



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET  
POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE DE BLIDA 1  
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES  
LABORATOIRE DE BIOTECHNOLOGIE DES PRODUCTIONS VÉGÉTALES

Mémoire De fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de master 2 en Science  
de la Nature et de la Vie

Spécialité : Phytopharmacie et Protection des Végétaux

Thème

**ÉVALUATION DE L'EFFET DES FERTILISANTS ET  
BIOFERTILISANTS SUR LE DÉVELOPPEMENT ET LA  
CROISSANCE D'UNE CULTURE DE CITRUS**

Présenté Par

GUIRAA Fayçal

ARAFA Djillali

Devant le Jury :

Mme. NEBIH. D  
Mme. CHAICHI. W  
M. DJAZOULI Z.E.  
M. CHOUIH. S

M.C.A. Université de BLIDA 1  
M.C.A. Université de BLIDA 1  
Pr. Université de BLIDA 1  
Doctorant Université de BLIDA 1

Présidente  
Examinatrice  
Promoteur  
Co-promoteur

Année Universitaire 2019/2020

# *Remerciements*

*Nos remerciements vont d'abord au Dieu le tout puissant et miséricordieux pour tous ses bienfaits dont il nous a comblés et de nous avoir donné la force, la patience, la volonté et le courage d'accomplir ce Modeste travail.*

*Nous adressons nos chaleureux remerciements à Mr. DJAZOULI Zahr-Eddine et Mr. CHOUIH Sofiane, qui ont réussi à former un duo solide aux compétences complémentaires. Merci à tous les deux de votre implication, de votre disponibilité et de votre réactivité, Nous avons eu beaucoup de plaisir à travailler à vos côtés.*

*Un Grand remerciement à Nos précieux Parents, à nos chers sœurs et frères qui par leurs prières et leurs encouragements, on a pu surmonter tous les obstacles On vous aime énormément.*

*Nos remerciements s'étendent également à tous nos enseignants durant les années des études.*

*A la fin On tient à remercier tous les gens qui ont contribué, de près ou de loin, à l'aboutissement de ce travail. Mille Merci.*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail*

*A mes chers parents pour leurs sacrifices et leur encouragement durant tous mes études.*

*A mon frère Forkane et Youcef, et mes sœurs Warda et Selwa.*

*A tout la famille Arafa*

*A tous mes amis*

*A tous mes camarades de la promotion 2019\_2020*

*A tous ceux qui m'ont apporté d'aide de près ou de loin*

*Djillali arafa*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail*

*A mes chers parents qui m'ont soutenu et encouragé tout au long de ces années d'études, qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.*

*A ma sœur Ihssen et mon frère Mohamed, ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail*

*A ma famille, mes proches et a ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité*

*A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et a qui je souhaite plus de succès*

*Fayçal*

# **Évaluation de l'effet des fertilisants et biofertilisants sur le développement et la croissance d'une culture de citrus.**

## **RÉSUMÉ**

L'agrumiculture en Algérie occupe une position décente dans l'économie du pays, mais ces dernières années cette culture commence à connaître une certaine régression engendrée essentiellement par le vieillissement des vergers qui n'ont pas été renouvelés et le rétrécissement des terres agricoles qui lui sont réservées auxquels peut s'ajouter également le non-respect de l'itinéraire technique des cultures entre autres la gestion de la fertilisation.

Une enquête a été réalisée sur les intrants phytosanitaires en agrumiculture dans la région de Oued El Alleug, Blida. En vue de disposer d'une connaissance actualisée des interventions techniques et de l'usage des correcteurs de carences et des stimulateurs de croissance sur agrumes (Clémentinier).

Cette enquête constitue un outil majeur de description des pratiques des exploitants, Une meilleure connaissance de ces pratiques nous a permis de proposer un calendrier de fertilisation et d'établir un repositionnement des apports en correcteurs de carences et stimulateurs de croissance tout en s'appuyant sur les données recueillies concernant les besoins de la culture d'agrumes par stade de développement, ceci pour permettre à l'agrumiculteur d'optimiser et bien gérer ses dépenses, et d'avoir un excellent rendement en termes de qualité et de quantité.

**Mots clés :** Agrumes, fertilisation, correcteurs de carence, stimulateurs de croissance, calendrier de fertilisation.

# **Assessment of the effect of fertilizers and biofertilizers on the development and growth of a citrus crop.**

## **ABSTRACT**

Citrus cultivation in Algeria occupies a decent position in the country's economy, but in recent years citrus cultivation has started to experience a regression caused mainly by the age of orchards that have not been renewed and the shrinking of land that are reserved for it, it can also be added the non-respect of the technical itinerary of the cultures among others the management of the fertilization.

A survey was carried out on phytosanitary inputs in citrus growing in the region of Oued El Alleug, Blida. In order to have an up dated knowledge of technical interventions and the use of deficiency correctors and growth stimulators on Citrus (Clementine).

This survey constitutes a major tool for describing farmer's practices. A better knowledge of these practices has enabled us to propose a fertilization schedule and to establish a repositioning of the amendments in deficiencies correctors and growth stimulators while relying on the data collected concerning the needs of citrus cultivation by stage of development, this allows the citrus grower to optimize and manage his expenses, and to have an excellent yield in terms of quality and quantity.

**Keywords:** Citrus, fertilization, deficiency correctors, growth stimulators, fertilization schedule.

## تقييم تأثير الأسمدة وال أسمدة الحيوية على تنمية ونمو محصول الحمضيات

### ملخص

تحتل زراعة الحمضيات في الجزائر موقعًا لائقًا في اقتصاد البلاد ، ولكن في السنوات الأخيرة بدأت زراعة الحمضيات ، تشهد تراجعًا معينًا ناتجًا بشكل رئيسي عن شيخوخة البساتين التي لم يتم تجديدها ، وتقلص الأراضي التي تم تخصيصها لها يمكن أيضًا إضافة عدم احترام تقنيات زراعة الحمضيات وعدم إدارة التسميد تم إجراء تحقيق على الأسمدة المستخدمة في مجال الصحة النباتية في زراعة الحمضيات في منطقة وادي العليق ، البلدية من أجل الحصول على معرفة حديثة بالتدخلات التقنية واستخدام مصححات النقص ومحفزات النمو على محاصيل الفاكهة (كليمنتين)

يشكل هذا المسح أداة رئيسية لوصف ممارسات المزارعين. لقد مكنتنا المعرفة الأفضل لهذه الممارسات من اقتراح جدول التسميد وإعادة ضبط جدول الإخصاب بخصوص مصححات القصور ومحفزات النمو مع الاعتماد على البيانات التي تم جمعها بشأن احتياجات زراعة الحمضيات حسب مراحل التطور ، وهذا للسماح للمزارع بتحسين وإدارة نفقاته ، وتحقيق عائد ممتاز من حيث الجودة والكمية

**الكلمات المفتاحية:** الحمضيات ، استراتيجية التسميد ، مصححات التسميد ، محفزات النمو ، جدول التسميد

# Sommaire :

<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre 1 : Généralités sur les agrumes .....</b>	<b>2</b>
I.1. Origines géographiques et dispersion.....	2
I.2. Classification des agrumes.....	3
I.3. Description phénologique des agrumes .....	4
I.4. L'agrumiculture dans le monde.....	7
I.5. L'agrumiculture en Algérie.....	8
I.5.1. Historique de l'agrumiculture en Algérie.....	8
I.5.2. Importance économique des agrumes en Algérie.....	8
<b>II. Exigences édapho-climatique de la culture d'agrumes.....</b>	<b>9</b>
<b>II.1. Exigences climatiques.....</b>	<b>9</b>
II.1.1. La température.....	9
II.1.2. La pluviométrie.....	9
II.1.3. L'humidité de l'air.....	10
II.1.4. Le vent.....	10
II.1.5. Lumière (Photopériode).....	10
<b>II.2. Exigences édaphiques.....</b>	<b>10</b>
<b>III. Fertilisation des agrumes.....</b>	<b>11</b>
<b>III.1. Rôles des macronutriments et symptômes de carences liés.....</b>	<b>11</b>
III.1.1. L'azote (N).....	11
III.1.2. Le phosphore (P).....	11
III.1.3. Potassium (K).....	12
III.1.4. Le calcium.....	12
III.1.5. Le magnésium (Mg).....	12



III.1.6. Le soufre (S).....	13
<b>III.2. Rôle des micronutriments et symptômes de carences liés.....</b>	<b>13</b>
III.2.1. Fer (Fe).....	13
III.2.2. Cuivre (Cu).....	13
III.2.3. Zinc (Zn).....	13
III.2.4. Manganèse (Mn).....	14
III.2.5. Bore (B).....	14
III.2.6. Molybdène (Mo).....	14
<b>III.3. L'irrigation des agrumes.....</b>	<b>16</b>
III.3.1. Généralités.....	16
III.3.2. Planification de l'irrigation.....	16
<b>III.4. La fertilisation en agrumiculture.....</b>	<b>17</b>
<b>III.5. La Fertigation.....</b>	<b>19</b>
<b>Chapitre 2 : Matériel et méthodes .....</b>	<b>20</b>
<b>I. Présentation de la région d'étude .....</b>	<b>20</b>
I.1. Situation géographique.....	20
I.2. Caractéristiques climatiques .....	20
<b>II. Présentation du site d'étude .....</b>	<b>21</b>
<b>III. Objectif de l'enquête .....</b>	<b>22</b>

<b>IV. Fiche d'enquête.....</b>	<b>23</b>
<b>Chapitre 3 : Résultats et Discussion.....</b>	<b>26</b>
<b>I. Rétrospective sur la stratégie d'utilisation des correcteurs de carences et stimulateurs de croissance en agrumiculture.....</b>	<b>26</b>
<b>II. Stratégie d'apport des correcteurs de carences et stimulateurs de croissance en agrumiculture par les exploitants.....</b>	<b>29</b>
II.1. Cas d'une jeune plantation d'agrumes (1an).....	29
II.2.1 cas d'une plantation agée d'agrumes (9ans).....	32
<b>III. Appréciation de la nutrition minérale des agrumes par la démarche de l'enquête .....</b>	<b>34</b>
III.1. Cas d'une jeune plantation d'agrumes (1an).....	34
III.2. Cas d'une plantation agée d'agrumes (9ans).....	36
<b>Conclusion et perspectives .....</b>	<b>38</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	

## Liste des figures :

**Figure 1** : Voies de dispersion ancestrales des agrumes.

**Figure 2** : Origine et dispersion des agrumes à travers le monde.

**Figure 3** : Stades phénologiques des agrumes.

**Figure 4** : Production mondiale d'agrumes (tonnes).

**Figure 5** : Comparaison des Niveaux de production des filières arboricoles entre (2000-2009) et (2010-2017).

**Figure 6** : Symptômes de carence en macro et oligoélément.

**Figure 7** : Cartographie de la plaine de Mitidja.

**Figure 8** : Image satellite du verger de jeune plantation.

**Figure 9** : Image satellite du verger de plantation âgée.

**Figure 10** : Fiche d'enquête.

**Figure 11** : Plantation de 9 ans avec le programme de fertilisation de l'exploitant.

**Figure 12** : Plantation d'une année bien entretenue.

**Figure 13** : Résultat à attendre en deuxième année avec un bon planning de fertilisation.

**Figure 14** : Résultat préconisé sur une plantation âgée avec notre planning proposé.

## Liste des tableaux

**Tableau 1** : Besoins quotidiens en eau par litres variants selon le diamètre de la canopée de l'arbre.

**Tableau 2** : Quantités annuelles moyennes de N, P, K recommandées pour les agrumes en fonction de l'âge de l'arbre.

**Tableau 3** : Doses appliquées en pulvérisation foliaire dans un verger constitué d'arbres adultes (416 arbres/ha).

**Tableau 4** : Planning de fertilisation de l'agriculteur sur une jeune plantation (1an).

**Tableau 5** : Planning de fertilisation de l'agriculteur sur une plantation âgée (9ans).

**Tableau 6** : Planning de fertilisation proposé pour une jeune plantation (1an).

**Tableau 7** : Planning de fertilisation proposé pour une plantation âgée (9ans).

## Introduction

Le nom d'agrumes est donné aux arbres appartenant au genre botanique Citrus, cette appellation d'origine italienne, désigne les fruits comestibles et par extension les arbres qui les portent. A cette catégorie d'arbre appartiennent les oranges, les mandariniers, les citronniers, les cédratiers, les pamplemoussiers (Loussert, 1989). Ils auraient été cultivés en Orient dès l'IVe millénaire avant J-C. De tous temps, ils ont été appréciés pour leur goût, leurs vertus médicinales, leurs parfumes et leurs qualités décoratives (Brébion et al., 1998).

