005).

### **La taille de fructification :**

Les agrumes fructifient sur les pousses de l'année qui se développent à leur tour sur les pousses de moyenne vigueur de l'année précédente. Le but de la taille de fructification est d'assurer une bonne répartition de la sève pour stimuler la vigueur des pousses affaiblies et ralentir la croissance des pousses vigoureuses. La technique consiste à éliminer les rameaux desséchés, malades, trop chétifs à supprimer les rameaux mal placés, en chevauchement ou en surnombre et ce afin d'éclaircir les rameaux fructifères lorsqu'ils sont nombreux ou en bouquets touffus. La taille doit être faite à l'empatement des parties à enlever de façon à éviter l'apparition de bouquets de pousses végétatives (Grissa, 2010)

### **Taille de rajeunissement :**

Ce type de taille concerne les vieilles plantations saines et indemnes de maladies. Il s'agit de rabattre toutes les branches se trouvant au-dessus des rameaux de base du premier étage de telle sorte qu'il ne reste que les gros rameaux. Par la suite, les nouveaux rameaux seront taillés de la même façon qu'au cours d'une taille de formation (Grissa, 2010).

## **10. Les ennemies et les maladies des agrumes :**

### **10.1-les maladies des agrumes:**

#### **10.1.1–Les maladies non parasitaires :**

Les Agrumes sont sujets à de nombreuses maladies physiologiques. La nature de certaines d'entre elles est restée pendant longtemps énigmatique. Nous en connaissons aujourd'hui plusieurs qui sont causées, soit par la carence, soit par l'excès en certains éléments du sol (Jamoussi, 1955).

#### **-Le mal secco des agrumes (*Phomatracheiphila*)**

Il est causé par *Phomatracheiphila*, un champignon (Oudraogo, 2002). Doit son nom aux mots italiens *male* (maladie) et *secco* (sec) (Cuchet, 2010). Est encore appelé « Des sèchement infectieux (Jamoussi, 1955).

**-Symptômes**

Les symptômes apparaissent au printemps avec la décoloration des nervures des feuilles et des pousses puis la chute des feuilles et la mort des rameaux et des branches. La maladie peut progresser plus ou moins rapidement, de quelques mois à plusieurs années. L'infection peut être foliaire ou racinaire. Souvent, un rameau apical est premièrement touché puis les symptômes progressent à toute une charpentièrre, puis à l'arbre entier qui finit par mourir. En sectionnant les rameaux et en épluchant l'écorce, on observe une coloration orangée typique au niveau du bois, qui correspond à l'invasion du champignon dans le système vasculaire. Sur les bois plus secs, cette coloration de vaisseaux de vient noirâtre (Cuchet, 2010).

**-Lutte**

Il n'existe aucun moyen de lutte chimique ou biologique homologué contre ce champignon. La prophylaxie est donc indispensable pour prévenir et freiner la progression de la maladie (Cuchet, 2010).

**-Carence en minéraux**

La carence en éléments nutritifs peut être causée par leur lessivage, dû à l'irrigation excessive ou à la pluie, par insuffisance ou déséquilibre nutritionnel dans le sol. Plus inadéquat, ou par une utilisation inexacte d'engrais. La carence en azote(N), en zinc (Zn), en magnésium (Mg) et en fer(Fe) peut être traitée (Selka, 2007).



**Figure 10** : Symptômes de la carence en magnésium sur les feuilles (Anonyme, 2017).

### 10.1.2 -Les maladies parasitaires (Maladies cryptogamiques)

#### -Le greening

C'est l'une des maladies d'agrumes les plus ravageuses, elle est provoquée par une bactérie

qui se développe dans l'écorce, les feuilles, et les nervures des arbres injectés. On avait précédemment pensé que cela serait provoqué par un virus mais l'agent pathogène a été maintenant identifié comme espèce appartenant aux *Liberobacter*. Les fruits affectés ne prennent pas la couleur orange ou jaune correctement, mais ils restent verts, d'où le nom greening (Selka, 2007).

**-Symptômes :** Les fruits affectés ne prennent pas la couleur orange ou jaune correctement, mais ils restent verts, d'où le nom greening. Les symptômes sur les feuilles chroniquement infectées peuvent ressembler à des carences en éléments nutritifs et l'arbre finira par mourir (Selka, 2007).

#### -La bactérie *Xanthomonas*

Elle provoque le chancre des agrumes (VanEe, 1999). La bactérie a d'abord été nommée *Xanthomonas campestris* pv. *Citri* sur la base de la taxonomie biochimique (Pruvost, 2004).

#### -Symptômes

Ils concernent uniquement les organes aériens et sont morphologiquement semblables sur feuilles, tiges et fruits.

- Sur feuilles, des petites taches aqueuses souvent d'abord visibles sur la face inférieure du limbe, évoluent en petits points blancs légèrement érigés. Les lésions se développent en cercle et leur relief devient alors nettement visible sur les deux faces des feuilles ; elles prennent une couleur brune et deviennent cratériformes. Ces symptômes foliaires peuvent atteindre environ 10 mm de diamètre.

- Sur rameaux, les lésions ne présentent généralement pas d'un halo chlorotique. Des dessèchements de rameaux peuvent apparaître chez les cultivars sensibles.

- Sur fruits, les lésions sont souvent entourées d'un halo jaune et leur diamètre peut atteindre 15 mm (Pruvost, 2004).

**-Lutte culturale**

Elle nécessite les préoccupations suivantes :

- S'assurer que le matériel végétal destiné à la plantation est sain.
- Désinfecter les semences destinées à la production de porte-greffe et les greffons à l'aide d'hypochlorite de sodium 1 % ;
- Protéger les plants de vents violents par installation de haies brise-vent;
- Utiliser des cultivars résistants.

**-Lutte chimique**

Elle est généralement inefficace. Utilisation de cuivre pour protéger les organes pendant leur période de sensibilité : jeunes pousses en croissance jusqu'à 4 semaines après durcissement (formation de la cuticule) ; fruits pendant la phase de grossissement des fruits (pas de rôle curatif) (Pruvost, 2004).

**10.1.3-Les maladies virales :****-La Tristeza**

Cette maladie d'origine virale est causée par *Citrus Tristeza virus* (CTV.) appartenant au groupe des Closterovirus. Ce virus est transmis aux arbres par greffage (Oudraogo, 2002).

Et qui est propagée par des pucerons en particulier par le puceron brun des agrumes *Toxoptera citricida* (Bertin, 2002).

La « Tristeza » serait donc due à un virus complexe dont il existe deux races biologiques, agissant d'ailleurs en association. Une race affaiblit l'arbre, tandis que l'autre le frappe de nanisme; mais l'une et l'autre causent définitivement la mort de la plante (Jamoussi, 1955).



**Figure 11** : Le virus de la tristezza des agrumes (Anonyme, 2016)

### -Symptômes

Ils se manifestent par un dépérissement plus ou moins rapide de la plante car le virus en se multipliant obstrue les vaisseaux de la plante. L'espèce la plus sensible est la Lime mexicaine (citron vert local) (Bertin, 2002). Le virus de la *tristezza* provoque aussi des cannelures dans le bois (*stem-pitting*) et une jaunisse des semis (*seedling yellows*) (Bové, 2001).

### -Lutte

Lutte préventive Nous savons que la Tristezza se transmet à la fois par l'intermédiaire de pucerons et du greffage (Jamoussi, 2005).

### 10.1.4 - Les maladies fongiques :

#### **La gommose *Phytophthora spp.***

Est l'un des principaux agents pathogènes des agrumes (Van E, 1999). Les phytophthoras sont des champignons de sol qui peuvent s'attaquer aux différents organes de la plantes : les racines, les branches, le tronc mais également les fruits Les plus fréquentes sont : *P.parasitica*, *P. citrophthora*, *p. palmivora* et *P.citricola* (Bertin, 2002).



**Figure 12 :** Dégâts de la gommose parasitaire sur les troncs racines et branches (Grisoni, 2003).

### **-Symptômes**

Sur les jeunes feuilles, tandis que le tronc et les branches montrent des concavités de dimensions variables, sous les quelle sont rouverte des tissus imprégnés de gomme. Les concavités résultent du ralentissement et même de l'arrêt total dans la croissance des faisceaux libéro-ligneux (Jamoussi ,1955). Elle affecte l'écorce et le cambium, qui commencent à sécréter une sorte de gomme claire. L'écorce sèche de bas en haut, elle se durcit et se fissure, les lésions s'étendent et entourent souvent la branche ou le tronc (Selka ,2007).

### **-Lutte**

Méthodes préventives : elles consistent à éliminer les causes favorisant le développement de la maladie.

Méthode curative: on peut envisager des traitements fongicides (Bertin, 2002).

### **-La fumagine**

Cette maladie se développe sur les feuilles atteintes par de s'attaques de cochenilles ou d'aleuro des qui secrètent des miellats. Cela ressemble à du noir de fumée (Bertin, 2002).

**-Le Pourridié**

Il est la conséquence de l'attaque du système racinaire par un des champignons : *Demalophoranecairix*, *Chiocybelahescens* et *Armillariamelleas* souvent difficile à distinguer les un des autres (Oudraogo, 2002).

**-Symptômes**

Sur la partie aérienne de l'arbre sont presque identiques : les feuilles jaunissent (chlorose), flétrissent et tombent, entraînant le dépérissement progressif de l'arbre.

Cependant, dans les cas graves, la chute des feuilles est brusque et la mort de l'arbre survient rapidement. Etant donné l'analogie des symptômes aériens qui affectent l'arbre, un diagnostic sûr ne peut être établi que sur le système racinaire (Jamoussi, 1955).

**-Lutte**

La surveillance régulière du collet et du feuillage permettent de déceler assez tôt la présence de la maladie qui peut être aussi combattue de façon curative par la méthode chimique. Cette lutte consiste à appliquer par badigeonnage des zones attaquées avec une solution à 20 % de Penta chloronitro benzol dans le bitume ou avec une solution d'éléments actifs contre les basidiomycètes (Oudraogo, 2002).

## 10.2 - Les ravageurs des agrumes:

Tableau 06 : Principaux ravageurs des agrumes (Mejdoub, 2014)

Noms des ravageurs	Cycles	Dégâts sur l'arbre	Lutte	Observations
2) Cochenilles farineuses a) <i>Pseudococcus maritimus</i> et b) <i>Planococcus</i> Sp.	10 générations par an.	Forme ovale gris ardoise, avec sécrétions blanc farineux.	Lutte biologique avec <i>Cryptoloemus montrouzieri</i> .	L'introduction récente de cette coccinelle a donné d'excellents résultats.
Cicadelles ( <i>Empoasca vitis</i> )	Plusieurs générations.	Envahit les vergers à l'automne et migre sur les vignes.	Plusieurs traitements aux organo-phosphorés.	La lutte est dirigée contre les adultes avant la récolte, avec 2 à 3 pulvérisations.
Pucerons noirs et verts <i>Toxoptera aurantii</i> et <i>Aphis spinaecola</i>	1 génération.	Envahit les jeunes pousses, au printemps et parfois en été	Traitement avec 1 à 2 pulvérisations à base de pyrimicarbe.	La lutte naturelle est à encourager : coccinelles, syrphes, Microhyménoptères
Teigne des fleurs ( <i>Prays citris</i> )	1 génération.	Les fleurs attaquées roussissent faisant penser à un coup de froid.	Pulvérisations avec le Malathion.	Ce parasite cause des dégâts sur le Citronnier.
Mouche des fruits ( <i>Ceratitis capitata</i> )	1 ou 2 générations.	Infestation en liaison avec les importations de fruits. Les fruits atteints pourrissent et tombent.	Pulvérisations avec le Fenthion diméthoate, le Formothion, malathion.	Traitements à exécuter en fonction des avis des stations d'avertissements agricoles.
Nématodes ( <i>Tylinchus semipenetrans</i> )	Plusieurs générations.	Provoque une baisse sensible de la vigueur et le jaunissement des feuilles.	Porte-greffes résistants ( <i>Poncirus trifoliata</i> ).	Activité dès que le sol à + 16 °C désinfection du sol avant plantation avec Schell DD en fumigation, à 20 à 40 cm de profondeur.