De nos jours, la filière agrumicole présente un intérêt économique vital pour un grand nombre de pays, par les revenus appréciables qu'elle génère, La production agrumicole s'est développée rapidement. Des niveaux de production plus importants ont permis des niveaux plus élevés de consommation d'agrumes. Les produits à base d'agrumes ont même connu une croissance supérieure car les progrès en matière de transport et d'emballage ont réduit les coûts et amélioré la qualité, La production mondiale d'agrumes avait atteint les 124.2 millions de tonnes en 2016 (FAO 2017).

En algérie, la production agrumicole ces dernières années connaît une certaine régression engendrée essentiellement par le vieillissement des vergers qui n'ont pas été renouvelés, le rétrécissement des terres agricoles qui lui sont réservées, peut s'ajouter également le non-respect de l'itinéraire technique des cultures entre autres la gestion de la fertilisation.

Le but de ce travail est d'arriver à cerner les erreurs et anomalies des pratiques agricoles établies par les agriculteurs concernant la gestion de la fertilisation des parcelles agrumicoles en s'appuyant sur la connaissance des besoins de la plante par stade de croissance, pour enfin aboutir à des solutions pour améliorer le rendement des parcelles consultées.

## Chapitre 1 : Généralités sur les agrumes

### I.1. Origines géographiques et dispersion

L'aire d'origine supposée des agrumes est le sud-est asiatique, allant des zones tropicales et subtropicales du sud de la Chine au nord-est de l'Inde en descendant jusqu'à l'Australie (**Gmitter et Hu 1990**).

Cependant, les lignées qui ont donné naissance à la plupart des variétés cultivées modernes ont été perdues dans une antiquité non documentée, et leurs identités restent controversées (Fig. 1) (**Spiegel-Roy et Goldschmidt 1996**).

L'étude phylogénétique la plus complète sur les agrumes a été présentée par **Wu et al. (2018)**, qui ont réalisé des analyses plus poussées des hybrides et des génomes mélangés fournissant des informations sur la généalogie des principaux cultivars commerciaux d'agrumes ce qui a permis de distinguer les progéniteurs sauvages purs des agrumes des hybrides et des mélanges. Les résultats ont identifié 10 espèces d'agrumes ancestrales dont 7 espèces asiatiques, et 3 accessions australiennes.



**Figure 1** : Voies de dispersion ancestrales des agrumes (**Wu et al., 2018**).

D'après **Praloron (1971)**, la zone méditerranéenne n'a connu cette culture qu'au 7<sup>ème</sup> siècle avant notre ère, les cédratiers étaient les premiers agrumes cultivés sous le

nom de pomme de Médie. Mais ce n'est qu'aux alentours de l'an 1400 que les portugais ont introduits l'oranger en méditerranée.

Du bassin méditerranéen, les agrumes se sont répandus dans le monde par différentes voies, celle des arabes qui assurent leur diffusion sur la côté est d'Afrique jusqu'au Mozambique, Christophe Colomb les importe à Haïti en 1493 et les anglo-hollandais les introduisent au cap en 1654 (Fig. 2).



**Figure 2 : Origine et dispersion des agrumes à travers le monde, Ollitrault et al. (2003) in Kamiri (2011)**

## I.2. Classification des agrumes

Les agrumes appartiennent à la famille des Rutaceae, l'une des 21 familles qui composent l'ordre des Geraniales. Les Rutaceae comprennent 1600 espèces et 150 genres regroupés en 7 sous-familles et 12 tribus (Kamiri 2011).

Selon Swingle et Reece (1967), le terme « agrumes vrais », regroupe six genres sexuellement compatibles de la famille des Rutaceae, sous-famille des Aurantioideae, tribu des Citreae.

La majorité des espèces cultivées appartiennent au genre *Citrus*. Deux autres genres contiennent également des espèces consommées.

Le genre *Fortunella* rassemble deux à sept espèces selon les auteurs (**Swingle 1915 ; Rahman et Nito 1994 ; in Kamiri 2011**). Leurs fruits sont connus sous le nom de kumquats.

Le genre *Microcitrus* rassemble sept espèces, *M. australis*, *M. australasica*, *M. inodora*, *M. garrowayii*, *M. maideniana*, *M. warburgiana* et *M. papuana* (**Swingle et Reece 1967 ; Winters 1976**).

### I.3. Description et phénologie des agrumes

Les agrumes se présentent sous la forme de petits arbres d'environ 4 à 12 m de hauteur avec un feuillage dense et persistant (**CIRAD-GRET, 2009**). Il s'agit d'une plante pérenne qui possède une phase juvénile relativement longue, entre 5 à 8 ans, pour être capable d'émettre des fleurs et produire des fruits après son semis (**Iglesias et al, 2007 ; in Nicolas 2013**).

La rythmicité phénologique des agrumes est fonction des inductions climatiques (températures et précipitations), mais elle est également propre à chaque type d'agrumes et à chaque variété. Les agrumes nécessitent un cumul de degrés-jour pour assurer leur développement phénologique. C'est-à-dire que la variété concernée nécessite de recevoir un seuil de température minimal qui lui est propre pour entrer en production et que ses fruits atteignent la maturité. Ce seuil étant variable en fonction des variétés, on fait alors la différenciation entre des variétés précoces qui ont besoin d'un cumul de degrés-jour moins important que les variétés tardives pour que leurs fruits soient mûrs (**Goldschmidt, 1997**).

### I.4. Échelle BBCH des stades phénologiques des agrumes (Agusti et al., 1995)

#### Stade principal 0 : développement des bourgeons

- Dormance : les bourgeons des feuilles et des inflorescences sont indifférenciés, fermés et recouverts d'écailles vertes. (**Fig. 3 ; code 00**)
- Début du gonflement des bourgeons. (**Fig. 3 ; code 01**)
- Fin du gonflement des bourgeons : les écailles vertes sont légèrement séparées.
- Début de l'éclatement des bourgeons.
- Les primordium foliaires sont visibles.

#### Stade principal 1 : développement des feuilles

- Les premières feuilles se séparent : les écailles vertes s'ouvrent légèrement et les feuilles sortent. (**Fig. 3 ; code 10**)



- Les premières feuilles sont visibles.
- D'autres feuilles sont visibles mais n'ont pas encore atteint leur taille finale.
- Les premières feuilles ont atteint leur taille finale.

### **Stade principal 3 : développement des pousses**

- Début de la croissance des pousses : l'axe de la pousse devient visible. **(Fig. 3 ; code 31)**
- Les pousses ont atteint environ 20% de leur taille finale.
- Les pousses ont atteint environ 90% de leur taille finale.

### **Stade principal 5 : développement de l'inflorescence**

- Gonflement des bourgeons de l'inflorescence : les bourgeons sont fermés, des écailles vert clair apparaissent.
- Éclatement des bourgeons : les écailles s'écartent et laissent apparaître certaines parties du bourgeon.
- Les fleurs sont visibles, mais encore fermées (boutons verts), elles sont distribuées d'une façon isolée ou en racème, dans des inflorescences avec ou sans feuilles **(Fig. 3 ; code 55)**
- Les pétales s'allongent les sépales entourent la moitié de la corolle (stade bouton blanc) **(Fig. 3 ; code 56)**
- Les sépales sont ouverts : la pointe des pétales, toujours fermés, est visible ; les fleurs ont des pétales blancs ou pourpres.
- La plupart des fleurs forment avec leurs pétales un ballon creux et allongé **(Fig. 3 ; code 59)**

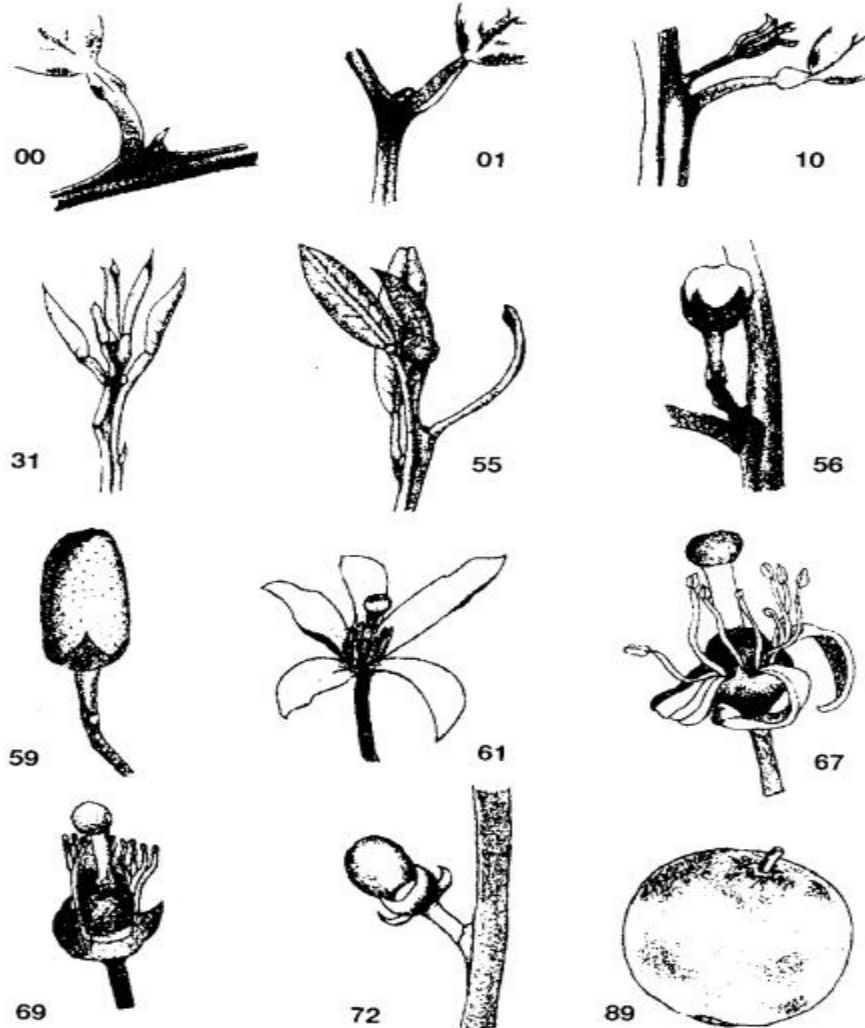
### **Stade principal 6 : la floraison**

- Les premières fleurs sont ouvertes.
- Début de la floraison : environ 10% des fleurs sont ouvertes **(Fig. 3 ; code 61)**
- Pleine floraison : environ 50% des fleurs sont ouvertes. Les premières pétales sont tombés.
- Les fleurs sont flétries : la majorité des pétales sont tombés. **(Fig. 3 ; code 67)**
- Fin de la floraison : tous les pétales sont tombés. **(Fig. 3 ; code 69)**

### **Stade principal 7 : développement du fruit**

- Nouaison du fruit : début du grossissement de l'ovaire ; début de la chute de jeunes fruits.
- Le fruit vert est entouré par les sépales en forme d'une couronne. **(Fig. 3 ; code 72)**
- Quelques fruits jaunissent : début de la chute physiologique des fruits.
- Le fruit de couleur vert foncé a atteint environ 40% de sa taille finale : fin de la chute.
- Le fruit a atteint environ 90% de sa taille finale.

## Agrumes



**Figure 3** : Stades phénologiques des agrumes (Agusti ,1995).

### Stade principal 8 : maturation du fruit et de la graine

- Début de la coloration du fruit (changement de couleur).
- Le fruit est assez mûr pour être cueilli, bien qu'il n'ait pas encore atteint la couleur spécifique à la variété.
- La maturation est avancée : intensification de la coloration spécifique à la variété.
- Le fruit a atteint la maturité demandée pour la consommation avec son goût et sa consistance caractéristiques. Début de la sénescence et de l'abscission du fruit (**Fig. 3 ; code 89**)

### Stade principal 9 : sénescence, début de la dormance

- Fin de la croissance des tiges ; le feuillage est entièrement vert.
- Les vieilles feuilles débutent leur sénescence et commencent à chuter.

Période de repos hivernal.

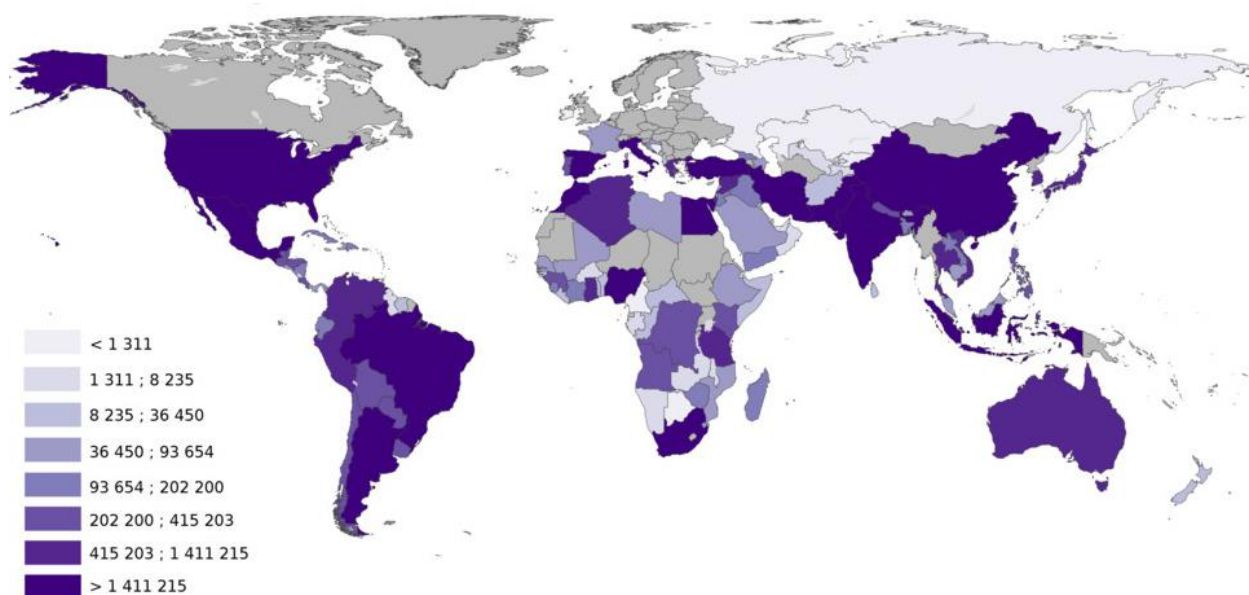
### I.4. L'Agrumiculture dans le monde

Selon **Cassin (1984)**, l'aire agrumicole est répartie en trois zones climatiques principales :

- Zone intertropicale, elle s'étend de l'équateur aux latitudes 22°-23° nord et sud.
- Zone semi-tropicale, elle s'étend entre les latitudes 22°-23° et 28°-29° nord et sud.
- Zone subtropicale, située entre 30° et 40° nord et sud.

La production et la consommation mondiales d'agrumes ont connu une période de forte croissance depuis le milieu des années 80. La production agrumicole s'est développée rapidement. Des niveaux de production plus importants ont permis des niveaux plus élevés de consommation d'agrumes. Les produits à base d'agrumes ont même connu une croissance supérieure car les progrès en matière de transport et d'emballage ont réduit les coûts et amélioré la qualité (**Spreen 2010**).

En 2016, La production mondiale d'agrumes avait atteint les 124,2 millions de tonnes, dominée par la Chine avec 32,7 millions de tonnes, suivi par le Brésil avec 16,5 millions de tonnes, l'Inde 9,7 millions de tonnes, les États-Unis 7,8 millions de tonnes, l'Espagne et le Mexique avec respectivement 6,8 et 6,6 millions de tonnes.



**Figure 4 : Production mondiale d'agrumes (tonnes) (FAO, 2013)**

Cependant, l'expansion rapide de la production et la croissance plus lente de la demande d'oranges et de pamplemousses ont entraîné une baisse des prix des oranges et des pamplemousses frais et transformés. Le rythme des nouvelles plantations a ralenti et les taux de croissance projetés de la production et de la consommation au cours des dix prochaines années devraient être inférieurs à ceux réalisés au cours des dix dernières années (**FAO, 2017**).

## **I.5. L'Agrumiculture en Algérie**

### **I.5.1. Historique de l'agrumiculture en Algérie**

Selon **Ollitrault et al. (2003)**, l'introduction des agrumes au bassin méditerranéen date de 600ans avant notre ère, leur introduction en Algérie cependant est très ancienne sans qu'il ne soit possible de la dater avec précision.

La culture de l'oranger caractérise essentiellement l'époque coloniale (**Mutin, 1969**), **Trabut (1906)** a affirmé que la réalisation d'études de nombreux semis d'orangers et mandariniers en Algérie lui a permis de distinguer un certain nombre de races locales ou de métis très dignes d'être conservés tels que l'oranger très précoce de Kabylie, l'orange de Blida, l'orange de Toudja etc...

Le mandarinier a été introduit par Hardy en 1850 (**Trabut et Marès, 1906 ; In Meziane, 2013**), et de bonnes variétés ont pu être fixées ensuite par greffage (**INRA, 2006**).

Le clémentinier comme espèce a été mise au point en 1902 à Messerghin près d'Oran (**Mutin, 1969 in Meziane, 2013**), issue d'une hybridation entre Mandarinier et un bigaradier « Granito » et doit son nom au frère Clément (**INRA, 2006**).

Quant aux citronniers, leur culture représente 2% du verger agrumicole en Algérie, des variétés autochtones ont été signalés par **Trabut (1908)**, **Rebour (1945)** et **Wagneur (1973)**.

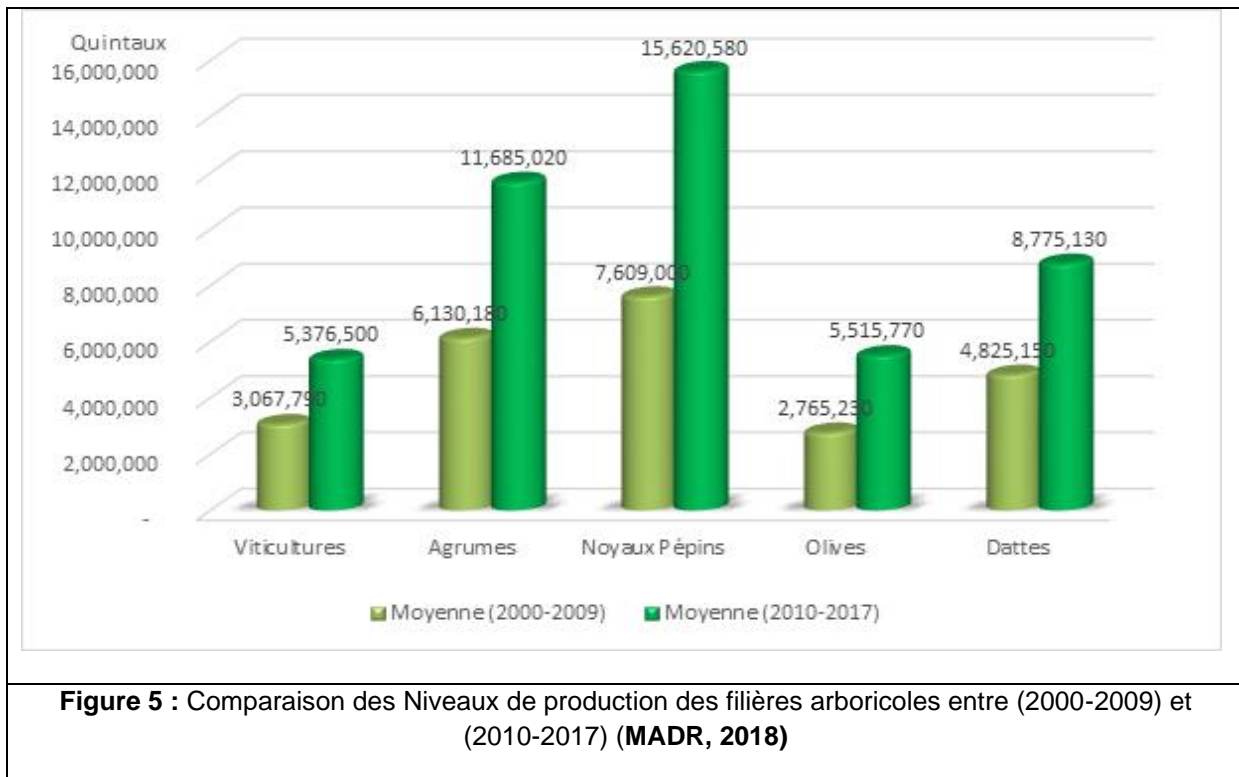
Plusieurs variétés de Pomélo ont été énumérées par **Trabut en 1908**. On ne connaît qu'une seule variété qui s'est véritablement imposée : le Pomélo Marsh Seedless (**INRA, 2006**)

### **I.5.2. Importance économique des agrumes en Algérie :**

Les vergers arboricoles couvraient au cours de la décennie 2000-2009 une superficie moyenne **396 480 ha**, dont **8% de cette superficie été réservées aux agrumes**, environ **31,718.4 ha** de terres agrumicoles.

Cette superficie arboricole a connu une augmentation durant la période 2010-2017 de 47%, menant les terres dédiées aux agrumes à une augmentation de 41%, un essor élevant les exploitations agrumicoles à une superficie de 44,722.9 ha.

Les niveaux de production des filières arboricoles ont connu une augmentation durant la période 2010-2017 par rapport à la décennie précédente (2000-2009) représentant une augmentation de 91% des productions d'agrumes (**MADR, 2018**).



## II. Exigences edapho-climatiques de la culture d'agrumes

### II.1. Exigences climatiques

#### II.1.1. La température

Les agrumes sont considérés comme des arbres à climat chaud, néanmoins, les températures minimales et maximales constituent un facteur limitant. Le zéro végétatif des agrumes est de 8°C. La température optimale de croissance serait de 25 à 26°C ; au-delà, l'activité décroît pour s'arrêter aux environs de 38 à 40°C (**ITAFV, 2012**).

#### II.1.2. La pluviométrie

Les agrumes sont des arbres à feuilles persistantes à fort besoins en eau qui

varient entre 900 et 1200 mm par an. Ces besoins sont plus marqués notamment durant le stade grossissement coïncidant avec la période estivale **(ITAFV, 2012)**.

### II.1.3. L'humidité de l'air

Si l'humidité de l'air est insuffisante, la transpiration du végétal est élevée et ses besoins en eau augmentent. Cette faible humidité de l'air peut être amplifiée par des vents chauds desséchants pouvant provoquer des brûlures sur le feuillage et les fruits **(ITAFV, 2012)**.

### II.1.4. 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 » **(ITAFV, 2012)**

### II.1.5. Lumière (Photopériode)

Selon **Bernier et al., (1985)** la lumière, grâce à son intensité et à la durée d'insolation est un facteur environnemental ayant un effet important sur l'induction florale.

La majorité des espèces de citrus fleurissent dans les régions subtropicales durant le dernier mois de l'hiver quand les jours sont courts, mais ce sont les basses températures qui ont le plus d'effet. Par contre des photopériodes longues stimulent la croissance végétative **(Davenport, 1990)**.

Ce dernier a remarqué qu'il y'a une différence d'intensité de floraison entre la partie nord et la partie sud de l'arbre ; celle du sud, étant plus éclairé connaît une floraison intense par rapport à celle du nord.

**Moss (1969)**, a suggéré que l'oranger doux, ce qui est aussi le cas pour d'autres cultivars d'agrumes, est une plante neutre pouvant fleurir aussi bien en jour court qu'en jour long.

## II.2. Exigences édaphiques

Les agrumes possèdent un système racinaire important exigeant des sols légers et surtout filtrants, profonds et sains, au pH neutre à légèrement acide (compris entre 6 et 7), sans excès de calcaire et suffisamment riches en matière organique.

La large gamme de porte-greffes disponibles permet avec un choix judicieux d'implanter les agrumes dans des sols très variables en termes de Ph, de texture, et d'équilibre chimique. **(ITAF 2012)**

Sur le plan physique, il y a lieu de retenir les terrains répondant aux critères suivants

- Sol meuble et aéré
- Sol a texture dominante grossière : éviter les sols trop argileux ou battants (riche en éléments fins)
- Sol homogène et profond (1m au minimum), a drainage externe et interne satisfaisant.