# **Chapitre II**

## **Etude de substrat de culture**

### 1 - Définition d'un substrat de culture:

Le terme substrat de culture désigne tout matériau naturel ou artificiel qui, placé en conteneur pur ou en mélange, permet l'ancrage du système racinaire et joue vis-à-vis de la plante le rôle de support (Blanc, 1987).

Selon BIGY et al(2003), le substrat est un élément d'ancrage racinaire. Il permet au producteur de ne plus être tributaire de certains aléas agronomiques tel que les champignons pathogènes du sol.

### 2 - Choix de substrat:

Il doit constituer un milieu favorable aux exigences de l'espèce mais défavorable au développement des agents pathogènes qui lui sont spécifiques (YAHIAOUI, 2015).

### 3 - Les fonctions du substrat:

Tout support de culture, qu'il s'agisse de la terre au milieu d'un champ, ou du substrat dans un conteneur, joue quatre rôles vis-à-vis de la plante. (MICHELOT, 2010).

- Son nom de supportin dit que de prime abord qui il assure le maintien mécanique du système racinaire, et par conséquent de la plante entière.
- Le substrat est le réservoir hydrique dans le quelles racines vont venir puiser pour alimenter l'ensemble du végétal.
- Les racines étant des organes aérobies, le substrat doit également être en mesure de leur fournir l'oxygène dont elles ont besoin pour fonctionner normalement.
- Le substrat doit enfin assurer l'alimentation de la plante, après transfert des éléments minéraux de sa phase solide à sa phase liquide.

La plupart des substrats utilisés en culture hors sol font l'objet d'une normalisation, qui en garantit la qualité (BIGEY et al, 2003).

### 4 - Nécessité du mélange du substrat:

Le substrat doit être un support solide composé d'un élément rétenteur d'eau et d'un élément aérateur (ARGILLER et al, 1990).

D'après (MICHELOT, 2010), la phase solide qui constitue la trame du substrat et composée:

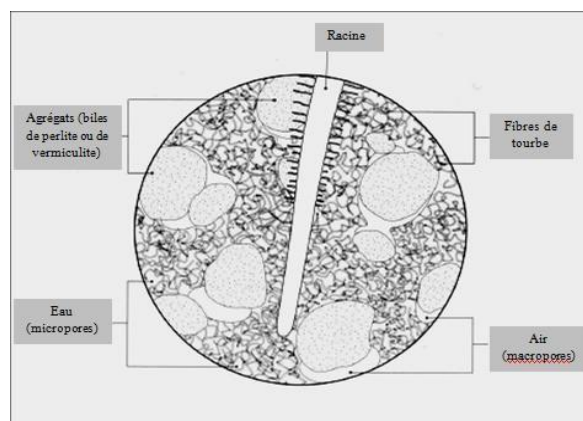
➤ De matériaux granulaires, principalement d'origine minérale soit naturel (sable, graviers pouzzolane...), soit manu facturés (perlite, vermiculite, argile expansée...).

➤ De matériaux fibreux, d'origine naturelle (tourbe, fibres de bois ou de coco) ou artificielle (laine de roche, fibres synthétique).

### **5 - Les substrats de culture utilisés dans les pépinières:**

En effet, l'utilisation des substrats non standardise constitue une Contrainte majeure qui affecte la qualité des plants forestiers. Les proportions et la nature des substrats varient d'une pépinière à l'autre et d'une année à l'autre pour la même espèce, en fonction des matériaux disponibles localement et non pas en fonction des normes requises. Ces substrats utilisés se caractérisent généralement par:

- Une texture fine et une compaction élevée de ces substrats qui peuvent favorisent souvent une croissance superficielle des racines et empêchent la croissance racinaire homogène à travers toute la motte.
- La pénétration des racines dans les substrats compacts est variable selon la vigueur du système racinaire.
- Une faible aération, engendre une mortalité des racines précédée généralement par des attaques de champignons pathogène comme le phytophthora.
- Une faible capacité d'échange cationique.
- Une faible capacité de rétention en eau.
- Une diminution des éléments nutritifs.



**Figure 13:** L'homogénéité entre les principaux composants du substrat

Source (Champagne, 2016).

## 6 - Les propriétés des substrats de cultures:

Propriétés physiques, chimiques et physico-chimiques du substrat: Dans l'état actuel de connaissances et des pratiques culturelles, le choix de supports de culture privilégie, leurs caractéristiques physiques: rétention en eau, disponibilité en eau, teneur en air, pouvoir de réhumectation. Donc; un substrat doit être un milieu hétérogène et comporte selon Lemaire et al(1989), trois phases (solide, liquide, gazeuse). La phase solide: cette phase assure le maintien mécanique du système racinaire et la stabilité du végétal, la phase liquide assure l'approvisionnement de la plante en eau et en éléments nutritifs et la phase gazeuse assure les transferts d'oxygène et le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) au cours de la respiration racinaire. Il faut tenir compte de ces phases, afin d'avoir une idée sur la qualité du substrat; et pour en connaître plus sur ces trois phases, on doit traiter les propriétés physiques, chimiques et Physico-chimiques du substrat.

### 6-1 - Les propriétés physico-chimiques du substrat:

Les propriétés du substrat qui influencent la croissance du plant peuvent être divisées en propriétés physiques et chimiques.

**6-1 - Propriétés physiques:****- La structure:**

La structure d'un sol est le mode d'assemblage, à un moment donné, de ses constituants solide. La stabilité structurale dépend de la teneur en argile et de la matière organique des sols. Le complexe argilo humique joue un rôle structural, ce rôle est plus au moins important selon les teneurs en eau du sol et varie en fonction du type d'argile. La matière organique augmente la stabilité des agrégats. Une mauvaise structure peut donc empêcher l'écoulement des eaux dans le sol, les échanges gazeux entre le sol et l'atmosphère. Une bonne structure va assurer une grande facilité de circulation d'eau, donc laisse s'écouler l'excès, assure une bonne aération des racines, une bonne germination, une pénétration profonde des racines et une bonne exploration par les racines des ressources nutritives du sol (SOLTNER, 2000).

**- La texture:**

Elle détermine par une analyse granulométrique. La texture du sol influe sur la concentration des éléments trace métallique, elles sont plus élevées dans les argiles, puis dans les limons argileux, les limons et le sable (Webber et Sing, 1999) de petite quantité de cadmium ont été prélevés par les plantes beaucoup plus au niveau des sol a texture légère que dans les sol a textures lourde.

**Tableau 07** : Répartition des différents types de texture en fonction des classes de Texture:

Classe de texture	Type de texture
Textures fine	Argilo sableuse, argileuse
Textures moyennes	Limoneuse fine, limoneuse
Textures grossières	Limono sableuse, sablo limoneuse, sableuse

Source :( HENIN et al, 1969)

**- La porosité:**

La porosité totale s'exprime en fraction ou en pourcentage du volume total donné de matériaux.(BLANC,1987).

Le substrat doit présenter une porosité (micro et macro) telle qu'elle ménage des vides où l'air et l'eau sont présents en proportions satisfaisantes, avec une capillarité satisfaisante. (Vitre, 2003). Disponibilité et rétention en eau: L'alimentation en eau de la plante dépend:

- Des propriétés concernant la plante elle-même : système racinaire et dynamique de son développement, caractéristique physiologique.
- Des conditions météorologiques qui déterminent la densité en eau que représente l'évapotranspiration.
- Des propriétés du substrat: perméabilité aux diverses humidité, disponibilité plus ou moins grande de l'eau, ces caractéristiques déterminent l'offre à niveau des racines (BLANC, 1987).

**- La teneur en l'air:**

D'après Michel, l'aération du matériau est appréciée par la capacité en air qui correspond à l'eau non ou très peu retenue dans la porosité la plus grossière et donc rapidement libre à l'air.

Selon Gras (1981), la teneur en air est déterminée après établissement de la courbe pF. Elle est complémentaire de la teneur en eau, puisque ces deux fluides se partagent l'espace poral.

On a donc la relation ci-après donnée par (MORARD, 1995):

$P_t (\% \text{ vol}) = \text{Teneur en eau } (\% \text{ vol}) + \text{Teneur en air } (\% \text{ vol})$  (M'SADAKY, BENM'BAREKA, 2011).

La teneur en air est estimée de 20à40% entre pF et pF2 (ARGILLIER et a , 1990)

**- La perméabilité:**

La perméabilité est indépendante du taux de la matière organique. Le critère retenu pour mesurer la perméabilité est la vitesse de percolation de l'eau exprimée en cm<sup>3</sup> /heures.

Le taux élevé de la matière organique n'implique pas forcément une bonne perméabilité (REDLICH et VERDURE, 1975)

### **- La densité apparente**

La densité est un poids par unité de volume, normalement exprimée en gramme par centimètre cube ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ). L'eau a une densité de  $1 \text{ g}/\text{cm}^3$  (à  $4^\circ \text{C}$ ). Deux types de mesures de densité sont utilisés généralement pour les sols. La densité réelle ( $d_r$ ) correspond à la densité d'une terre sèche désagrégée : la moyenne pour le sol est de  $2,65 \text{ g}/\text{cm}^3$  ; la densité apparente ( $d_a$ ) correspond au poids sec d'un volume de sol dont la structure n'a pas été perturbée. Il est aussi la masse d'une unité de volume du sol séché à  $105^\circ \text{C}$ . Ce volume comprend aussi bien les solides que les pores. Elle est mesurée par la méthode des cylindres en utilisant les échantillons non perturbés, connaissant le poids sec constant des échantillons à  $105^\circ \text{C}$  et le volume des cylindres des prélèvements utilisés (Blake & Hartage, 1986). La densité apparente du sol traduit globalement l'état de compaction du matériau et indirectement, la porosité totale (Alongo et Kambele, 2013).

La densité apparente est l'un des paramètres les plus importants dans les études portant sur la structure du sol. Elle est, en effet, liée à la nature et à l'organisation des constituants du sol (Chawel, 1977).

Elle permet, en outre, de calculer la porosité et d'apprécier ainsi directement la perméabilité, la résistance à la pénétration des racines (Maertens, 1964), la cohésion des horizons (Yoro, 1983; Yogo et Assa, 1986) et la réserve en eau du sol (Henin et al. 1969).

La densité apparente est l'un des paramètres les plus importants dans les études portant sur la structure du sol. Elle est, en effet, liée à la nature et à l'organisation des constituants du sol (Chawel, 1977).

Elle permet, en outre, de calculer la porosité et d'apprécier ainsi indirectement la perméabilité, la résistance à la pénétration des racines (Maertens, 1964), la cohésion des horizons (Yoro, 1983; Yogo et Assa, 1986) et la réserve en eau du sol (Henin et al, 1969).

## 6-2 - Les propriétés chimiques:

**-pH:** La concentration du milieu en ions  $H^+$  détermine sa réaction mesurée par le pH.

Le pH a une incidence sur la facilité du plant à se nourrir, il influe aussi sur la contamination par divers champignons, un milieu trop acide peut être à l'origine de brûlures.

Des racines (Falconet, 1992). Le pH peut influencer d'une façon très marquée l'assimilabilité et par suite, l'absorption des éléments traces par les plantes (Loue, 1986). Ces métaux lourds sont d'autant plus solidement liés et par conséquent moins mobiles et disponibles que le pH est élevé.

Ces métaux lourds sont d'autant plus solidement liés et par conséquent moins mobiles et disponibles que le pH est élevé.

Un pH bas, inférieure à 5, limite la croissance de la majorité des plantes, induisent le symptôme de carences en calcium, à l'exception des plantes calcifuges dites de « terre bruyère » qui exigent un milieu acide sans calcaire.

Un pH supérieur à 8, est également préjudiciable à la croissance d'un grand nombre des végétaux entraînant une mauvaise assimilation de certains éléments (dont le Magnésium et surtout le Fer), qui entraîne les symptômes bien connus de la chlorose ferrique (Faucard, 1994).

D'après Benseghir (1996), le substrat doit présenter un pH compris entre 5 et 8, en dehors de ses limites, le plant sera confronté à des problèmes de nutrition minérale.

Un pH voisin de 7 est souhaitable, est peut convenir à toutes espèces. L'élévation du pH diminue l'assimilabilité du phosphore (devient insoluble), de

Même le calcaire bloque la minéralisation de la matière organique et donc diminue la disponibilité en éléments nutritifs pour les plantes.

Dans les sols acides, il peut y avoir une libération de l'aluminium qui est toxique pour les plantes.

Les symptômes de carence ou excès en éléments minéraux, la non satisfaction de la plante vis-à-vis de sa nutrition, va ralentir sa croissance ou

Perturbe son développement. A l'extrême tout excès ou carence peut provoquer des symptômes par faitement v.

.Les Différentes classes du pH sont représentées dans le tableau suivant:

**Tableau 08 :** Echelle de classification du pH de la solution du sol

PH	5-6.5	< 3.5	3.5-4.2	4.2-5	6.5-7.5	7.5-8.7	> 8.7
Classes	Hyper acide	Très acide	Acide	Faiblement Acide	Neutre	Basique	Très Basique

*Source:(Le Clech, 2000)*

#### - Le rapport carbone azote (C/N):

Ce rapport entre le carbone total et l'azote total, mesuré sur un matériau organique, indique le degré d'évolution de la matière organique et son degré de résistance à la dégradation microbienne. Ce rapport donne une idée très juste de la vie biologique du sol et permet en conséquence d'en apprécier les propriétés physiques. Il est utilisé de puis long temps, par les forestiers pour caractériser les matières organiques présents dans le sol, mais également les apports et restitutions organiques, tel que fumier, paille, composte, boues d'épuration (BELAIDI, 2010).

**Tableau 09:** le rapport C/N des principaux matériaux de base des substrats:

Matériaux de base	C/N
Boues de station d'épuration	11
Compost urbain	14
Fumier de chaponnière	19
Tourbe brune	20 à 25
Fumier d'ovin	23
Fumier de bovin	28
Tourbe blonde	40 à 60
Ecorce de pinmaritime fraîche	92
Ecorce de pinsylvestre compostée	300

**Source: (Lemaire et al, 1990)**

### - La capacité d'échange cationique CEC:

La capacité d'échange cationique est la capacité du matériel à absorber positivement les ions chargés. C'est l'un des plus importants facteurs affectant la fertilité d'un substrat de croissance.

En terme pratiques, la CEC indique la capacité du substrat à stocker de l'engrais, elle indique aussi la fréquence requise des apports d'engrais (**Jaenicke, 2006**).

**Tableau 10** : Classe d'appréciation des sols d'après la quantité de base échangeable

Appréciation de la CEC	Valeur de CEC(en méq /kg)
Très faible	< 60
Faible	60-120
Moyenne	120-200
Elevée	200-300
Très élevée	> 300

**Source: (LeClech, 2000)**

Un substrat à faible CEC (tourbe, terre,.....) pourrait stocker les éléments fertilisants qu'on lui apporte, en effet les substrats à forte CEC perdent peu d'éléments par lessivage, les risques d'excès de salinité sont donc plus limités.

Un substrat à forte CEC mettre à la disposition de la plante les éléments au fur et à mesure de ses besoins (Foucard, 1994).

Un sol ayant une CEC élevé aura tendance à immobiliser les métaux lourds et à diminuer ainsi leur disponibilité.

La capacité d'échange cationique augmente avec la teneur en Argile du sol, il est logique donc que les concentrations maximales des métaux soient plus élevées dans le cas. Des sols à texture fine (comme l'argile et le limon argileux) que dans Celui des sols à Texture grossière comme le sable.

**- La conductivité électrique (CE):**

A conductivité électrique donne une idée sur la salinité du milieu. Lorsque la concentration saline de la solution aqueuse d'un sol est trop élevée, les racines se développent mal et la croissance de la plante est ralentie, on aboutit même dans les cas Graves, au dépérissement des plantes Baize en 2000 classe les sols selon sa conductivité et la somme des anions.

**Tableau 11:** Classification des sols en fonction de la CE et de la somme des anions:

Classe	Désignation	Conductivité électrique (mmhos/cmà25°C)	Somme des anions (mé/l)
0	Non salé	<2.5	<25
1	Faiblement salé	2.5-5	25 - 50
2	Moyennement salé	5-10	50-105
3	Salé	10-15	105-165
4	Fortement salé	15-20	165-225
5	Très fortement salé	20-27.5	225-315
6	Excessivement salé	27.5-40	315-620
7	Hyper salé	>40	>620

Source: (Baize, 2000)

**- La matière organique (MO):**

La matière organique joue plusieurs rôles:

- Contribue et facilite l'obtention d'un état structural stable (**Morel, 1996**)
- Une meilleure porosité, bonne perméabilité, meilleure aération et un meilleur Réchauffement du sol (**Mustin, 1987**).
- Joue un rôle important dans la rétention en eau (**JAUNES et JACOBSON, 2001**)
- Sous l'action des microorganismes du sol, elle libère les éléments minéraux qui sont indispensables à la nutrition et au développement des plants (**Bollaget al, 1998**).

- La matière organique des sols se caractérise, comme les argiles, par une grande surface spécifique et par son pouvoir gonflant, permettant la pénétration de l'eau et la diffusion de molécules de petites tailles qui peuvent ainsi se lier avec les substances humiques (CHOUDHRY, 1994).

### 6-3 - Les éléments nutritifs:

Tous les éléments nutritifs nécessaires aux développements des plantes sont absorbés sous formes minérales. Environ 16 éléments sont reconnus indispensables au développement des plantes vertes, ses éléments indispensables, sont subdivisés en deux groupe :

- Les éléments majeurs (macro élément) forment environ 99% de la matière sèches végétale.
- les oligo-éléments (micro éléments) absorbés en quantité infime représentent 1% de la matière sèche végétale.

L'insuffisance d'un élément assimilable dans le sol réduit l'efficacité des autres éléments, et par la suite le rendement. De même l'excès ou le déficit du sol en certains éléments nutritifs, et particulièrement les oligo-éléments, peut se manifester par des phénomènes de toxicités ou de carence des végétaux (Mn, Cu,..).

- Les éléments majeurs (macroélément) forment environ 99% de la matière sèches végétale
- les oligo-éléments (micro éléments) absorbés en quantité infimes représentent 1% de la matière sèche végétale.

L'insuffisance d'un élément assimilable dans le sol réduit l'efficacité des autres éléments, et par la suite le rendement. De même l'excès ou le déficit du sol en certains éléments nutritifs, et particulièrement les oligo-éléments, peut se manifester par des phénomènes de toxicités ou de carence des végétaux (Mn, Cu,..).

**6-4 - Les éléments majeure:****-Azote:**

L'azote se trouve dans le sol sous trois formes: organique, ammoniacale et nitrique, représentant trois stades de décomposition biologique des matières organiques (VILLAIN, 1989).

L'essentiel de la nutrition azotée des plantes est assuré par les nitrates.

L'azote sous forme d'ions nitrate, est un élément très soluble, peu retenu par le sol. Il provient des sources suivantes : Atmosphérique, organique, et l'azote des engrais (Sotner, 2000).

La carence en azote, inhibe la croissance, entraîne la chlorose des feuilles par diminution de la teneur en chlorophylle en commençant par les plus vieilles (HELLER et al, 1993) et l'apparition de tiges plus minces et plus rigides.

L'excès d'azote va provoquer une stimulation de la croissance des feuilles au dépend des fleurs, tissus tendre à paroi mince, dans les cas graves, chlorose des feuilles jusqu'à entre les nervures, tendant vers sa nécrose et dessèchement, excès de pression osmotique, flétrissement, nécrose racinaire.

**- Phosphore:**

Il se trouve dans le sol sous trois formes:

- une forme accessible: liée au complexe argilo humique par le calcium et le Magnésium.
- Une forme combinée: il est immobilisé, en partie, par les hydroxydes d'aluminium et de fer dans les sols acides (dans ce cas, il est nécessaire de chauler le sol pour le libérer). Insoluble en sol calcaire, le phosphore peut être sous forme de phosphates de calcium, dont certains sont insolubles.
- Une forme adsorbant: constitue la réserve rapidement assimilable par la plante (SOLTNER, 2000;JAUNES et JACOBSON, 2001)

Le phosphore dissous dans la solution du sol et le phosphore adsorbé sur le

complexe adsorbant, constituent la réserve rapidement assimilable par la plante.

Les normes données par le ministère de la coopération de la république Française (1974) pour le phosphore assimilable sont représentées par le tableau suivant:

**Tableau 12:** Classe d'appréciation pour le phosphore assimilable:

Classe	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable (%)
Terres pauvres	0.12
Terres moyennes	0.12 à 0.30
Terres riches	>0.30

**Source: ministère de la coopération de la république française (1974)**

### - Potassium:

Le potassium n'est pas très mobile dans la plante, il joue un rôle important dans les mécanismes de la photosynthèse, lors de la migration des sucres, la synthèse des matières azotées, l'économie de l'eau, la résistance aux froids, la résistance aux maladies cryptogamiques. Une insuffisance en potassium provoque des chloroses puis brunissement des bords du limbe des feuilles de base, pouvant s'étendre entre les nervures et évoluant vers la nécrose, La tige devient mince et faible. L'excès du potassium provoque des nécroses au niveau de la racine et une faible croissance (BELAIDI, 2010).

MOREL (1996), signale que l'estimation de l'aptitude d'un sol à assurer l'alimentation des cultures en potassium doit être associée au taux d'argile et à la valeur de la CEC.

### - Le Calcium:

Dans le sol, le calcium représente le principal élément de saturation du complexe adsorbant, il contribue puissamment à flocculer les argiles et les complexes argilo humiques (GAUTIER, 1987). Par contre un excès de calcium peut provoquer surtout l'in solubilisation des composés phosphatés et le blocage éventuel des oligo-éléments (Fe, Zn, Cu et Mn) (MOREL, 1996).

### - Le Magnésium:

L'insuffisance en cet élément provoque une chlorose sur les feuilles du bas, mais son excès provoque un déséquilibre par absorption insuffisante du potassium.

**6-5 - Les oligo-éléments:**

Les oligo-éléments sont plus rarement fournis, il peut par fois cependant exister des carences spécifiques, en fonction des types de sol particulièrement. Par exemple, de nombreuses forêts auvergnates souffrent d'un manque de Bore.

**- Le fer:**

Bien qu'il ne soit pas un constituant de la chlorophylle, il est indispensable à sa formation, sa carence provoque la chlorose. Le fer participe à la constitution de nombreuses enzymes d'oxydation.

**- Le Cuivre:**

Comme le fer, entre dans la composition de nombreuses enzymes d'oxydation.

**- Le Zinc:**

Outre son rôle dans de nombreuses enzymes d'oxydation, il participe à la fabrication des auxines de croissance.

**- Le Molybdène:**

Est nécessaire au métabolisme de l'azote, il est le constituant d'une enzyme réduisant les nitrates en amines.

**- Le Bore et le Manganèse:**

Ils entrent dans la composition d'enzymes. Leurs rôles sont encore mal connus.

**- Le Chlore:**

Est surtout connu pour les effets négatifs qu'il induit quand il est en excès.

**- Le Cobalt:**

N'est peut-être pas indispensable aux végétaux, mais cet élément se révèle indispensable aux bactéries et aux champignons de la rhizosphère et plus encore aux bactéries fixatrices d'azote atmosphérique, symbiotes des légumineuses.