### III. Fertilisation des agrumes

D'après **Obreza et al. (2008)**, dix-sept éléments sont essentiels à la croissance et au fonctionnement des plantes vertes. Le carbone (C), l'hydrogène (H) et l'oxygène (O), qui représentent environ 95% de la biomasse des arbres, Les 14 autres éléments minéraux sont l'azote (N), le phosphore (P), le potassium (K), le calcium (Ca), le magnésium (Mg), le soufre (S), le fer (Fe), le zinc (Zn), le manganèse (Mn), le bore (B), le cuivre (Cu), le molybdène (Mo), le chlore (Cl) et le nickel (Ni) ces éléments sont fournis par la nature. Ils sont utilisés pour fabriquer de nouveaux tissus végétaux et fournir de l'énergie pour la croissance et la fructification. Lorsqu'un élément essentiel est en pénurie, la fonction de l'arbre est restreinte. Les agriculteurs devront donc en fournir certains par application d'engrais.

#### III.1. Rôles des macronutriments et symptômes de carences liées

##### III.1.1. L'Azote (N)

Selon **Obreza et al. (2008)**, l'azote est d'une importance primordiale dans la production d'agrumes. Il a plus d'influence sur la croissance, l'apparence, la production de fruits et la qualité des fruits que tout autre élément. En cas de carence en azote, la croissance est limitée et le feuillage devient vert pâle ou jaune (Fig. 6 A). Lorsque N est fourni aux arbres porteurs à des taux sous-optimaux pendant une longue période de temps, les arbres s'ajustent en recyclant l'azote des feuilles les plus anciennes dans les nouvelles et les vieilles feuilles tombent prématurément, conduisant à un couvert mince. L'application excessive d'azote peut conduire à une croissance végétative excessive au détriment du rendement en fruits.

##### III.1.2. Le Phosphore (P)

Etre dans la composition des acides nucléiques et des lipides. Il est important dans le métabolisme, le transfert d'énergie et le transport des produits de la photosynthèse au cours de la production d'agrumes **(Timac Agro, 2018)**. La plupart des plantations

d'agrumes matures contiennent suffisamment de P résiduel accumulé lors des applications d'engrais précédentes, de sorte qu'une application régulière d'engrais de P n'est généralement pas nécessaire. La plupart des sols précédemment non cultivés utilisés pour les nouvelles plantations d'agrumes sont naturellement pauvres en P, de sorte que l'application d'engrais peut être nécessaire pendant les premières années jusqu'à ce que le P s'accumule dans la zone racinaire (**Obreza et al., 2008**). A la suite d'apport de fumure phosphatée chez les agrumes une réduction de l'épaisseur de l'écorce a été observée, la maturité est atteinte plus rapidement ainsi que l'augmentation de la quantité de jus. (**Khelil, 2009**)

### III.1.3. Potassium (K)

Le potassium joue un rôle important dans le rendement, la taille des fruits et la qualité du jus. La carence en potassium n'est pas courante lorsqu'un verger est fertilisé normalement, mais elle peut arriver sur des sols à pH élevé ou lorsque des taux élevés d'azote stimulent une forte production de fruits. Une carence en K peut ralentir la croissance végétative et entraîner un éclaircissement du feuillage supérieur. Une carence en potassium réduit le nombre et la taille des fruits, augmente le froissement et la chute des fruits (Fig. 6 C), et diminue la teneur en acide et en vitamine C solubles dans le jus (**Obreza et al., 2008**)

### III.1.4. Le calcium (Ca)

Le calcium est l'élément minéral le plus abondant en poids dans les agrumes, étant un composant de la membrane et des parois, auxquelles il donne de la résistance, particulièrement lors des premiers stades de croissance et tout au long du développement des fruits (**Ajaanid, 2016**). D'après (**Obreza et al., 2008**), Le Ca est rarement déficient car des applications occasionnelles de  $\text{CaCO}_3$  (chaux) sont utilisées pour contrôler l'acidité du sol et parce que le Ca est présent dans l'eau d'irrigation. Les sols alcalins de Floride sont riches en Ca car ils contiennent du carbonate de calcium dissous (calcaire).

### III.1.5. Le magnésium (Mg)

Le magnésium entre dans la composition de la Chlorophylle et intervient dans l'assimilation de l'Azote et du Phosphore. Il participe activement au mûrissement des fruits, et a aussi un effet synergique sur le Zinc et le Manganèse. L'augmentation de Magnésium accroît l'accumulation de ces métaux dans les feuilles d'agrumes (**Ajaanid, 2016**). Une carence produit un schéma chlorotique caractéristique et peut provoquer une défoliation prématurée (Fig. 6 E). Les variétés d'agrumes à pépins peuvent avoir besoin de plus de Mg que les variétés sans pépins, car les graines stockent une grande quantité de Mg. Le calcaire dolomitique est souvent utilisé pour corriger l'acidité et fournit du Mg lentement disponible. Le calcium est abondant dans les sols alcalins, ce qui peut être antagoniste à l'absorption de Mg. (**Obreza et al., 2008**)



### III.1.6. Le soufre (S)

Le Soufre (S) est un élément important dans la nutrition des plantes, particulièrement pour son rôle dans la synthèse des protéines, il constitue un composant majeur de la fraction organique du sol et devient disponible pour les plantes à mesure que la matière organique se décompose. Le soufre est également présent dans certaines sources d'eau d'irrigation. Lorsque S est déficient dans un agrume, le symptôme ressemble à une carence en N (Fig. 6 D). (**Obreza et al., 2008**)

## III.2. Rôles des micronutriments et symptômes de carences liées

### III.2.1. Fer (Fe)

Une carence en fer provoque un schéma chlorotique qui apparaît pour la première fois sur les jeunes pousses car la mobilité du Fe à l'intérieur de la plante est faible (Fig. 6 F). Il se produit dans les arbres poussant dans un sol alcalin, un sol gorgé d'eau ou des sols très pauvres en matière organique. D'autres problèmes de carence en Fe se sont produits là où le Cuivre (Cu) est élevé dans le sol (un blocage d'éléments) (**Obreza et al., 2008**)

### III.2.2. Cuivre (Cu)

Le cuivre joue un rôle dans la photosynthèse, la production de protéines végétales, la viabilité du pollen et donc la nouaison, la respiration et la consommation efficace de l'eau. D'après **Obreza et al. (2008)**, une carence en cuivre (Cu) provoque le blocage des fruits, l'ammonisation (ramification incurvée), le gommage inter-nodal de la tige et le dépérissement des rameaux (Fig. 6 I). La carence peut être corrigée en appliquant de l'engrais Cu sur le sol. Le cuivre ne doit pas être inclus dans l'engrais si des pulvérisations foliaires de Cu sont utilisées ou si une analyse du sol du bosquet montre suffisamment de Cu. Pour les nouvelles plantations sur des sols de bois plats non cultivés auparavant, le Cu doit être inclus dans l'engrais pendant les 2 ou 3 premières années.

### III.2.3. Zinc (Zn)

Les symptômes de carence sont exprimés chez les agrumes sous forme de chlorose sévère où le tissu foliaire devient presque blanc, à l'exception des veines vertes. Les nouvelles feuilles deviennent progressivement plus petites à mesure que la carence devient plus sévère et les entre-nœuds des pousses deviennent plus courts, ce qui provoque un effet de rosette. Une carence sévère en Zn limite la croissance et réduit le rendement en fruits. (Fig. 6 G) (**Obreza et al., 2008**)

### III.2.4. Manganèse (Mn)

Une carence en manganèse (Mn) produit une forme légère de chlorose interveinale sur les sols acides et sableux. La « chlorose marneuse » des sols calcaires est le résultat de carences combinées en Mn et Zn, et parfois en Fe. Les carences temporaires légères sur les nouvelles pousses ne sont pas préjudiciables à la croissance ou à la fructification des agrumes. Des mesures correctives ne doivent être prises qu'en cas de symptômes de carence persistants. (Fig. 6 H) (**Obreza et al., 2008**)

### III.2.5. Bore (B)

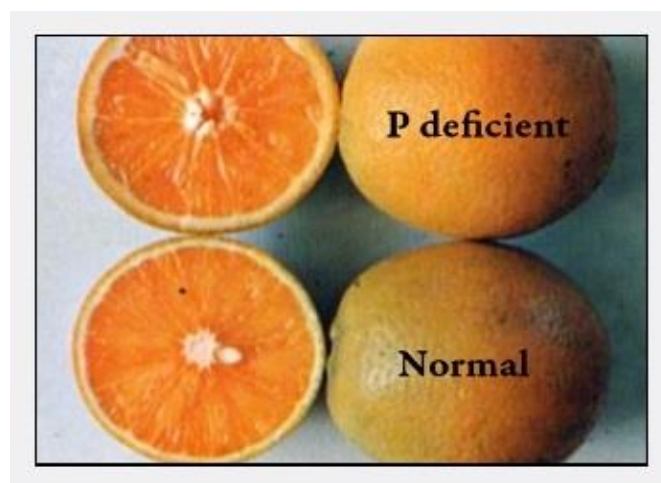
Comme l'a affirmé **Obreza et al. (2008)**, une Carence en bore provoque une chute des fruits, des poches de gomme dans la peau, un gommage autour du noyau et des zones brunes dans l'albédo et l'axe central (Fig. 6 J). Le bore doit être appliqué chaque année soit sous forme d'engrais ou d'application foliaire, mais pas les deux. L'application foliaire pour corriger une carence est avantageuse en raison de l'absorption rapide par l'arbre. La fertilisation au bore peut ne pas être du tout nécessaire si les arbres sont irrigués avec de l'eau récupérée.

### III.2.6. Molybdène (Mo)

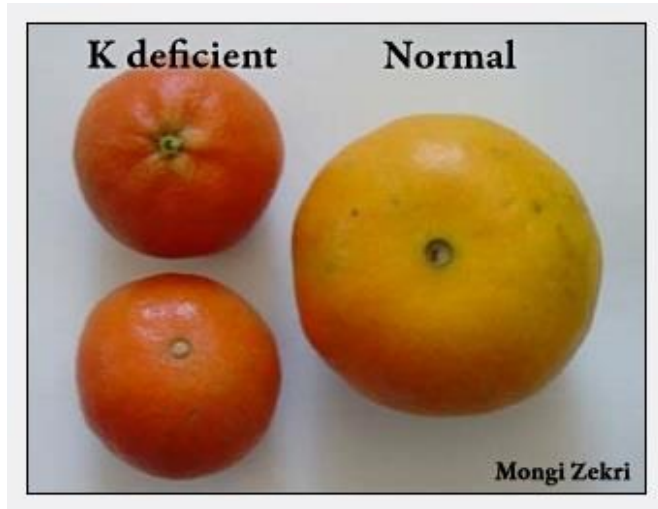
Selon **Obreza et al. (2008)**, une carence en Mo produit un symptôme décrit comme une « tache jaune » (Fig. 6 K). Contrairement à d'autres nutriments, le Mo est moins disponible dans les sols acides que dans les sols légèrement alcalins. Le chaulage du sol soulage efficacement la carence, mais une réponse plus rapide est obtenue si le molybdate de sodium est appliqué sous forme de pulvérisation foliaire.



**Figure 6 (A)** Feuille gravement déficiente en N à gauche par rapport à un statut croissant en N à droite (Zekri, 2008)



**Figure 6 (B)** Carence en phosphore. La peau est plus épaisse et le noyau creux des fruits déficients en P par rapport aux fruits normaux. (Zekri, 2008)



**Figure 6 (C)** Carence en potassium. Une carence en K produit des fruits plus petits avec une peau plus lisse et une couleur plus élevée que les fruits normaux.



**Figure 6 (D)** Carence en soufre. Chlorose générale des feuilles qui ressemble à une carence en N.



**Figure 6 (F)** Carence en fer. Le symptôme majeur est la chlorose inter-veineuse. Dans les cas graves, les feuilles sont petites et presque blanches, avec un dépérissement des rameaux.



**Figure 6 (E)** Carence en magnésium. La chlorose commence au bord des feuilles et se déplace vers l'intérieur à mesure que la gravité augmente, produisant un effet « arbre de Noël ».

### III.3. L'Irrigation des agrumes

#### III.3.1. Généralités

Chez les agrumes, les étapes physiologiques allant de la nouaison à la fin du grossissement des fruits sont très sensibles à un déficit hydrique, celui-ci se répercutant sur l'équilibre végétation-fructification. La maîtrise et la planification de l'irrigation sera l'un des facteurs considéré comme crucial pour le développement reproductif, la nouaison et l'élargissement des fruits. Bien irriguer c'est apporter l'eau au moment voulu, avant que l'arbre n'ai les feuilles qui se flétrissent (**Jacquemond et al., 2013**). Selon **Zekri et al. (2019)**, la micro-irrigation est plus souhaitable que les autres méthodes d'irrigation pour trois raisons principales : la conservation de l'eau, l'efficacité de la gestion des engrais et la protection contre le gel. Une bonne alimentation en eau au printemps assure une bonne nouaison, en été elle stimule le grossissement des fruits. Les doses d'irrigation doivent être apportées en plusieurs fois et régulièrement, suivant la capacité de rétention du sol, le système d'irrigation utilisé, la pluviométrie et la température (**Jacquemond et al., 2013**).