La plupart de substrat sont sol peuvent être utilisés seuls ou mélangés au sol pour améliorer ses propriétés.

**7 - Classification des substrats:**

Selon Ansette(1976), on classe les substrats en deux groups:

- Le premier groupe : englobe les substrats physico chimiques inactifs, qui sont Caractérisés par le fait, qu'ils n'interviennent pas dans l'alimentation minérale du plant, Ce qui implique le recours à des solutions nutritives, ces mélanges peuvent être constitués par du sable, gravier, argile expansé,....
- Le deuxième groupe : comprend les substrats physicochimiques actifs comme les tourbes, les terreux végétaux, les boues, écorces compostées...etc. Dans cette catégorie, le mélange Peut stocker et céder les éléments nutritifs au végétale et la fertilisation n'est pas obligatoire.

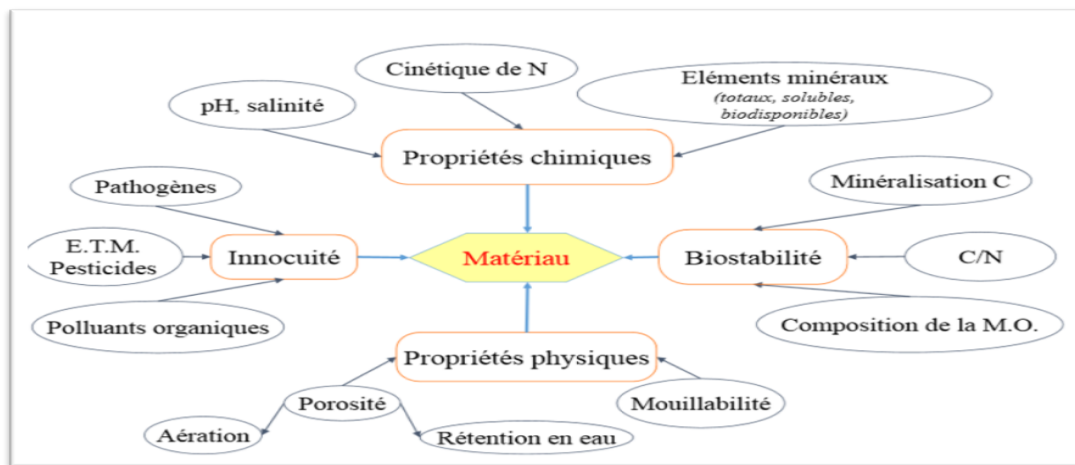


Figure 14: propriétés essentielles des substrats de culture Source : (Philippe ,2016)

**8 - Les types du substrat de culture:**

D'origine organique ou minérale, chaque produit présente des particularités qui peuvent orienter le choix du producteur, selon ses objectifs technique et économique (Bigey, 2003).

## 8.1 - Les matériaux organiques:

### 8.1.1 - Les matériaux organiques naturels:

#### a- Les tourbes:

La tourbe est un type d'humus formé en anaérobiose permanente ou presque tourbes, les terreux végétaux, les boues, écorces compostées...etc. Dans cette catégorie, le mélange Peut stocker et céder les éléments nutritifs au végétale et la fertilisation n'est pas obligatoire.

#### b- L'écores:

L'écores, résidu des traitements des bois de papeterie pourrait être un substrat intéressant à condition de n'utilisé que de l'écores de résineux et d'une granulométrie pas trop fine (Djeddi et al, 2017).

L'écorce joue un rôle dans la confection des mélanges binaires, où l'un des constituants joue le rôle de rétenteur d'eau, et d'autre celui de système d'aération. Un compostage bien Conduit (de 8 à 10 mois) permet souvent

D'obtenir un produit plus stable, utilisé en mélange avec la tourbe pour ces propriétés d'aération (MOINEREAU et al, 1987).

#### c- Charbon:

La poussière de charbon ou les petits morceaux de charbon aident à améliorer la CEC d'un substrat. Le charbon est disponible par tout, à tout moment (JAENICKE, 2006).

#### d- Déchets cellulo-ligneux:

Selon MOINEREAU et al(1987), ce terme regroupe un ensemble de sous-produits issus de l'activité sylvicole, agricole ou industrielle, la plupart de ces matériaux doivent être compostés et désinfectés avant l'utilisation. Comme pour les écorces, le compostage a pour effet de stabiliser et d'homogénéiser le produit. Parmi les déchets cellulo-ligneux, nous pouvons citer par exemple : les sciures compostées, les raisins, paille de céréales, les déchets de liège, cime de pin, broussailles et bois de platane et de peuplier.

## 8.2 - Les matériaux organiques d'origine urbaine:

L'accroissement du volume des compostes d'ordures ménagère sa conduit à proposer leur utilisation en pépinière. La durée de compostage est le critère le plus important pour apprécier la qualité du compost urbain. Il doit être au minimum de 4 mois. (ANSTETT, 1979).

Sur le plan chimique le composte présente:

- Un pH alcalin:7,5 à 8,5.
- Salinité importante.
- Une quantité importante de métaux lourds.

## 8.3 - Les matériaux minéraux:

### 8.3-1 - Les matériaux minéraux naturels:

Ce sont des matériaux qui ne subissent aucune dégradation et sont chimiquement neutre. En pépinière les plus utilisés sont : le sable, le gravier, la pouzzolane, les terres et les tufs volcaniques

#### A - sable et gravier :

Le sable est un substrat commun pour faire germer les graines. Le sable et le gravier sont tous les deux lourds (densité apparente 1000-1700g/l) et ils rendent aussi difficile le transport des plants sur le terrain (JAENICKE, 2006).

Le sable grossier et le gravier ont une faible capacité tamponne pour l'eau, et leur emploi à l'état pur implique un contrôle rigoureux de l'irrigation (Faucard, 1994).

Le sable particulièrement le sable fin, ne doit jamais être utilisé en plus du substrat de rempotage, car il bouche les pores.

#### B - Pouzzolane:

Les pouzzolanes sont des matériaux d'origine minérale, Leurs aérations sont importantes et c'est à ce titre qu'elles sont souvent utilisées en mélange avec la tourbe (FOUCARD, 1994).

Elle offre aussi pour les cultures hors sol d'un milieu de grande stabilité et durabilité, chimiquement inerte initialement exempt de germes pathogènes et ultérieurement facile à désinfecter (**MOINREAU et al, 1987**).

### **C- Les tuffs volcaniques:**

Sont constitués de cendres volcaniques consolidées et cimentées. Broyés, ces matériaux se comportent comme une terre limono argileuse à très bonne stabilité structurale (**GRAS, 1983**).

### **8.3-2 - Les matériaux minéraux expanses:**

Ce sont des matériaux naturels qui ont subi un traitement par la chaleur. On distingue les composés suivants:

#### **A -Vermiculite:**

Matériau d'origine minérale (mica) traité à 1100 °C et expansé (**FOUCARD, 1994**). C'est un substrat très actif du point de vue physico-chimique, dont le pH est pratiquement neutre (7 à 7.2). Ce matériau employé à l'état pur convient tout particulièrement à la germination et au bouturage (**MOINREAU et al, 1987**).

#### **B - Argile expansée:**

Origine: minérale

Utilisation: L'argile est utilisée pour drainer le fond des pots, comme substrat en hydro culture.

En culture hors-sol, on l'utilise également pour limiter l'évaporation de l'eau. Souvent présenté en forte granulométrie habituelle (un centimètre) limite son utilisation aux bacs profonds. Ce substrat se désagrège très peu, et son pH est neutre (**FREDRIFBRIDEL, 2008**).

**C - La perlite:** La perlite est un aluminosilicate qui, comme la vermiculite, est chauffé avant d'être vendu. Les particules de perlite sont légères et stériles avec une structure rigide et fermée où l'eau n'adhère qu'à la surface. La perlite, qui a un pH neutre et une CEC très faible, permet d'augmenter la porosité d'air, la conductivité hydraulique saturée et le

drainage du substrat, mais elle réduit toute fois la conductivité hydraulique non saturée du milieu (Djeddi et al, 2017).

### **9 - Le bon substrat:**

La production d'un bon plant forestier dépend en grande partie de la qualité du support de culture utilisé. Pour assurer l'ensemble de ces fonction un bon substrat doit présenter les caractéristiques suivant:(**CHAOUIAL, 2012**).

- Une porosité de plus de 80% en volume.
- Pour une bonne nutrition minérale des plantes, le PH du substrat doit être compris entre 5 et 8.
- Pour une bonne aération le taux d'air àPF1 doit être égal ou supérieur à 20%.
- Pour une bonne alimentation en eau, le substrat standard en pépinière doit avoir une disponibilité en eau facilement utilisable supérieure ou égale à 25% (**MICHLOT, 2010**).
- Un pouvoir tampon vis-à-vis de la sécheresse compris entre 4 et10% (**MICHLOT, 2010**).

### **10 - L'humidité du sol:**

L'humidité est la présence d'eau ou de vapeur d'eau dans l'air ou dans une substance (linge, pain, produit chimique, etc.). Elle peut se mesurer grâce à un hygromètre à cheveu ou numérique et s'exprime généralement en pourcentage.

Le terme humidité utilisé dans le langage de la construction correspond à une présence anormale d'eau dans un bâtiment. Celle-ci peut être sous forme de liquide, de vapeur d'eau. Ou de remontée capillaire.

L'humidité du sol est un paramètre important dans le bilan hydrique du sol et en irrigation, c'est un facteur intervenant dans la modélisation du drainage, et peut fournir de l'information sur le potentiel hydroélectrique et d'irrigation d'un bassin. Dans les régions de déforestation active, les évaluations de la teneur en humidité du sol aident à la prévision du volume de ruissellement, des taux d'évaporation et de l'érosion du sol.

L'humidité de surface du sol conditionne les échanges avec l'atmosphère par L'intermédiaire du bilan d'énergie à la surface du sol (très différent sur une impact sur

l'évaporation du sol et transpiration. Ce qui conditionne les transferts de masse et de chaleur entre la terre et l'atmosphère (Koster, 2004).

La connaissance de l'humidité du sol est donc très utile dans les modèles de prévision météorologiques via des modèles de circulation générale. Enfin, une surveillance continue de l'humidité du sol sur une grande échelle, et sur de longues périodes de temps, donne un aperçu des modifications éventuelles du climat.

Cependant, l'humidité du sol est un terme très vague et il est important de le définir. La définition la plus commune de ce terme est la quantité totale d'eau présente dans la zone insaturée.

Pour des raisons pratiques, cette humidité est souvent séparée en deux composantes, l'humidité du sol de surface, correspondant aux premiers centimètres (5cm en général), et l'humidité de la zone racinaire du sol (deuxième réservoir) (Hillel, 1988).

(5cm en général), et l'humidité de la zone racinaire du sol (deuxième réservoir) (Hillel, 1988).

#### **- Les enjeux d'une connaissance de l'humidité du sol:**

L'humidité du sol joue un rôle majeur dans le cycle de l'eau. Elle est une variable fondamentale dans plusieurs disciplines des sciences de l'environnement, telles que l'agronomie, l'hydrologie, la météorologie et l'hydrogéologie.

- La connaissance précise de l'humidité du sol et de son évolution spatio-temporelle constitue un élément clé:

- Pour surveiller la croissance de la végétation et prédire la production agricole, améliorer la gestion des ressources en eau et mieux comprendre les processus de transferts d'eau et de chaleur dans l'interaction entre surfaces continentales et l'atmosphère, et enfin d'améliorer les prévisions météorologiques.

- L'humidité du sol est un facteur important qui influence le processus de germination des semences, d'émergence ainsi que la croissance végétale

- Elle est aussi un paramètre d'alerte dans la détection rapide d'états d'assèchement afin d'optimiser l'irrigation ce qui permet d'améliorer la production d'une culture, de faire compromettre et les cultures, mais il peut indiquer le début des sécheresses de manière à détecter rapidement des risques et permettre de prévenir des producteurs agricoles ayant des planifications plus tôt pour contribuer à baisser les souffrances des récoltes.