Une planification correcte de l'irrigation nécessite une compréhension de :

- La quantité d'eau pouvant être retenue dans la zone racinaire de la culture.
- Besoins journaliers en eau de la culture.
- Quelle quantité d'eau le système d'irrigation procure.

#### III.3.2. Planification de l'irrigation

Pour planifier l'irrigation, il faut comparer la quantité d'eau disponible dans la zone racinaire des cultures avec les besoins quotidiens en eau de l'arbre. Si les besoins quotidiens en eau dépassent la quantité d'eau qui peut être retenue dans la zone racinaire, il sera nécessaire d'irriguer plus d'une fois par jour. Si le sol peut contenir plus que les besoins quotidiens en eau on peut irriguer lorsque l'eau disponible est épuisée (cela peut être tous les deux ou trois jours).

Les précipitations pendant la saison d'irrigation peuvent réduire les besoins d'irrigation des arbres.

Une irrigation excessive, en particulier l'irrigation de surface, peut mouiller les troncs des arbres et augmenter l'incidence de la pourriture des racines causée par *Phytophthora*. La chlorose induite par la chaux peut être aggravée par une sur-irrigation et a tendance à être réduite par l'irrigation goutte à goutte (**Haifa group, 2016**)

Un oranger Navel ayant un diamètre de canopée de 14 pieds. Pour le mois de juillet, l'arbre aurait besoin de 111.7 litres d'eau par jour.

**Tableau 1** : Besoins quotidiens en eau par litres variants selon le diamètre de la canopée de l'arbre (Glenn, 2000).

Diamètre canopée de l'arbre (ft.)	Mois											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
<b>2 (61cm)</b>	0,4	0,4	0,75	1,1	1,5	1,9	2,3	2,3	1,5	1,1	0,4	0,4
<b>4 (1.22m)</b>	1,1	1,5	3,4	4,9	6	8	9	7,6	6,8	3,8	1,5	1,1
<b>6 (1.83m)</b>	2,6	3,8	7,8	11,3	13,6	17,8	20,5	19,3	14,8	8,7	3,8	2,6
<b>8 (2.44m)</b>	4,5	6,8	14	20	24,6	31,8	36,3	34	26,5	15,5	6,8	4,5
<b>10 (3.05m)</b>	7,2	10,2	21,6	31	38,2	49,6	57,1	53	41,6	24,2	10,2	7,2
<b>12 (3.76m)</b>	10,2	14,8	31,4	44,7	55,2	71,5	82,1	76,5	59,8	34,8	14,8	10,2
<b>14 (4.27m)</b>	14	20,5	42,8	61	75,3	97,3	111,7	104	81,4	47,3	20,5	14
<b>16 (4.88m)</b>	18,1	26,5	55,6	79,5	98	126,8	146,1	135,9	106	62	26,5	18,2
<b>18 (5.48m)</b>	23	33,7	70,4	100,7	124,2	160,5	184,7	172,2	134,4	78,3	33,7	23
<b>20 (6.1m)</b>	28,4	41,6	87	124,5	153,3	198,4	227,9	212,4	165,8	96,9	41,6	28,4

### III.4. La Fertilisation en agrumiculture

La fertilisation représente environ 20% des coûts de production totaux d'agrumes, mais elle peut avoir un effet important sur la rentabilité potentielle. L'évaluation visuelle de l'état nutritionnel, l'analyse du sol et des plantes, l'historique du champ, l'expérience de production et les aspects économiques sont toutes des directives importantes à suivre pour prendre des décisions sur les taux d'engrais à utiliser et leurs sources.

Un approvisionnement suffisant en nutriments essentiels est crucial à la gestion et à la durabilité des nutriments. Un équilibre des nutriments disponibles est un élément clé de la rentabilité car il permet une interaction positive des nutriments. Par exemple, dans le cas de la fertilisation azotée, une pénurie d'un autre élément nutritif pourrait conduire à une diminution de l'absorption d'azote, réduire l'efficacité de l'utilisation de l'azote et augmenter le potentiel de perte d'azote.

**Tableau 2 :** Quantités annuelles moyennes de N, P, K recommandées pour les agrumes en fonction de l'âge de l'arbre (**Legaz and Primo-millo, 1988**)

Age de l'arbre	Azote (N)		Phosphore (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		Potassium (K <sub>2</sub> O)	
	g/arbre	Kg/ha	g/arbre	Kg/ha	g/arbre	Kg/ha
1-2	40-80	16-32	0-20	0-8	0-30	0-12
3-4	120-160	48-64	30-40	12-16	40-80	16-32
5-6	240-320	96-128	50-60	20-24	100-120	40-48
7-8	410-500	164-200	80-100	32-40	160-200	64-80
9-10	550-600	220-240	120-150	48-60	250-300	100-120
> 10	600-800	240-320	150-200	60-80	300-400	120-160

L'application au sol de macronutriments est préférée à l'application foliaire en raison de la forte demande d'absorption par les agrumes. Cependant, l'engrais appliqué au sol est sujet à diverses contraintes, y compris le lessivage, le ruissellement et la fixation à des formes non disponibles pour les plantes causées par des interactions entre éléments. Les engrais en solution appliqués sur le feuillage des arbres sont moins sujets à ces pertes, et leur absorption par les feuilles est bien plus rapide, mais seules de petites quantités de nutriments peuvent pénétrer dans les feuilles. L'application d'engrais foliaire peut être envisagée pour les nutriments N, P, K, Mg, Zn, Mn et B. Elle est particulièrement envisagée à court terme lorsqu'une carence nutritionnelle est diagnostiquée, mais ne doit pas être invoquée pour la nutrition à long terme des arbres. (**Obreza & Morgan, 2008**)

**Tableau 3 :** Doses appliquées en pulvérisation foliaire dans un verger constitué d'arbres adultes (416 arbres/ha) (Jacquemond et al., 2013).

Carence	Solution et dose (Mouillage 1 500 M/ha)
Manganèse	Sulfate de manganèse : 8 kg/ha
Zinc	Sulfate de zinc : 8 kg/ha (titré 36%)
Cuivre	5 kg/ha de cuivre métal
Molybdène	Molybdate d'ammonium : 7 g/ha
Calcium (Ca)	Chlorure de calcium : 2 ou 3 x 10 kg / ha
Magnésium	Nitrate de magnésium : 30kg/ha (titré a 9.5% de MgO)

### III.5. La Fertigation

La micro-irrigation combinée à la fertigation (application de petites quantités d'engrais soluble directement sur la zone racinaire par le biais de systèmes d'irrigation) fournit une application précise de l'eau et des engrais nutritifs dans la production d'agrumes. L'engrais peut être appliqué à petites doses et à des moments particuliers lorsque ces nutriments sont nécessaires. Cette capacité aide les producteurs à augmenter l'efficacité des engrais et à réduire les nutriments et le lessivage par excès de pluie ou sur-irrigation et devrait entraîner une réduction des taux d'engrais pour la production d'agrumes. Les deux nutriments les plus couramment appliqués aux agrumes par fertigation sont l'azote et le potassium. **(Zekri et al., 2019)**

## Chapitre 2 : Matériel et méthodes

### I. Présentation de la région d'étude

#### I.1. Situation géographique

Notre étude a été réalisée dans la région agrumicole d'Oued El Alleug, située à l'est de Blida, dans la plaine de Mitidja. La Mitidja est une vaste plaine du nord algérien située à 55m d'altitude, qui s'étend sur une superficie de 1400 km<sup>2</sup> comprenant une superficie agricole d'environ 150 000 ha. Elle forme un arc de cercle du massif montagneux de Chenoua (à l'ouest), au Corso (à l'est), une plaine qui sépare le Sahel au nord, de l'Atlas blidéen au sud (**Hartani et al., 2010**), correspondant à une dépression d'une longueur de 100km sur 15 à 20km de large, ouverte sur la mer de son côté nord-est sur une trentaine de kilomètre (**Loucif, 1977**).

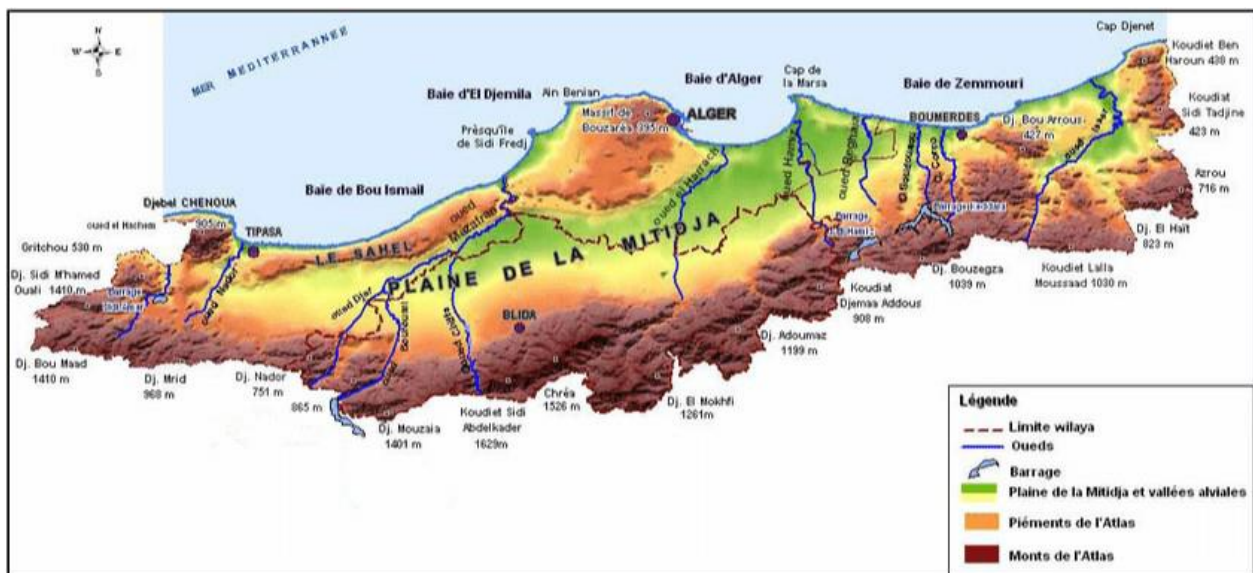


Figure 7 : Cartographie de la plaine de Mitidja (**Mutin, 1977**)

#### I.2. Caractéristiques climatiques

Selon **Mutin (1977)**, Le climat de la région est typiquement méditerranéen (étage bioclimatique sub-humide à hiver frais). Toutefois, on constate que le climat tend de plus en plus à l'aridité : depuis 30 ans, la zone n'a connu que huit années humides (**Imache et al, 2006**).

D'après **Aroun (2015)**, les précipitations sont caractérisées par une grande irrégularité en fonction des années, et aussi en fonction des mois de la même année.



Dans un intervalle de plus de 380 mm et moins de 787,88 mm et sont majoritairement hivernales et printanières.

Le diagramme Ombrothermique établie pour la période (1995 à 2013) se caractérise par deux périodes fondamentales : l'une humide de sept mois s'étalant de janvier à avril puis d'octobre à décembre, l'autre sèche de mai à septembre. Sur le plan thermique, Les mois les plus froids sont janvier et février avec des températures moyennes minimales respectives de 4,49 °C et 4,48 °C, et une température moyenne maximale de 20,31 °C et 22,56 °C, tandis que les mois les plus chauds sont juillet et août avec des températures moyennes maximales respectives de 37,2°C et 37,00°C et de 20,54°C suivie de 22,01°C comme température moyenne minimales.

## II. Présentation du site d'étude

### ➤ Jeune plantation (1an)

- **Situation géographique** : Le verger se situe à la commune d'Oued El-Alleug, wilaya de blida.
- **Superficie** : 1.9ha.
- **Variété** : tomatara, porte greffe c35.
- **Periode d'enquête** : 25 août 2020.



Perimeter ⓘ

578 m ▼

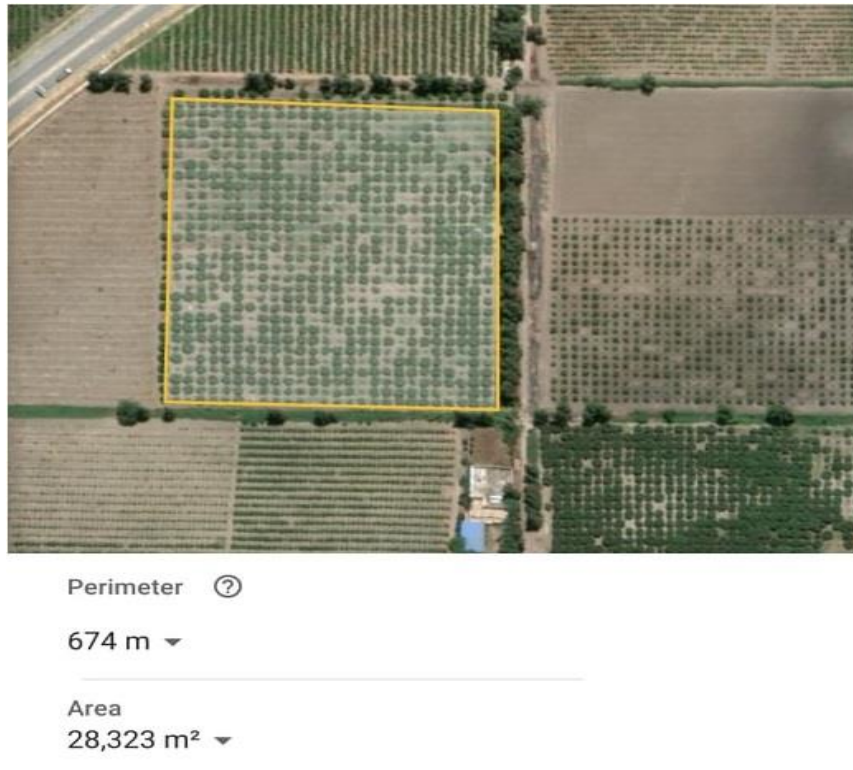
Area

19,189 m<sup>2</sup> ▼

**Figure 8** : Image satellite du verger de jeune plantation

➤ **Plantation âgée (9ans)**

- **Situation géographique** : Le verger se situe à la commune d'Oued El-Alleug, wilaya de blida.
- **Superficie** : 2.8ha.
- **Variété** : montreal, porte greffe bigaradier.
- **Periode d'enquête** : 27 août 2020.



**Figure 9** : Image satellite du verger de plantation âgée

### III. Objectif de l'enquête :

Pour superviser de près les programmes d'utilisation des correcteurs de carence et des stimulateurs de croissance par les agrumiculteurs de la région de Oued El Alleug, nous avons procédé par des sorties sur terrain avec deux agrumiculteurs qui ont accepté de nous accueillir et de nous donner des informations exactes sur leur calendriers de fertilisations et répondre à un questionnaire qui s'axe sur plusieurs aspects :

- Sur quelle base se fait le choix entre régulateur de croissance et correcteur de carence ?

- Qui consultent-ils avant de mettre au point un programme de fertilisation ?
- La notion d'analyse du sol avant d'entreprendre un planning de fertilisation ?
- Période d'utilisation des produits et doses apportés par stade de croissance ?
- Leur connaissance sur les interactions entre les éléments du sol.
- La planification du programme d'irrigation ?
- Sur quelle base se fait le choix des produits utilisés ?
- Les types d'engrais utilisés ?
- Le respect des indications mentionnées sur l'étiquetage des produits ?
- Les raisons qui orientent la décision d'apport ?
- La prise en considération des conditions climatiques avant et lors des fertilisations ?

#### **IV. Fiche d'enquête**

En vue de mener à bien notre travail, nous avons effectué des enquêtes auprès d'agrumiculteurs de la région d'Oued El Alleug, Blida, ce qui nous a permis d'avoir des informations sur leurs programmes d'application de correcteurs de carences et stimulateurs de croissance, et pouvoir ainsi cerner les anomalies et les erreurs concernant les pratiques et calendriers de fertilisations adoptés par les agriculteurs de la région.

### Fiche d'enquête

#### I. Renseignements divers

Commune d'enquête .....

Superficie (ha) .....

Interlocuteur .....

Nombre d'agent réalisant les apports d'amendement .....

#### II. Choix des produits et mode d'utilisation

<b>Les apports en correcteurs de carences et stimulateurs de croissance sont appliqués par :</b>		
--	--	--

<input type="checkbox"/> Application foliaire.	<input type="checkbox"/> Fertigation.	<input type="checkbox"/> Les deux.
--	---------------------------------------	------------------------------------

<b>Les éléments majeurs sont appliqués</b>		
--	--	--

<input type="checkbox"/> Après calcul des besoins	<input type="checkbox"/> Symptôlogie	<input type="checkbox"/> Application aléatoire
---	--------------------------------------	--

<b>Avant de fertiliser vous :</b>		
-----------------------------------	--	--

<input type="checkbox"/> Consultez un ingénieur	<input type="checkbox"/> Programmez votre propre calendrier	<input type="checkbox"/> Consultez le vendeur
---	---	---

<b>L'interaction des éléments majeurs et d'oligo-éléments est</b>		
---	--	--

<input type="checkbox"/> Prise en considération	<input type="checkbox"/> Pas prise en considération
---	---

<b>La quantité d'eau quotidienne est</b>		
--	--	--

<input type="checkbox"/> Exigée par l'ingénieur	<input type="checkbox"/> Décision personnelle
---	---

<b>Le choix des produits est fait selon</b>		
---	--	--

<input type="checkbox"/> Le prix	<input type="checkbox"/> L'efficacité	<input type="checkbox"/> La marque
----------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------

<b>Type d'engrais utilisé</b>		
-------------------------------	--	--

<input type="checkbox"/> Soluble	<input type="checkbox"/> Granule	<input type="checkbox"/> Les deux
----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------

<b>Les doses minimales et maximales d'application sont</b>		
--	--	--

<input type="checkbox"/> Prises en considération	<input type="checkbox"/> Pas prises en considération
--	--

<b>Sur quelle base se fait le choix entre régulateur de croissance et correcteur de carence ?</b>				
Symptômes observés	Avis d'un technicien	Fortuitement		
<b>Quelles sont les raisons qui orientent la décision d'apport ?</b>				
Augmenter le rendement	Réduire les apports	Sécuriser la récolte		
<b>Avant d'entreprendre un planning de fertilisation, faites-vous les analyses</b>				
• Du sol	• Des feuilles	• Les deux	• Aucune	
<b>Lequel de ces paramètres prenez-vous en considération avant et lors des fertilisations</b>				
• Ph	• Température	• Précipitations	• Réglage des buses	• Aucun paramètre

**Figure 10** : Fiche d'enquête

Les résultats du questionnaire nous ont permis de cerner les anomalies et erreurs concernant les pratiques et programmes de fertilisation adoptés par les agrumiculteurs de la région. En s'appuyant sur les exigences des *Citrus* en macroéléments et oligoéléments selon le stade végétatif et l'âge de la plantation, nous nous sommes proposés **(i)** d'effectuer un repositionnement des apports en correcteurs de carences et stimulateurs de croissance et **(ii)** d'établir un calendrier de fertilisation plus adéquat pour pouvoir optimiser le rendement des vergers consultés.

## Chapitre 3 : Résultats et discussion

### I. Rétrospective sur la stratégie d'utilisation des correcteurs de carences et des stimulateurs de croissance en agrumiculture

Le présent projet porte sur l'exécution d'une enquête sur les intrants phytosanitaires en agrumiculture dans la région d'Oued El Alleug, Blida. Cette opération s'est déroulée au mois d'Aout 2020.

Cette enquête est réalisée en vue de disposer d'une connaissance actualisée des interventions techniques et de l'usage des correcteurs de carences et des stimulateurs de croissance sur les cultures de fruits (Clémentinier). Elle constitue un outil majeur de description des pratiques des exploitants. Une meilleure connaissance de ces pratiques permet aux instituts techniques et de recherche de les aider à élaborer leurs conseils aux agriculteurs.

Sur quelle base se fait le choix entre régulateur de croissance et correcteur de carence ?			
<b>Symptômes observés</b>	Avis d'un technicien	Fortuitement	

Avant de fertiliser vous		
Consultez un ingénieur	Programmez votre propre calendrier	<b>Consultez le vendeur</b>

Avant d'entreprendre un planning de fertilisation, faites-vous les analyses			
Du sol	Des feuilles	Les deux	<b>Aucune</b>

Les éléments majeurs sont appliqués		
Après calcul des besoins	<b>Symptomatologie</b>	<b>Application aléatoire</b>

Lequel de ces paramètres prenez-vous en considération avant et lors des fertilisations				
pH	Température	Précipitations	Réglage des buses	<b>Aucun paramètre</b>

Le choix des produits est fait selon		
<b>Le prix</b>	<b>L'efficacité</b>	<b>La marque</b>

Type d'engrais utilisé		
<b>Soluble</b>	Granule	Les deux

La quantité d'eau quotidienne est	
Exigée par l'ingénieur	<b>Décision personnelle</b>

Les doses minimales et maximales d'application sont	
Prises en considération	<b>Pas prises en considération</b>

L'interaction des éléments majeurs et d'oligo-éléments est		
Prise en considération	Pas prise en considération	<b>Qu'est-ce que c'est que l'interaction entre éléments ?</b>

Quelles sont les raisons qui orientent la décision d'apport ?		
<b>Augmenter le rendement</b>	Réduire les apports	<b>Sécuriser la récolte</b>

Cette enquête évocatrice est réalisée sur des plantations jeune et âgée auprès d'exploitations agricoles spécialisées en arboriculture. Le questionnaire comporte une série de thèmes portant sur la physiologie de la nutrition des plantes, la décision d'apport et le but d'application des intrants. L'enquête s'est déroulée sous la forme d'un entretien en face à face d'une durée d'environ 2H. Les exploitants agricoles faisant partie du consortium des agrumicultures de la Mitidja.

Les informations recueillies révèlent une gestion caractérisée par des actions critiques, portant préjudice sur la viabilité de la culture. Parmi les points faibles de la gestion nutritionnelle des agrumes nous citons :

**(i) Absence des analyses du sol et du diagnostic foliaire.**

Les analyses de sol jouent un rôle important en production végétale ainsi que dans la gestion des éléments nutritifs. Elles constituent en fait le meilleur moyen de bien planifier les applications d'engrais pour les exploitations agricoles qui utilisent des engrais commerciaux comme source principale d'éléments nutritifs. Il est particulièrement important, dans ce cas, de connaître la teneur initiale du sol en éléments nutritifs. C'est à

partir de cette dernière qu'on peut alors dresser le plan de gestion des éléments nutritifs qui permettra de gérer adéquatement à la fois les éléments nutritifs que la parcelle produit et ceux qu'elle reçoit sous forme de biosolides et d'engrais commerciaux. **(Prévôt et Ollagnier, 1956).**

Les limites de l'analyse du sol ne concernent qu'un de ses aspects, à savoir la difficulté d'appréciation de la disponibilité des éléments minéraux. Le niveau d'information que l'on peut attendre de l'analyse du sol n'est pas le même selon qu'elle est pratiquée avant plantation ou en cours de végétation : avant plantation, une analyse physique et chimique du sol et du sous-sol de chaque parcelle est absolument indispensable. Les résultats obtenus permettront de juger de l'apport d'engrais et/ou d'amendements destinés à restaurer les potentialités du terroir, ainsi que du choix du porte-greffe le mieux adapté aux caractéristiques du sol (pouvoir chlorosant en particulier). En cours de végétation, l'analyse est plus limitée du fait de la difficulté d'accéder aux horizons réellement exploités par les racines et du caractère conventionnel de la plupart des méthodes d'extraction des éléments minéraux. Il est illusoire de définir la fumure annuelle d'une vigne en place à partir de celle-ci. Par contre, elle peut s'avérer utile pour résoudre des problèmes ponctuels (diagnostic d'un trouble de la végétation) ou permettre de suivre l'évolution au cours du temps de certaines caractéristiques du sol (pH et matière organique) d'après **Delas (2000).**

**(ii) Manque d'estimation des besoins en éléments majeurs.**

La durabilité de l'agriculture peut être mise en danger si la culture continue n'est pas couplée à l'utilisation de pratiques adéquates de restauration. L'appauvrissement en éléments nutritifs est un aspect principal de la dégradation du sol. La connaissance quantitative de la perte en éléments nutritifs des plantes contribue à comprendre l'état de la dégradation du sol et peut se révéler utile pour concevoir des stratégies de gestion des éléments nutritifs. Les exercices de bilan en éléments nutritifs peuvent servir d'indicateurs permettant d'atteindre la durabilité des systèmes agricoles. Les approches basées sur les bilans en éléments nutritifs ont été très utilisées ces dernières années. Des études ont été entreprises à de nombreux niveaux : parcelle, exploitation agricole, régional, national et continental. L'apparition de nombreux cas d'appauvrissement en éléments nutritifs et de diminution de la fertilité du sol a été signalée **(Batjes, 2001).**

**(iii) Absence de prise en considération des paramètres abiotiques (pH, Température, Précipitations, besoins en eau) avant l'opération de fertilisation.**

La qualité physique d'un sol est fortement liée à sa structure, c'est-à-dire à la façon dont les constituants minéraux et organiques sont assemblés. Sa qualité dépend principalement des caractéristiques des pores et des particules solides. Dans le sol, la



matière organique est un des principaux liants dans la formation des agrégats (**Tisdall et Oades, 1982**). C'est dans les différentes catégories de vides ménagés par cet assemblage que l'eau, les solutés et les gaz circulent et que les êtres vivants peuvent se développer. Une déstructuration affecte la pénétration des racines dans le sol (**Tremblay-Boeuf, 1995**) et également l'installation de la microflore et la faune du sol (**Carson et al., 2010**), montrant ainsi que les propriétés physiques d'un sol peuvent avoir des conséquences sur le fonctionnement et les services rendus par un sol.