Dans la zone racinaire, c'est l'interface entre la végétation et le système hydrologique qui joue un rôle prépondérant : la valeur de l'humidité de la zone racinaire conditionne l'assimilation de CO<sub>2</sub> à travers les stomates et les dégâts possibles de l'appareillage photosynthétique. ainsi, la détermination de l'humidité

du sol dans la zone racinaire est un objectif important pour l'observation de la croissance des plantes, à court et moyen terme, ainsi que pour produire des indices de sécheresse des sols, et des cartes de rendement agricole en vue de contrôler, surveiller et faire des prévisions de production d'une culture.

- La connaissance précise de l'humidité de surface est aussi importante pour la reconstruction des champs de précipitation, de l'évaporation, des infiltrations et pouvoir améliorer la prévision de ruissellement et des risques d'inondation en effet, l'humidité du sol est un volume d'eau stocké dans le sol, que ce soit en surface (environs 5 cm) ou à des niveaux plus profonds. Elle peut contrôler la répartition des eaux de ruissellement et d'infiltration efficace des précipitations dont tout ou une partie peut contribuer à recharger les nappes aquifères. L'humidité du sol permet de faire la prévision d'inondation sur la base des sols saturés qui n'absorbent plus de pluie et d'eau de ruissellement, et toute précipitation se transforme en inondation.

- Les flux d'eau et d'énergie à l'interface terre /atmosphère sont fortement dépendants de l'humidité de surface. Elle affecte non seulement l'évapotranspiration mais aussi l'aptitude des sols à stocker la chaleur, leur conductivité thermique, et la partition de l'énergie entre flux de chaleur latent et sensible. C'est donc une variable clé, qui conditionne le transfert de l'eau et de la chaleur à l'interface sol/ atmosphère.

-L'humidité du sol est enfin une variable clé pour les simulations numériques en météorologie ainsi que pour les modèles climatiques. On montre que la prédictibilité des précipitations sur les terres émergées augmente par la connaissance de l'humidité du sol et notamment en zones sensibles comme le sahel (ESC Orihuela, 2006).

L'utilisation de champs d'humidité obtenus par satellite améliore l'analyse et donne des résultats plus précis dans la prévision météorologique (Kerr & cabot 2009).

# **Chapitre III :**

## **Matériel et méthodes**

**1- présentation de station d'étude :****1-1-Coordonnées géographiques : 36°43 08N, 6°4843E****1-2- Localisation:**

La ferme implantée à la commune d'Emjez edchiche, daïra d'EL harrouch wilaya de Skikda, crée le 12 février 1989 par arrêté ministériel N° a143, a vocation scientifique et technique .la superficie agricole totale est de 83ha 12ares, la superficie agricole utile 73ha 12 ares.

**Figure 15: station d'étude****1-3 - Etude du milieu:****1-3-1 - Caractéristiques du climat:**

C'est l'une des régions les plus arrosées d'Algérie. Avec une tranche pluviométrique annuelle de 830 mm .Selon le clima gramme d'Emberger, la ferme trouve à l'été âge bioclimatique sub-humide à l'hiver chaud. (ITAFV 2017).

**1-3-2 - Caractéristiques du sol:**

Le sol est à la limite entre les limons organique (sable fin ou limon misasse plastique) et les argiles inorganiques de forte plasticité (argile grasse). La teneur en calcaire de ces sols est relativement faible, oscillant entre 0 et 8%. Le PH est alcalin variant de 7.5 à 8.4 la carte géolo-lithologique au 1/200.000, Indique que les terres de la ferme sont constituées par des grès, conglomérats d'alternance argiles noires gypseuse, d'âge miocène inférieur. (ITAFV 2017).

**1-4 - Plan de parcelle :****Tableau 13:** Composition variété de culture en ITAFV

ESPECE	NOMBRE De VARIETE	SUPERFICIE m <sup>2</sup>
PAB Ancien agrume	12	14975
PAB Nouveau agrume	19	6048
Parc Semencier	03	1500
Verger Production agrume	02	23928
PAB Olivier	14	2184
Collection Olivier	11	12692
Démonstration Olivier	02	24000
PAB Poirier	06	5824
Parc Semencier Rosacées	03	1664
Essai Poirier	04	800
PAB Vigne	11	429
CPM Vigne	07	44608
Collection Vigne	62	3510
Collection Fugurier	23	9856

**2 - Matériel utilise :****2.1 - Matériel végétal :**

Le matériel utilisé dans notre expérimentation est les Graines de trois portes greffes : Citrange carrizo, Citrus volkameriana et citrange troyer.

**2.1.1 - choix des variétés :**

Au début, nous avons sélectionné parmi les variétés des semences de porte-greffes existantes, trois qui présentent une meilleure faculté germinative et une bonne croissance végétative.

**Le volka :**

Volakameriana conféré des qualités agronomique intéressant : vigueur.rapidite de mise a fruit, augmentation de calibre des fruits, d'autre part il est de plus en plus utilise dans le bassin méditerranéen pour sa tolérance aux maladies est s aux sols secs, calcaire est salines.

Malheureusement, il est sensible a la gommose a phytophthora et confère une très mauvaise qualité interne aux fruits du groupe des clémentines : elles sont moins justesses, ont la peau plus épaisses et présentent des faibles teneurs en sucres et en acidité.

Il est conseil comme porte-greffe pour le groupe des citrons et des limes en condition de sol tares drainant.

Dans certains cas (greffe avec du cédratier par exemple) son développement est plus lent que celui de la variété et l'arbre présente au niveau du point de greffe un aspect de goulot de bouteille. (Cf. dessin).

Tableau 14: caractéristique et propriété de variété de volka

<b>Adaptation du sol</b>	-zone humide -zone sèches -Résistance froid hivernal -sol argileux -sol lamineux -sol acide -calcaire - salinité	Non adapte Adapte Faible  Moyen Bien adapte Bien adapte moyen adapte Moyen
<b>Effet sur le fruit (clémentine)</b>	-calibre peau surface -epuseuere peau -coloration -teneur en jus - extrait sec Acidité équilibre sucre-acide	Moyen Rugueuse Plutôt épaisse Moyenne Faible Moyen Elevé mauvais
<b>Effet sur le comportement de l'arbre</b>	-vigueur -mise en fruit -productivité	Forte Rapide Elevé
<b>Comportement en pépinière</b>	taux de levé -fonte de semis -Développement greffage -vigueur du plant greffe	Elevé Sensible Rapide Facile Très bonne
<b>Maladies et ravageurs</b>	Tristeza Exocortis Cachexie Cristacortis Psorose Gommose Pourridies nématodes	Tolérant Tolérant Tolérant Tolérant Tolérant sensible  Tolérant

**Le troyer**

Le citronnage troyer obtenu en Californie en 1909, il a un comportement proche de celui du citrange carrizo.

On observe cependant que le citrange troyer entraîne parfois un dépérissement précoce inexplicable (20-25) : on parle alors de vieillissement accéléré

Ce porte greffe et en Espagne au Maroc, turque ; il est progressivement remplacé par le citrange carrizo, plus performante, mieux adaptée aux sols argileux et la salinité et plus résistante à certains nématodes.

Période de récolte : de décembre à janvier 4000 à 6000 graines au g de graines.

**Le carrizo:**

Le citrange est un hybride d'orange Washington naval et de ponceurs, obtenu en 1909 à Carrizo Springs au Texas (état unis) ce porte greffe rassemble de nombreuses qualités : il confère une mise à fruit rapide et une forte productivité, sans diminution du calibre de fruit. Préférant les sols limoneux et acides, il est un des porte greffe les plus utilisés en zone agrumicole, sauf dans les régions arides, très calcaires et très salines où son comportement est médiocre. L'affinité du citrange carrizo avec la clémentine est meilleure que celle du ponceur (cf. de dessin). Le citrange carrizo est un des porte greffe les plus faciles à multiplier en épiphyte : son développement homogène, l'enracinement est dense et profond le greffage s'opère sans aucune difficulté. Le greffage il faut néanmoins prendre la précaution d'utiliser des greffons salins, les citronnages sont sensibles à l'excortis.

**Tableau 15:** caractéristique et propriété de variété de carrizo

<b>Adaptation au sol</b>	Zone humide Zone sèche Résistance au froid hivernal Sol argileux Sol limoneux Sol acide Calcaire Salinité (chlorure)	Moyen Moyen Intermédiaire Moyen Bien adapte Bien adapte Peu adapte Peu adapte
<b>Effet sur le comportement de l'arbre</b>	Vigueur Mise à fruits Productivité	Forte Rapide Forte
<b>Effet sur le fruit (clémentine)</b>	Calibre Surface peau Epaisseur peau Coloration teneur en jus Extrait sec Acidité Equilibre sucre-acide	Moyen Lisse peu épaisse belle élevé élevé élevée agréable
<b>Comportement en pépinière</b>	Taux de levée Fonte des semis Développement de la porte –greffe Greffage Vigueur de la plante greffe	Bon Moyen Rapide Très facile  Très forte
<b>Maladies et ravageurs</b>	Tristeza Exocortis Cachexie Cristacortis Psorose Gommose Pourridiés nématodes	Tolérant sensible Tolérant Tolérant Tolérant resistant sensible Tolérant

Source : Centre de ressource biologique citrus Inra –cirad –centre Inra de corse - 20230

SANGUILIANO (d après Jacquemont et al .2013)



Figure 16 : graines de différents porte greffes utilisé

## 2.2 - matériel de la serre:

- sable
- terre agricole
- fumier
- Sachet plastique
- Arroseur
- Brouette
- fongicide

## 3 - méthode suivie :

### 3.1 - Préparation des substrats :

Dans notre expérimentation, l'élément aérateurs utilisée est le sable associé à deux rétenteur : la terre agricole et le fumier. Par la combinaison de trois substrats confectionnés à base de trois matériaux (sable d'oued, terre agricole et fumier) avec trois variétés de porte greffe (*Citrangue carrizo*, *Citrus volkameriana* et *citrangue troyer*), on cherche de voir le comportement des plants de différentes variétés élevées sur ces substrats et par conséquent classer les modalités testées. Enfin, la meilleure combinaison testée (provenance × substrat) nous permet de choisir la meilleure variété de porte greffe pour la région et ainsi de choisir le meilleur substrat d'élevage du porte greffe.

Tableau 16: Composition et dénomination des modalités testées.

Modalité	Composition	
	variété	Substrat
M1	<i>Citrus Volkameriana</i>	1/3 sable + 1/3 fumier +1/3 terre agricole
M2	<i>Citrus Volkameriana</i>	1/2 fumier + 1/4 sable + 1/4 terre agricole
M3	<i>Citrus Volkameriana</i>	1/2 sable +1/4 fumier+1/4 Terre agricole
M4	<i>Citrangé carrizo</i>	1/3 sable + 1/3 fumier +1/3 terre agricole
M5	<i>Citrangé carrizo</i>	1/2 fumier + 1/4 sable + 1/4 terre agricole
M6	<i>Citrangé carrizo</i>	1/2 sable +1/4 fumier+1/4 terre agricole
M7	<i>Citrangé troyer</i>	1/3 sable + 1/3 fumier +1/3 terre agricole
M8	<i>Citrangé troyer</i>	1/2 fumier + 1/4 sable + 1/4 terre agricole
M9	<i>Citrangé troyer</i>	1/2 sable +1/4 fumier+1/4 terre agricole

### 3.2 - Protocole expérimental :

Les substrats ont été mélangés manuellement à l'aide d'une pelle et mis dans les sachets de 0.002 cm<sup>3</sup>.