Pour ce qui est de ses propriétés chimiques, le sol est avant tout une source de nutriments indispensables pour les plantes. La présence d'ions en excès peut provoquer des phénomènes de toxicité alors qu'au contraire, un déficit entraîne une diminution de la fertilité du sol (**Tessier et al., 1996**). Les activités humaines ont engendré la présence de contaminants ; par exemple en Eléments traces métalliques (ETM) mais également en molécules organiques comme les Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) qui impactent le fonctionnement des sols. Ainsi, ces contaminants sont pris en compte dans l'évaluation de la qualité des sols. **Singer et Ewing (2000)**, proposent une liste des principales propriétés chimiques à intégrer dans l'évaluation de la qualité des sols, telles que la Capacité d'échange cationique (CEC), le pH, la teneur en matières organiques, la concentration et la disponibilité des nutriments ainsi que la concentration et la disponibilité des contaminants.

**(iv) Méconnaissance de l'importance des interactions des éléments majeurs et des oligo-éléments lors de la fertilisation.**

Selon **Martin-Prével et al. (1984)**, l'absorption d'un élément minéral ne se fait pas d'une manière totalement indépendante de celle des autres éléments. Le potentiel d'assimilation spécifique d'une espèce végétale et la disponibilité des éléments fertilisants dans le sol sont perturbés par les interactions. Le cas le plus fréquent est l'antagonisme (une teneur de l'un des éléments trop élevés dans la plante ou le sol peut freiner voire empêcher, l'absorption d'un autre élément) et le synergisme (la présence d'un élément favorise l'absorption de l'autre) D'après **Oluf et al. (1990)**, la plante est capable jusqu'à un certain point, de contrôler ses prélèvements d'éléments nutritifs. L'équilibre entre les éléments dans la solution du sol influence les prélèvements racinaires.

## **II. Stratégie d'apport des correcteurs de carences et des stimulateurs de croissance en agrumiculture par les exploitants**

### **II.1. Cas d'une Jeune plantation d'agrumes (1an)**

Après avoir consulté le calendrier de fertilisation appliqué par l'exploitant et en s'appuyant sur les exigences de la culture d'agrumes, nous avons pu cerner les erreurs et anomalies présentes dans le planning d'apports en éléments fertilisants utilisé par

l'agriculteur. Nous pouvons citer de nombreux inconvénients concernant les stratégies d'apport des correcteurs de carences et des stimulateurs de croissance par l'exploitant, comme :

**(i)** La quantité des apports en éléments majeurs n'est pas suffisante pour subvenir aux besoins de la plante, et le non fractionnement des intrants qui peut engendrer un blocage des éléments du sol.

**(ii)** Les apports en oligoéléments sont très faibles et mal positionnés, ce qui fait que ces quantités appliquées ne seront pas utilisées par la plante au moment propice.

**(iii)** Les applications de biostimulants ne sont pas suffisantes, et aussi mal positionnées, rajoutant à ceci l'insuffisance et l'irrégularité de l'irrigation.

Les erreurs d'inadéquations opérées par l'agriculteur vont se répercuter par la suite sur plusieurs paramètres :

**(i)** Mal formation des arbres (Arbres stressés et non vigoureux) et par la suite **(ii)** la diminution de la production dans les années avenir par rapport à une implantation bien suivie, et **(iii)** aussi l'augmentation du pH du sol suite au non fractionnement des apports.

Le seul avantage concernant les pratiques et produits utilisés par l'agriculteur, c'est le coût, mais par la suite ceci ne va pas jouer en sa faveur, car les premières années de développement du verger sont un point de départ crucial, pour la formation d'un verger producteur et durable.

**Tableau 4** : planning de fertilisation de l'agriculteur sur une jeune plantation (1an)

	Octobre	Février	Mars	Fin mars	Avril	Fin avril	Mai	Fin mai-Récolte		
Stade phénologique	Dormance		Floraison		Nouaison			Grossissement/Maturation		
<b>Apport en éléments majeurs</b>	N.P.K 13.40.13 25kg	N.P.K 20.20.20 25Kg		N.P.K 20.5.10 25kg	N.P.K 20.5.10 25kg Sulfate de Mg Nitrate de Ca	N.P.K 20.5.10 25kg	N.P.K 20.5.10 25kg	N.P.K 20.5.10 25kg		25kg sulfate d'ammonium
<b>Apport en éléments secondaires/stimulateurs</b>		Sulfate de Mg Nitrate de Ca	3Kg Fer 40L Algue						40L Algue 10kg Fer	
<b>Irrigation</b>	4 Irrigation 128l/arbre	4 irrigations 128l/arbre		2 irrigations 64l/arbre	3 irrigations 96l/arbre		8 irrigations 256l/arbre	10 irrigations 320l/arbre		
<b>Coût</b>	10.000da	19.000da	51.500da	9.000da	19.000da	9.000da	9.000da	9.000da	69.000da	5.000da

## II.2. Cas d'une plantation âgée d'agrumes (9 ans)

Pour la plantation âgée l'agriculteur a utilisé des engrais sous forme de granulés, qui sont moyennement chers, lentement assimilable par la plante vue leur hydrosolubilité très lente, et qui ne couvrent pas les besoins en macroéléments et oligoéléments de la plante. La plante ne pourra pas avoir accès aux doses nécessaires d'éléments dont elle aura besoin a des moments précis de son cycle de développement.

Le programme appliqué par l'agriculteur montre une absence d'apports en oligoéléments très importants pour la culture, et le mal positionnement des applications des biostimulants.

Une très faible irrigation, très pauvre fertilisation, et le non fractionnement des amendements en éléments majeurs, et l'absence d'approvisionnement en oligoéléments mènent à des rendements très faibles, des fruits a petit calibre et non appétents, donc une perte sur le plan temporaire et économique.



**Figure 11** : Plantation de 9 ans avec le programme de fertilisation de l'exploitant

**Tableau 5** : planning de fertilisation de l'agriculteur sur une plantation âgée (9ans)

	Octobre	Février	Mars	Fin mars	Avril	Fin avril	Mai	Fin mai-Récolte
Stade phénologique	Dormance		Floraison			Nouaison		Grossissement/Maturation
Apport en éléments majeurs	N.P.K 15.15.15 500KG	Urre46 granule 500kg/1000arb						Sulfate de potasse 0.0.50 500kg fractionnée De juillet aux récoltes 25kg/semaine
Apport en éléments secondaires/ stimulateurs		Siapton Biostimulant 3l/1000leau	Siapton Biostimulant 3l/1000leau	2application de fengib 15j d'intervalle				
Irrigation		64l/arbre/semaine	64l/arbre/semaine				96l/arbre/semaine	
Coût	45.000da	68.000da	18.000da	72.000da				120.000da

### III. Appréciation de la nutrition minérale des agrumes par la démarche de l'enquête

#### III.1. Cas d'une Jeune plantation d'agrumes (1an)

Le programme de fertilisation proposé est basé sur le calcul des besoins de la plante en chaque élément en unité. Les apports sont fractionnés selon les exigences par stade phénologique.

Le calendrier proposé a été établi pour subvenir et combler les besoins de la plante.

La moitié des apports en macroéléments a été fractionnée au stade de dormance, pour préparer l'implantation pour le début de saison.

Les apports en oligoéléments et biostimulants ont été apportés tout au long du cycle de développement, et en double dose aux stades sensibles (floraison).

L'approvisionnement en matière organique, va permettre d'améliorer la texture du sol.

Le programme d'irrigation a été calculé pour satisfaire les besoins en eau des jeunes plantes, irrigation régulière en quantités suffisantes.

Le plus important dans le calendrier proposer est la formation d'arbres vigoureux et bien formés, et permettre de rentrer en production très tôt dès la deuxième année avec une production allant jusqu'à 30kg/arbre pour un gain de temps et d'argent.

On peut aussi dire que la différence du cout de fertilisation du calendrier proposé et celui de l'agriculteur n'est pas très importante tenant compte de la qualité et du développement des jeunes arbres, qui est juste incomparable.



**Figure 12 :** Plantation d'une année bien entretenue



**Figure 13 :** Résultat à attendre en deuxième année avec un bon planning de fertilisation

**Tableau 6** : planning de fertilisation proposé pour une jeune plantation (1an)

	Décembre	Février	Mars	Fin mars	Avril	Fin avril	Mai	Fin mai-Récolte
Stade phénologique	Dormance		Floraison			Nouaison		Grossissement/Maturation
Apport en éléments majeurs	4.2kg sulfate d'ammonium 21% 1.4kg 13.40.13 Jour par jour					238g/j 13.40.13 714g/j sulfate d'ammonium 357g/j Sulfate de potasse 0.0.50 Application quotidienne		
Apport en éléments secondaires/stimulateurs			4kg fer 6% EDDHA 8L acid amine 10l matière organique			1L Fengib + 2L Zn,Mn		12kg Nitrate de Ca / mois 12kg Sulfate de Mg /mois 2kg fer 6% EDDHA/mois 4L acide amine/mois
Irrigation	32L/arbre	64L/arbre	64L/arbre par jour					
	Jour par jour	1fois/semaine	NB : les jours de forte chaleur, la quantité d'eau sera doublée					
Coût	48.000da		30.000da			173.000da		

### III.2. Cas d'une plantation âgée d'agrumes (9 ans)

Dans notre programme proposé nous avons remplacé les engrais en granulés par des engrais hydrosoluble pour satisfaire les besoins en unités de la plante.

Nous avons aussi intégré les apports en oligoéléments tout au long du cycle avec des doses étudiées pour subvenir aux besoins de la plante par stade de développement, et l'utilisation des biostimulants tout au long de la saison de production avec double doses aux stades sensibles (floraison).

L'apport en matière organique pour améliorer la texture du sol et éviter le blocage des éléments.

Ainsi que l'application de 3 traitements de fengib (Acide gibbérellique) durant la période de nouaison pour obtenir des fruits de bonne qualité et de bon calibre.

La mise en place d'un planning d'irrigation régulier et suffisant pour combler les besoins de l'arbre.

Ce programme proposé va permettre à l'agriculteur d'augmenter sa production qui été de 60kg/arbre avec des fruits de mauvaise qualité, a une production de 100kg/arbre et plus avec des fruits d'excellente qualité. Ce qui va être pour l'agriculteur d'un gain non négligeable.



**Figure 14** : Résultat préconisé sur une plantation âgée avec notre planning proposé



**Tableau 7** : planning de fertilisation proposé pour une plantation âgée (9ans)

	Décembre	Février	Mars	Fin mars	Avril	Fin avril	Mai	Fin mai-Récolte
<b>Stade phénologique</b>	<b>Dormance</b>		<b>Floraison</b>		<b>Nouaison</b>		<b>Grossissement/Maturation</b>	
<b>Apport en éléments majeurs</b>	14kg sulfate d'ammonium 21% 4.3kg 13.40.13 Jour par jour				600g/j 13.40.13 2.3kg/j sulfate d'ammonium 2kg/j Sulfate de potasse 0.0.50 Application quotidienne			
<b>Apport en éléments secondaires/ stimulateurs</b>			12kg fer 6% EDDHA 24L acide amine 20l matière organique		1L Fengib + 2L Zn,Mn 1L Fengib +3l acide amine 1L Fengib + 2L fer EDTA Intervalle de 15j		12kg Nitrate de Ca / mois 12kg Sulfate de Mg /mois 6kg fer 6% EDDHA/mois 12L acide amine/mois	
<b>Irrigation</b>	48L/arbre Jour par jour		96L/arbre 1fois/semaine		96L/arbre par jour NB : les jours de forte chaleur, la quantité d'eau sera doublée			
<b>Coût</b>	154.000da		80.000da		520.700da			

## Conclusion :

La fertilisation est le facteur le plus important à prendre en considération dans une exploitation agricole. Un mal positionnement ou le mauvais choix des produits se répercute directement sur la qualité et quantité du rendement

La connaissance des besoins de la plantation d'agrumes par stade de croissance reste un point primordial pour arriver à bien positionner les apports en correcteurs de carences et stimulateurs de croissance, afin d'optimiser l'absorption des fertilisants essentiels au bon développement de l'arbre et des fruits, et ainsi pouvoir gérer les dépenses de l'agriculteur suivant les besoins de sa plantation, pour avoir un résultat optimal, sans gaspiller du temps et de l'argent.

Par notre présent travail nous avons pu proposer un planning de fertilisation qui couvre les besoins en correcteurs de carences et stimulateurs de croissance d'une jeune plantation d'1 an, et une plantation âgée de 9 ans, pour former des arbres vigoureux, bien structurés, et l'entrée en production dès la deuxième année pour la jeune plantation, et d'optimiser le rendement en termes de qualité et de quantité pour la plantation âgée.

Du point de vue économique les calendriers de fertilisations proposés exigent des dépenses plus importantes, surtout pour la plantation âgée, mais le rendement visé par la suite va être beaucoup plus important, quantitativement et qualitativement parlant.

## Références :

- 1- Agusti M. ; Zaragoza S. ; Bleiholder H. ; Buhr L. ; Hack H. ; Klose R. ; Stauss R. (1995) - *échelle BBCH pour la description des stades phénologiques du développement des agrumes (Gen. Citrus)*. Levante Agricola 3, pp189-199
- 2- Ajaanid I. (2016) – *AGRUMES : LES ELEMENTS FERTILISANTS ‘MAJEURS’ ET ‘SECONDAIRES’ [enligne]*, Article, Agrimaroc, disponible sur : <[www.Agrimaroc.ma/agrumes-les-elements-fertilisants-majeurs-et-secondaires/](http://www.Agrimaroc.ma/agrumes-les-elements-fertilisants-majeurs-et-secondaires/)>, Consulté le 12/08/2020.
- 3- Aroun M.E.F. (2015) - Le complexe aphides et ennemis naturels en milieux cultivé et forestier en Algérie, thèse doctorale, département zoologie agricole, E.N.S.A, El-Harrach.
- 4- Batjes, N.H. (2001) - Options for increasing carbon sequestration in West African soils: An exploratory study with special focus on Senegal. *Land Degradation & Development*, 12, 131–142.
- 5- Bernier et al, (1985) - cité par JM.Legaye (2014) – *observatoire national sur les effets du réchauffement climatique, dates de floraison des arbres fruitiers*, INRA
- 6- Carson, J.K., Gonzalez- Quiñones V., Murphy, D. V, Hinz, C., Shaw, J.A., Gleeson, D.B. (2010) - Low pore connectivity increases bacterial diversity in soil. *Appl. Environ. Microbiol.* 76, 3936–3942.
- 7- CIRAD – GRET (2009) - *Mémento de l’agronome*. Quae: France. 1695p.
- 8- Davenport (1990) - cité par JM.Legaye (2014) – *observatoire national sur les effets du réchauffement climatique, dates de floraison des arbres fruitiers*, INRA
- 9- Delas J. (2000) - *Fertilisation de la vigne*. Édit. Féret., Bordeaux, 21-80 p.
- 10- FAO (2017) - *citrus fruit fresh and processed statistical bulletin 2016*, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, Rome 2017, 77p
- 11- Glenn C. Wright (2000) - *Irrigating Citrus Trees*, Cooperative extension, the university of Arizona, College of agriculture, Tuscon, Arizona. 5p
- 12- Gmitter F., Hu X. (1990) - *The possible role of Yunnan, China, in the origin of contemporary Citrus species (Rutaceae)*. *Economic Botany* 44:267-277pp
- 13- Goldschmidt E.E. (1997) - *Effect of climate on fruit development and maturation*. The Hebrew University of Jerusalem, Israel. 5p.

- 14- Haifa group (2016) – *Nutritional recommendations for Citrus [enligne]*, disponible sur << <https://www.haifa-group.com/files/Guides/Citrus.pdf> >>, consulté le 20/08/2020. 53p
- 15- Hartani T., Imache A., Bouarfa S., Kuper M. (2010) - LA MITIDJA 20 ans après, réalités agricoles aux portes d'Alger, ed. Alpha 2010, Alger, 285p
- 16- Iglesias D. J. ; Cercos M., Colmeneroflores J. M. ; Naranjo M. A. ; Rios G., Carrera E., Ruiz-Rivero O., Lliso I., Morillon R., Tadeo F. R. et Talon M. (2007) - *Physiology of citrus fruiting*. Brazilian journal of plant physiology. p333-362.
- 17- Imache A., Chabaka M., Djebbara M., Merabet B., Hartani T., Bouarfa S., Palagos B., Kuper M., Le Goulven P., Le Grusse P. (2006) - Demandes en eau des exploitations agricoles du périmètre irrigué de la mitidja ouest (Algérie), Manuscrit auteur, publié dans "Economies d'eau en Systèmes Irrigués au Maghreb. Deuxième atelier régional du projet Sirma, Marrakech : Maroc (2006)"
- 18- INRA (2006) – *Rapport National sur l'état des ressources Phylogénétiques pour l'Alimentation et l'Agriculture Juin 2006*. 67p
- 19- ITAFV (2012) – *La Culture Des Agrumes*, Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne, Tessala El-Merdja , Birtouta, Alger.
- 20- Jacquemond C., Curk F., Heuzet M. (2013) – *Les clémentiniers et autres petits agrumes*, Edition Quae. 364p
- 21- Kamiri M. (2011) - *Biologie de la reproduction des hybrides somatiques tétraploïdes d'agrumes ; implication sur la structure génétique des populations d'hybrides générées dans les croisements diploïdes x tétraploïdes*. Thèse universitaire. Université de Corse-Pascal Paoli. 246P
- 22- Khelil A. (2009) – *Nutrition et Fertilisation Arbres Fruitiers et Vigne*, office des publications universitaires OPU, Ben Aknoun, Alger
- 23- Legaz F., Primo-Millo E. (1988) – *Règles de fertilisation des agrumes*, in Geoffrey R. Dixon, David E. Aldous (2014), *Horticulture: Plants for People and Places*, Volume 1, Springer Science+Business Media Dordrecht 2014.
- 24- Loucif Z. (1977) - observation des populations du pou de San José *Quadraspidiotus perniciosus* comst. (Hom. ; Diaspididae) dans la plaine de la Mitidja (Algerie) d'octobre 1975 à mai 1976, in (AGRIS, 2013), pp 253-261.
- 25- MADR (2018) – *Statistiques Agricoles 2017 (Arboriculture) [enligne]*, Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, 2018, disponible sur : <<<http://madrp.gov.dz/agriculture/statistiques-agricoles/>>>, Consulté le 16/06/2020.

- 26- Martin-Prével P., Ganyard J., Gautier P et Drouineau G. (1984) - Analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales. Édit. Tech et Doc. Lavoisier., Paris, 187-224 p.
- 27- Meziane M. (2013) - *assainissement et régénération des plants d'agrumes par l'embryogénèse somatique à partir de la culture de stigate et style*, Thèse doctorale, E.N.S.A, El-Harrach, Alger, pp 9-11
- 28- Moss (1969) – cité par JM.Legaye (2014) – *observatoire national sur les effets du réchauffement climatique, dates de floraison des arbres fruitiers*, INRA
- 29- Mutin G. (1969) - *L'Algérie et ses agrumes* in : Revue de géographie de Lyon Vol 44 n°1, 1969. Pp 5-36
- 30- Mutin G. (1977) - *La Mitidja décolonisation et espaces géographiques*. Ed.OPU, Alger, 607p.
- 31- NICOLAS J. (2013) - *Phase exploratoire à la mise en place d'un schéma d'approvisionnement de plants d'agrumes sains et authentiques en Guyane*, Mémoire de fin d'études ISTOM 2013.
- 32- Obreza T.A. & Morgan K.T. (2008) - *General Soil Fertility and Citrus Tree Nutrient*, in SL 253 Nutrition of Florida Citrus Trees Second edition, the Soil and Water Science Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. 100p
- 33- Obreza T.A., Zekri M., and Futch S.H. (2008) - *General Soil Fertility and Citrus Tree Nutrient*, in SL 253 Nutrition of Florida Citrus Trees Second edition, the Soil and Water Science Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. 100p
- 34- Oluf C-B., Ola K., Ole H-L. et Ian R. (1990) - *Agriculture et fertilisation. Les engrais et leur avenir*. Édit. Tec et Doc. Lavoisier., Paris, 99 p.
- 35- Praloran J.C. (1971) - *Les agrumes. Techniques Agricoles et productions Tropicales*. Ed. G.P. Maison neuve et Larose. 565p.
- 36- Prévôt (P.), Ollagnier (M.) (1956) - *Méthode d'utilisation du diagnostic foliaire* . In : *Analyse des plantes et problème des fumures minérales* . pp . 177-192 . — Ed . IRHO.
- 37- Singer, M., Ewing, S. (2000) - *Handbook of soil science*, eds, Handbook of soil science. CRC Boca Raton
- 38- Spiegel-Roy, P. & Goldschmidt, E.E. (1996) - *Biology of citrus*, (Cambridge University Press, Cambridge and New York, 1996).

- 39- Spreen T.H. (2010) - *Projections de la production et de la consommation mondiales d'agrumes en 2010*, Département économique de l'alimentation, Université de Floride Gainesville, Floride, États-Unis.
- 40- Swingle, W. T. & Reece, P. C. (1967) - *The botany of Citrus and orange relatives in the orange subfamily*. Pp. 190–340 in: Reuther, W., Webber, H. J. & Batchelor, D. L. (eds.) *The Citrus Industry*, vol. 1, 2nd ed. California Univ. Press, Berkeley.
- 41- Tessier, D., Bruand, A., Bissonnais, Y. Le (1996) - Qualité chimique et physique des sols : Variabilité spatiale et évolution. Numéro Spécial Étude Gest. des Sols 3, 229–244.
- 42- Timac Agro (2015) - La nutrition des agrumes [enligne], disponible sur << <https://dz.timacagro.com/documentation/nutrition-des-agrumes/> >>, consulté le 20/08/2020
- 43- Tisdall, J.M., Oades, J.M. (1982) - Organic matter and water stable aggregates in soil. *Soil Sci.* 33, 141–163
- 44- Trabut L. (1908) - *L'arboriculture dans le nord de l'Afrique (suite)*. Revue Horticole d'Algérie, n°1 (janvier), pp 1-13
- 45- Trabut L. et Marès R. (1906) - *L'Algérie agricole en 1906*. Ed. Direction de l'agriculture. 543p
- 46- Tremblay-Boeuf, V. (1995) - Effets des contraintes mécaniques sur l'exsudation racinaire du maïs.
- 47- Wagner W. (1973) - *Classification et description des espèces et variétés ; agrumes, olivier, prunier, noyer*. Polycopie, Mai 1973
- 48- Winters, H. F. (1976) - *Microcitrus papuana, a new species from Papua New Guinea (Rutaceae)*, (*Bailey*) 20:23.
- 49- Wu, G.A., Terol, J., Ibanez, V., Lopez-Garcia, A., Estela, P.-R., Carles, B., et al. (2018) - *Genomics of the origin and evolution of Citrus*. *Nature* 544, pp 311–316.
- 50- Zekri M., Schumann A.W., Vashisth T., Kadyampakeni D.M., Morgan K.T., Boman B., and Obreza T. (2019) – *2019-2020 Florida Citrus Production Guide: Fertilizer Application Methods*, IFAS Extension, UNIVERSITY of Florida.