**Figure 17 :** Préparation des substrats

Le dispositif choisi est un essai en randomisation totale avec trois répétitions, chaque répétition est composé de neuf sachet en plastiques à fond perforé, chaque sachet contient 02 graines et correspond chacun à une modalité (figure19), ce qui donne  $2 \times 9 = 18$  graines par répétition et 54graines pour tout le dispositif.



**Figure 18:** Protocole expérimental

### 3.3 - Semis:

Les graines ont été semis le. 20/2/2022. à raison de deux graines par sachet.

### 3.4 - Arrosage:

Les plants ont été irrigués manuellement au moyen à raison de 5 fois par semaines.



**Figure 19:** Arrosage des graines

### 3.5 - Protection des semis :

Le désherbage des adventices s'est effectué manuellement dès que cela s'avère nécessaire, car celles-ci exercent sur les plants des actions nuisibles du point de vue mécanique en étouffant les semis, et physiologique en provoquant une baisse de fertilité.



**Figure 20 : protection des graines**

## 4 - Mesures et observations sur les plants:

### 4.1 - La levée des semis:

On parle de levée dès qu'il ya apparition d'une plantule de chêne-liège, à chaque fois qu'une plantule apparait on la compte, jusqu'à la dernière levée, (du 18/04/2022/2022 au 09/05/2022)



**Figure 21 : levée des semis**

**4.2 - Caractères morphologiques des plants :**

Les critères de vigueur les plus souvent utilisés sont: hauteur, diamètre au collet, nombre des feuilles et des branches et la biomasse aérienne et racinaire.

**4.2.1 - Hauteur des plants:**

Les mesures des hauteurs, a été effectuées 25/04/2022 jours après le semis à 03 dates différentes. A l'aide d'une règle graduée, on a mesuré la hauteur des plants depuis le ras du sol jusqu'à l'apex.



**Figure 22 :** mesure la hauteur de plante

# **Chapitre IV :**

## **Résultats et discussions**

## 1 - Résultats des analyses au laboratoire :

Les analyses physico-chimiques des substrats ont été réalisées au niveau des laboratoires des sciences agronomiques de l'université de Skikda (Laboratoire chimie du sol et des eaux, laboratoire physique du sol et hydraulique).

### 1.1 - Analyse chimique des substrats :

**Tableau 17:** Résultats des analyses chimiques des substrats.

	S1	S2	S3
<b>pH</b>	5.08	5.45	5.96
<b>CE (mmhos/m)</b>	0.00275	0.002	0.0026
<b>CEC (meq/100g)</b>	3	6	4.75

### 1.2 - Interprétation:

#### 1.2.1 - Le pH :

**Tableau 18 :** Normes d'interprétation du pH de la solution du sol.

pH	5-6.5	<3.5	3.5-4.2	4.2-5	6.5-7.5	7.5-8.7	>8.7
<b>Classes</b>	Hyper Acide	Très Acide	Acide	Faiblement acide	Neutre	Basique	Très Basique

**Le CLERCH (2000)**

En se référant au tableau ci-dessus, nous constatons que les trois substrats ont un PH hyper acide. Ce qui reste dans l'intervalle souhaitable pour la culture des agrumes.

#### 1.2.2 - La conductivité électrique :

**Tableau 19:** Echelle de salure Européenne (**GROS, 1979**).

CE (mmhos/cm)	0 à 0.6	0.6 à 1.2	1.2 à 2.4	2.4 à 6	< 6
<b>Extrait 1/5</b>	Non salé	Peu salé	Salé	Très salé	Extrêmement Salé

Selon l'échelle de salure Européenne, nos résultats montrent que tous les substrats sont non salés (conductivité électrique 0a 0.6mmhos/cm).

### 1.2.3 - La capacité d'échange cationique (C.E.C) :

La capacité d'échange cationique représente la quantité maximale de cations que le sol peut retenir sur le complexe adsorbant, elle représente la réserve totale assimilable du sol en éléments minéraux, ce paramètre donne la fertilité Chimique du sol (CALVET et VILLEMEN, 1986).

**Tableau 20:** Normes d'interprétation pour la C.E.C.

	<b>Très faible</b>	<b>Faible</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Elevée</b>	<b>Très élevée</b>
<b>CEC (meq/100g) DELMAS et DARGTIGUE</b>	< 5	5-10	10-15	15-20	> 20

(CALVET et VILLEMEN,1986)

La capacité d'échange cationique dépend du taux d'argile et d'humus du sol, en se référant aux normes ci-dessus nous constatons que la capacité d'échange cationique dans la substrat(s2) faible et deux substrat (s1 et s3) très faible

### 1.3 - Analyse physique des substrats :

**Tableau 21 :** Résultats des analyses physiques des substrats.

<b>Analyses</b>		<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
<b>Matière organique (%)</b>		8.28	7.2	2.17
<b>Carbone organique(%)</b>		14.24	12.38	3.73
<b>Granulométrie</b>	Argile(%)	25.75	15.73	42.25
	Limon(%)	12.85	27.45	19.44
	Sable grossier(%)	55.17	50.60	37.32
	Sable fin (%)	51.6	6.21	0.99
	Texture Nature du sol	Limon argileux sableux	Limon sableux	argile
<b>humidité</b>		79.12	79.41	88.57
<b>Densité apparente</b>		1.26	1.12	1.45
<b>salinité</b>		0	0	0

## 1.4 - Interprétation :

### 1.4.1 - Le Carbone et la matière organique :

**Tableau 22:** Normes d'interprétation de la matière organique selon (SCHAFFER, 1975).

Taux de matière organique(%)	Terre
<1	Très pauvre
1 à 2	Pauvre
2 à 4	Moyenne
>4	Riche

D'après DUTHIL (1973), la matière organique est considérée comme riche de 10.62 à 4, de ceci et selon les normes ci-dessus, on constate la richesse des deux substrats s1, s2 en matière organique cependant le substrat s3 est considéré comme moyen.

### 1.4.3 - L'analyse granulométrique :

Elle consiste à classer les éléments du sol selon leurs grosseurs et de déterminer le pourcentage de chaque fraction. La comparaison de ces différentes fractions avec un triangle de texture définit le type de sol

**Tableau 23:** Répartition des différents types de texture en fonction des classes de textures

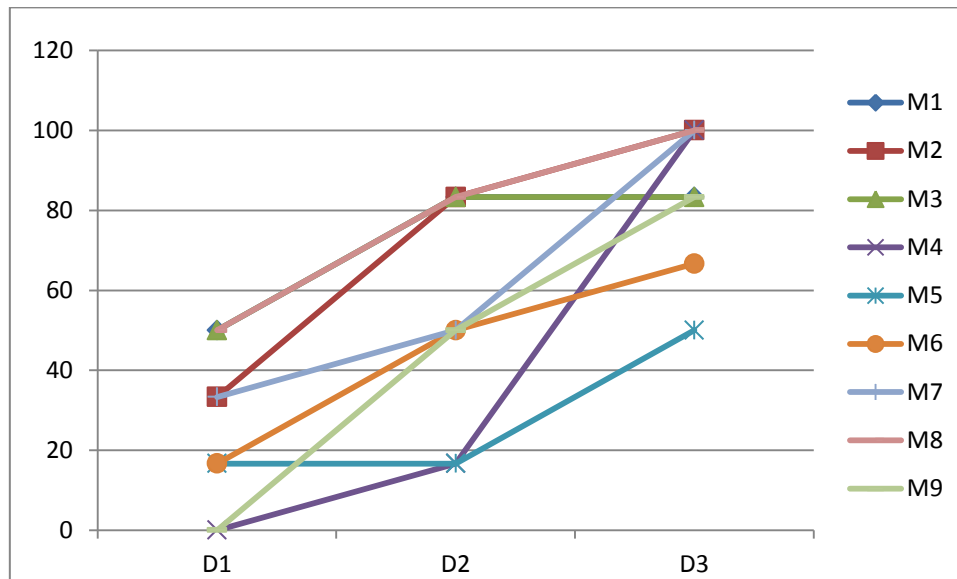
Classe de texture	Type de texture
Texture fines	Argilo-sableuse, argileuse
Texture moyennes	Limoneuse fine, limoneuse
Texture grossières	Limono-sableuse, sablo-limoneuse, sableuse

(HENIN, 1969)

D'après le tableau ci-dessus, on peut classer le S1 dans la classe des textures Limon Sablo-argileux. Et le S2 dans la classe des textures limon sableux cependant le substrat 3 est argileux.

## 2 - Résultats des mesures et des observations effectuées sur les plants

### 2.1 - Evolution du taux de germination de différents substrats:

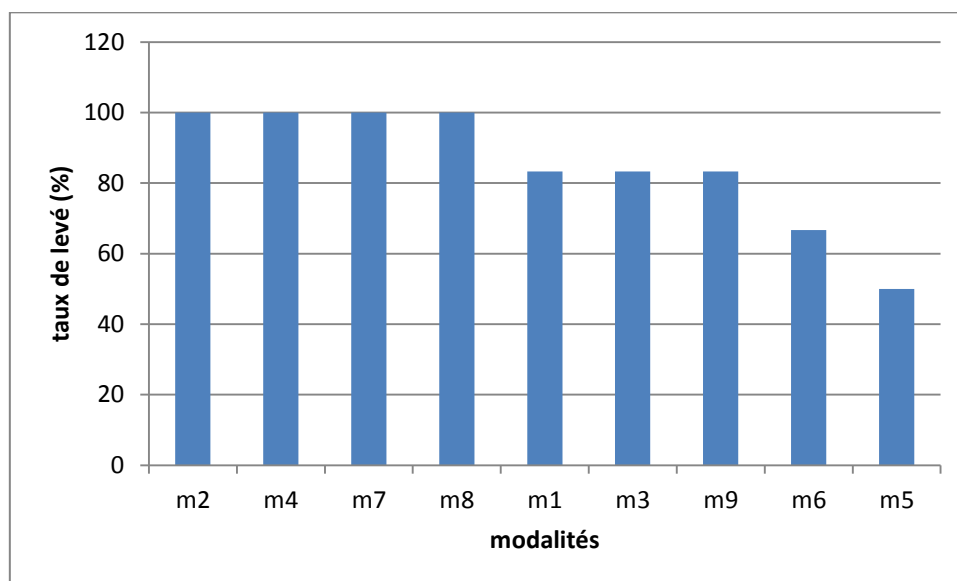


**Figure 23:** Evolution de la germination moyenne en fonction des modalités

La figure de l'évolution du taux de germination montre que tous les courbes présentent une allure sensiblement identique avec des différences entres eux.

Les modalités M8 et M2 (variétés *Citrange troyer* et *Citrus Volkameriana* élevées dans le substrat 2 (1/2 fumier + 1/4 sable + 1/4 terre agricole) présentent les taux moyens les plus importants avec une valeur de 100 %. La plus faible taux de germination est enregistrée par M5 (variété de *Citrange carrizo* élevée dans le substrat 2 (1/2 fumier + 1/4 sable + 1/4 terre agricole) avec un valeur de 50 %.

## 1-2 - Le taux de levée :

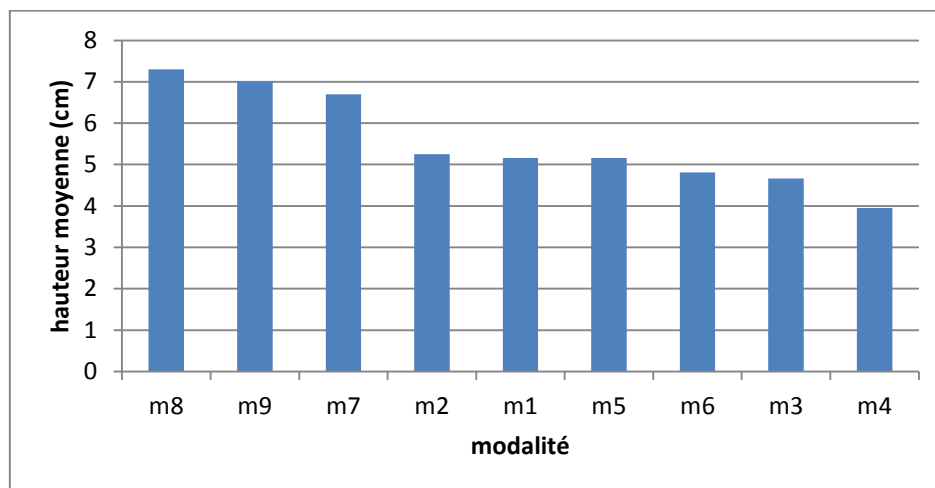


**Figure 24:** Taux de levée de différentes modalités

L'analyse de la variance (annexe 04) a montré une différence non significative pour le deux facteurs substrat et variété, et l'interaction (variété\*substrat) ( $p > 0.05$ ).

## 2.2 - Analyse des caractères morphologiques:

### 2.2.1 - Hauteur de la partie aérienne



**Figure 25:** Variation de la hauteur moyenne en fonction modalité

L'analyse de la variance (annexe 05) a dégagé une différence non significative de hauteur entre les trois substrats et entre les modalités (l'interaction substrat variété)( $P > 0.05$ ).

Cependant la différence est très hautement significative entre les variétés ( $p < 0.05$ )

Le test post hoc (annexe 06) à montrer 2 groupes homogènes :

Un premier contenant les variétés de carrizo et volka cependant et un deuxième groupe de la variété troyer.

# Conclusion

## Conclusion

---

Dans le cadre de la recherche d'un plant de qualité destiné à la production des plants d'agrumes, la présente étude porte sur la comparaison entre trois variétés de porte greffes (*Citrange carrizo*, *Citrus Volkameriana* et *Citrange Troyer*) élevées sur trois substrats de culture :S1(1/3sable,1/3terre fine,1/3sable), S2:(1/2fumier,1/4 terre fine,1/4 sable) et S3 (1/2 sable,1/4terre fine,1/4fumier).

L'élevage des plants a eu lieu en serre au niveau de la ferme d'administration de l'ITAFV d'Emzej edchiche durant la période de début février jusqu'à début MAI 2022.en conditions climatiques normales.

Les résultats des analyses physico-chimiques des substrats testées ont montrés que le substrat2 (1/2 fumier, 1/4 terre fine, 1/4 sable) est meilleur car par ses qualités physicochimiques (bonne CE, CEC, MO et pH favorable) il permet de donner les meilleurs résultats.

Concernant les paramètres biométriques exprimés statistiquement, on a trouvé que la modalité 8 (*Citrange troyer* élevé dans le substrat 2composé de : 1/2 fumier + 1/4 sable + 1/4 terre agricole a donné les meilleurs résultats pour la croissance en hauteur.

L'analyse des résultats de ces paramètres nous amène à constater que la variété de *Citrange troyer* est la mieux adapté et la plus performante, sur le plan de la qualité technique, de la productivité et de l'adaptation au milieu, et par conséquent de la résistance aux maladies et aux accidents climatiques et que le deuxième substrat composé de : 1/2 fumier + 1/4 sable + 1/4 terre agricole, par ses qualités physico-chimiques est meilleur pour l'élevage des portes greffes des agrumes.

# **Références**

# **Bibliographie**

## Références bibliographiques

---

- **Anonyme, 1998** - Les agrumes. Bureau des Ressources Génétiques, plate-forme espèces tropicales et méditerranéennes.
- **Anonyme, 1994- Mémento** de l'Agronome. République Française. Ministère de la coopération DIARY VALY. Agenda Agricole 1993-1994.
- **Anonyme, 2006** - Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche des statistiques de la production des agrumes en Algérie 2014.
- **Anonyme, 2016**.[Http://Fr.Wikipedia.org /Wiki/ agrume- commun](http://Fr.Wikipedia.org/Wiki/agrume-commun).
- **Anonyme, 2017a**.[http://Fr.Wikipedia.org/Wiki/maladies des agrumes](http://Fr.Wikipedia.org/Wiki/maladies-des-agrumes)
- **ANSTETT, A (1979)**:Problèmes des terre aux utilisés en culture ornementale et en maraichage. I.N.R.A. Versailles; 6291P, 6298P.
- **Aubert B., 2004**. Pépinière et plantation des agrumes. Ed. Cirad. France : 184p.
- **ARGILLIER C, FALCONNET G et GRUEZ J, (1990)** : Production de plants forestiers. Guide technique du forestier méditerranéen Français, 32P.
- **BAIZE, D (2000)** : Guide des analyses en pédologie, 2<sup>ème</sup> édition revue et augmentée. Edition I.N.R.A, Paris, France.
- **Bauvé J-M. (2001)**- Originalités biologiques et pathologiques des agrumes : de la Gommose à Phytophthora à la Chlorose varié guée. Laboratoire de biologie cellulaire et moléculaire (INRA).Bordeaux. 86, N°8,223-242p.
- **BELAIDI, A (2010)** : Etude comparative de trois provenances de chêne liégé élevées sur différents substrats en pépinière hors - solde Guerbes.13-40P
- **Belguendouz- Benkhelfa, R ., Biche, M. R, Adda, et L. Allal-Benfekih. 2013**. Bioecology of a citrus pest (Aonidiel la au rantii Maskell) (Hemiptera, Diaspididae): Spatiotemporal relationship with its host plants Citrus limon and C. sinensis in Algiers Region. American Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, 7(1): 14-20.
- **Belguendouz R. 2014-** Relations plantes hôtes- cochenilles diaspidines sur les agrumes (Citrus spp) en Algérie : cas de Parlatoriaziziphi (Luccas, 1853) (Homoptera : Diaspididae). Thèse. Sci. Agro., Ecol. Nat. Sup. Agron., El-Harrach, Alger : 265p.

## Références bibliographiques

---

- **BENSEGHIR L.A (1996)** : Amélioration des techniques de production hors-sol du Chêneliège : conteneur- substrats- nutrition minérale. Master en sciences forestières CEMAGREF (Aixen Provence), 26p
- **Benoufella-kitous, K.2005.** Les pucerons des agrumes et leurs ennemis naturels à Oued-Aissi (Tizi-Ouzou).Mémoire Magister. Institut National Agronomique El Harrach. 222p.
- **Bertin Y. Flhor C. (2002)** -Note technique sur la culture des agrumes. Iles Marquises, Polynésie Française.17p.
- **BIGEY (2003)**: La culture du fraisier sur substrat Edition Ctifl.Paris.165P.
- **Biche M, 2012-** Les principaux insectes ravageurs des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels. Ed. Institut national de la protection des végétaux et le ministère de l’agriculture et du développement durable et FAO, 36 p.
- **Blanc, D (1987)**: Lesculturehorsol.2èmeéditionINRA(Paris),409P.
- **BOLLAG et al (1998)** : Interaction entre les minéraux des sols les composés organique et microorganismes Edit Scientifique, RegistN404, symposiumn 41.
- **Bouchetata M. Silini S. (2014)-** Etat sanitaire des oranges et des citrons au niveau des vergers de la région de Skikda. Master : Arboriculture fruitière : Skikda : Univ. 20 Août 1955.
- **Bousbia N, 2011-** Extraction des huiles essentielles riches en antioxydants à partir de produits naturels et de coproduits agroalimentaires. Thèse cotutelle présentée pour obtenir le grade de docteur en sciences. Université d’Avignon et des Pays de Vaucluse & Ecole Nationale Supérieure Agronomique : 128p.
- **Chikh M, 1987-** Contribution à l’étude de l’influence des dates de récolte et de la durée de conservation sur la germination des pépins d’agrumes. Mémoire. Ingénieur. Univ Batna : 63p.
- **CHOUDHRY G., (1994)** – Humic substances: soptive interactions with environmental chemical in humic substances structural photo physical and Free radical aspects and interaction with environmental chemicals, Newyork; Gordon and Breach science publischer Inc, 95-134.

## Références bibliographiques

---

- **CHOUIAL A, (2012)** : Production de plants forestières en hors sol cas du chêne liège. INRAF. Arboretum de Bainem BP37 Cheraga, Alger.
- **Courboulex et Lorrain, 1998-** Les agrumes –m. Courboulex & h. De Lorrain- éditions rustica.
- **DJEDDI ET al (2017):** étude technico –économique de la pépinière forestière de Guerbés Skikda. 37P.
- **DUCHAUFOR P.H, (1977)** : Pédogenèse et classification pédologique(II) Edition Masson Paris, 477p.
- **EI KARIBI Y, EL HACHIMI K, et BNIKOU S (2013)** : la culture hors sol. Bulletin d'information technologique N°25 Indus2005/0040. 34P.
- **EL Otmani M, 2005 -** Les Agrumes, le maraichage, et le froid hivernal. Agadir, Maroc, n° 127, 4p.
- **Escorihuela, M.-J., Y. Kerr, P. de Rosnay, J.-P. Wigneron, J.-C. Calvet, and F. Lemaître, 2006** : A simple model of the bare soil micro wave emission at L-band. IEEE Trans. Geosc. Remote Sens, 45(7), 1978–1987.
- **FALCONNET G, (1992)** –La production des plants forestiers hors sol ENGREF (Nancy) 18p.
- **Faucon M, 2015 -** Traité d'aromathérapie scientifique et médicale : Fondements.
- **FREDERIC BRIDEL (2008):** Quelques substrats utilisés en botanique 1.
- **Fogliani (2016):** culture hors sol perfectionnement A solution nutritive et irrigation 61P.
- **Forest and Kim (en ligne).** Forest and Kim Sarr/flickr.com : cité le 01 mars 2015.
- **Garcia, j. 2008.** Production peu développée en Languedoc-Roussillon 2ème partie. Agrume. France. 6p.
- **Gerbeaud (en ligne)** Gerbeaud.com : cité le 23 mars 2020. Disponible : <http://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/citronnier-des-4-saisons,1586.html>.
- **Gerbeaud (en ligne)** Gerbeaud.com : cité le 10 mai 2021. Disponible : <http://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/clementinier-mandarinier.php>.

## Références bibliographiques

---

- **GRAS R., (1983)**- Quelques propriétés physiques des substrats in BLANC (D). Culture hors sol, 2<sup>ème</sup> édition.I.N.R.A. Paris, Laris-jean;89-126pp.
- **Grisoni M,** 2003. La culture des agrumes à l'île de la réunion.2<sup>ème</sup> ed. Ted doc.594p.
- **Grissa K,** 2010- Étude de base sur la culture d'agrumes et de tomate enTunisie Ed. Climat pub: 933p.
- **Guenoni et Kacemi,** 2013-Création d'un verger agrumicole (cas du citronnier) dans la région de Mostaganem.
- **Hanke M.-V. & Flachowsky H.,** 2010. Fruit crops. *In:* Kempken F. & Jung C. (eds.), GeneticModification of Plants, Ed. Springer (Berlin), 307 - 348.
- **Heler R. Esnault R. Lance C. (2000).** Physiologie végétale et développement 6<sup>ème</sup> édition. Ed. DUNOD. Paris. 366p.
- **HENIN S, GRAS R, et MONNIER (1969)** : Le profil cultural, l'état physique du sol et ses Conséquences agronomiques.Masson,Paris 332P.
- **Hillel, A,**1988: L'eau et le Sol Principe set processus Physiques. pedasup Université catholique de Louvain.
- **ITAFV,** 2013- La culture des agrumes, Institut Technique de l'arboriculture Fruitière et la vigne, Tessala El Merdja – Birtouta- Alger : 2-8 p.
- **ITAF,** 2018-Institut Technique de l'arboriculture Fruitière et la vigne arbre d'oranger. Figure d'arbre d'oranger.
- **JAENICKE, H (2006)** : bonnes pratique de culture en pépinière forestière directives pratiques pour les pépinières de recherche. Manuel techniqueno. 3 world agro foresterie centre (ICRAF).
- **Jamoussi B. (1955)**- Les maladies de dépérissement des agrumes supplément colonial à la revue de mycologie. Tome XX, N°1 .Paris ,84p.
- **JAUNESC et JACOBSENj, (2001)** –Plant nutrition and soilfertility Montana university [www.Colostate.edu/depts./CoopExt/TRA/plants/nutriment/Pdf](http://www.Colostate.edu/depts./CoopExt/TRA/plants/nutriment/Pdf).

## Références bibliographiques

---

- **Kasraoui M F, Braham M, Denden M, Mehri H, Gracia M, Lamaze T et Attia F., 2006** -Effet du déficit hydrique au niveau de la phase photochimique du PSII chez deux variétés d'olivier. C. R. Biologies : 98-105pp.
- **Kerboua M, 2001. Meeting of the mediterranean network on certification of citrus (MNCC and MECINET) ; Rapport d'Algérie.** Kimball D. A., 1999. Citrus processing : A complete guide. Ed. Aspen Publishers (Maryland), 450 p. Kindlmann.
- **KerrandCabot2009**, la mission SMOS et son impact sur les prévisions des changements planétaires in l. é. SMOS (Ed).
- **Khefifi H, 2015-** Etudes physiologiques et génétiques de caractères morpho-physicochimiques des fruits d'agrumes au cours de la maturation jusqu'à l'abscission. Montpellier. France : 18-p.
- **Koster, R. D, P.Dirmeyer, Z.Guo, G.Bonan, P.Cox, C.Gordon, S.Kanae, E.Kowalczyk, D.Lawrence, P. Liu, C. Lu, S.Malyshev, B.McAvaney, K.Mitchell, D.Mocko, T.Oki, K.Oleson, A. Pitman, Y. Sud, C. Taylor, D. Versegny, R.Vasic, Y.Xue, and T.Yamada, 2004:** Regions of strong coupling between soil moisture and precipitation. Sciences, 305 (5687), 1138–1140.
- **LOUEA, (1986)** – Les oligo- éléments en agriculture, Ed. Agr –Nathan Paris 336p.
- **Loussert, 1989** - Les agrumes ; production. Volume 2. Ed. Lavoisier. Paris. France : 125-280p.
- **Loussert R., (1989)** - Les agrumes ; arboriculture. Volume I. Ed. Lavoisier. Paris. France: 113p.
- **Manner H, Buker RS, Easton Smith V et Elevith CR., 2005-Citrus species (Citrus), ver. 1, 1.** In : CR Elevith (Ed) Species Profiles for Pacific Island Agroforestry. Permanent Agriculture Resources (PAR), Holualoa, Hawai:31p.
- **Meagher R, 2008.** Citrus pests and their management. In: Capinera J. L. (ed.), Encyclopedia of Entomology, Ed. Springer (Dordrecht), 878 - 903.

## Références bibliographiques

---

- **MECHEL J.Ch.** (sd).Les propriété physiques des tourbes : Une qualité majeur à leur utilisation comme support de culture Sciences Agronomique appliquées à l’Horticulture (SAGAH), UNRA-INH, Université d’Angers, Francep7.
- **MICHLLOT, (2010)** : La production en pépinières. Des références techniques à la certification environnementale. Edition TEC & DOC.Paris.339182P.
- **Milind SL., 2008-** Citrus fruit: Biology, Technology And Evaluation. Elsevier USA 1: 103-121.
- **MOINEREAUJ, HERRMANNP, FAUROTJC et RIVIERL.M., (1987)-** Les substrats Inventaires, caractéristiques ressources in BLACD. Culture hors sol. 2eme édition. INRA. Paris.LouisJean;15-88 pp.
- **MORARDP. (1995).** Les cultures végétales hors sol. S.A.R.L., publication Agricoles AGEN, Paris, France, 9-11.
- **MOREL, (1996):** Lessolscultivée2 éditionLavoisier,Paris.399P.
- **MUSTIN, (1987)** : Le composte, gestion de la matière organique. La valorisation agronomique des compostes et les plus générale ment des matières organique, Edition Français du lux, Paris.954P.
- **Mutin G, 1977-** l’Algérie et ses agrumes in : Revue de géographie de Lyon. Vol. 44 n°1, 1969. Edition Percee créative commons : 7-31p.
- **M’SADKY, BEN M’BAREKA (2014)** : caractérisation physico –hydrique des substrats de culture à base de méta compostavicole pour une meilleure valorisation.175P.
- **Ollitrault P, Jacquemond C, Dubois C et Luro F., 2003** – Citrus In: Genetic diversity of cultivated.
- **Oudraogo S N. (2002)-**Etude diagnostique des problèmes phytosanitaires du manguier (*Mangifera indica* L.), de l’oranger (*Citrus sinensis* (L) Osbeck) et du mandarinier (*Citrus reticulata* Blanco) dans la province du Kéné Dougou. Ingénieur : Développement rural : Burkina Faso : Univ. Bobo-Dioijlasso ,93p.
- **Polese M J., 2000** – la culture des agrumes. 2ème. Ed. Revue et augmenté : 119p.

## Références bibliographiques

---

- **Rebetez P, 2003-Agrumes** : Le soleil dans les verres et dans les assiettes. Ed. Viridis. Italie : 124p.
- **Rebour H., 1950** - Les agrumes en Afrique du Nord. Union des Syndicats et Producteurs d'Agrumes : 477p.
- **REDLICH GC et VERDURE, (1975)** : Le comportement physique des tourbes en cours de culture PHM; 13-20P
- **Rihani N, 1991**-Vleur alimentaire et utilisation des sous-produits des agrumes en alimentation animale. Options méditerranéennes, Série Séminaire, 16 : 113-117.
- **Selka O. (2007)**- étude des infestations des fruits de citrus sinensisvar. Sanguilli par ceratitiscapitata (Diptera : Tephridae) et par la microflore pathogène dans la plaine d'Hennaya (Tlemcen).Magister : écologie animale : Tlemcen : univ. d'Aboubekr belkaid.
- **SOLTNER, D (2000)** : Les bases de la production végétale T1: le sol.22<sup>ème</sup> édition Sciences et technique s'agricoles Maine et Loire France 457p.
- **Somone 1987**- Arbres arbustes et arbrisseau en Algérie Ed OPU : 67-68 p.
- **Swingle W T, 1948**- The botany of citrus and its wild relatives of the orange subfamily. In: The citrus Industry History Botany and Breeding, (Webber H.J., Batchelor L.D). University of tropical plants. Hamon P., Seguin M., Perrier X., Glaszmann J.C (Eds.). Science PublishersInc:193- 217 pp.
- **Terol J, Soler G, Talon M etCercos M., 2010**- The aconitatehydratase family from Citrus. BMC Plant Biology, 10: 222p.
- **Van- Ee S., 2005**- La culture fruitière dans les zones tropicales. Wageningen.
- **VILLAIN, M (1989)** : La production végétale. Volume 2 : La maîtrise technique de la Production. Tec et Doc. Lavoisier EdJ. Bbailliére.355p.
- **VITRE, (2003)**: Fondements principes du horssol.10P.
- **WEBBER et SING, (1991)** : contamination des sols agricoles. Centre de recherches de l'est sur les céréales et les oléagineux
- **YAHIAOUI, A (2015)** : l'adaptation de jeunes plants de chêne liège soumis à des température sextrêmes de l'environnement, étude comparative entre provenance.u.3,12P.

# **Annexes**

**Annexe 01:** Taux de germination de différents substrats

MODALITE	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Taux de levée (%)	100	100	100	100	50	50	100	100	50
	100	100	100	100	50	50	100	100	100
	50	100	50	100	50	100	100	100	100

**Annexe 02:** Variation de la hauteur moyenne en fonction modalité

MODALITE	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
La hauteur de la partie aérienne (cm)	6.5	5	2.5	5.5	7.5	8	9	7	5.5
	5	6	5	1	5	5.5	6	10	7
	3	1.5	6	6	6.5	7.5	4	7	5.5
	8	6	3.5	3	0.5	6.5	7	4	8.5
	4	4	5	4.5	6	7.5	6.5	8	5.5
	3.5	7.5	6	2	5.5	2.5	7	7.5	5.5
	5	6		5		0.5	7	13	9
	5	6		4.5		0.5	7	5	9.5
	6.5			5			7.5	7	
				1.5			6	4.5	

**Annexe 03 :** Evolution de la germination moyenne en fonction des modalités

MODALITE	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Taux de germination à Semaine 1 (%)	50	33.33	50	0	16.66	16.66	33.33	50	0
Taux de germination à Semaine 2 (%)	83.33	83.33	83.33	16.66	16.66	50	50	83.33	50
Taux de germination MOYEN	83.33	100	83.33	100	50	66.66	100	100	83.33

**Annexe 04: analyse de la variance du la hauteur**

Tests of Between-Subjects Effects

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: taux de levé

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	7407.407 <sup>a</sup>	8	925.926	2.500	.051
Intercept	195925.926	1	195925.926	529.000	.000
substrat	1296.296	2	648.148	1.750	.202
variété	2407.407	2	1203.704	3.250	.062
substrat * variété	3703.704	4	925.926	2.500	.079
Error	6666.667	18	370.370		
Total	210000.000	27			
Corrected Total	14074.074	26			

a. R Squared = .526 (Adjusted R Squared = .316)

**Annexe 05: analyse de la variance du la hauteur**

Dependent Variable: hauteur

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	100.447 <sup>a</sup>	8	12.556	2.946	.007
Intercept	2253.071	1	2253.071	528.626	.000
substrat	5.227	2	2.613	.613	.545
variété	82.901	2	41.450	9.725	.000
substrat * variété	4.559	4	1.140	.267	.898
Error	285.563	67	4.262		
Total	2768.250	76			
Corrected Total	386.010	75			

a. R Squared = .260 (Adjusted R Squared = .172)

### Annexe: 06 : test post hoc de la hauteur hauteur

Student-Newman-Keuls<sup>a,b,c</sup>

variété	N	Subset	
		1	2
carrizo	25	4.5200	
volka	23	5.0652	
troyer	28		7.0000
Sig.		.352	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 4.262.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 25.169.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.
- c. Alpha = 0.05.

**Thème: Etude Comparative entre trois variétés de porte-greffes élevés sur différents substrat de culture au niveau l'ITAFV - Emdjez Eddechiche -**

**Résumé**

L'objectif de cette étude est d'étudier l'effet des facteurs variété et substrat sur la germination et la croissance des plants porte greffe des agrumes.

L'analyse des résultats de ces paramètres nous amène à constater que la variété de *Citrangle troyer* est la mieux adapté et la plus performante, sur le plan de la qualité technique, de la productivité et de l'adaptation au milieu, et par conséquent de la résistance aux maladies et aux accidents climatiques et que le deuxième substrat composé de : 1/2 fumier + 1/4 sable + 1/4 terre agricole, par ses qualités physico-chimiques est meilleur pour l'élevage des portes greffes des agrumes

**Les mots clés : Agrumes, substrats, variété, porte greffe, germination. Croissance.**

**الملخص:**

الهدف من هذه الدراسة هو دراسة تأثير عوامل التنوع والركيزة على إنبات ونمو نباتات جذر الحمضيات.

يقودنا تحليل نتائج هذه الإعدادات إلى ملاحظة أن نوع *Citrangle troyer* هو الأفضل تكيفا والأكثر كفاءة، من حيث الجودة التقنية والإنتاجية والتكيف مع البيئة، وبالتالي مقاومة الأمراض والحوادث المناخية وأن الركيزة الثانية التي تتكون من: 1/2 سماد + 1/4 رمل + 1/4 تربة زراعية، من خلال صفاتها الفيزيائية والكيميائية أفضل لتربية جذور الحمضيات.

**الكلمات المفتاحية: الحمضيات، الركائز، الأنواع، الجذر، الإنتاش، النمو.**

**Année universitaire : 2021-2022**