

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

SENNAD FAIZA

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN AGRONOMIE

Spécialité: AMELIORATION DES PRODUCTIONS VEGETALES

THÈME

**Essai d'application du Bore sur
la fécondation et la nouaison de
la Clémentine**

Soutenue publiquement le ...20.../...06.../2016

DEVANT LE JURY

Président	Mr. LABDAOUI DJAMEL	M.A.A	U. Mostaganem
Encadreur	Mr. TADJA ABED EL-KADER	M.C.B	U. Mostaganem
Examineur	Mr. DEBBA BACHIR	M.A.A	U. Mostaganem

Thème réalisé au ferme pilote Chlef



REMERCIEMENT

Avant tout ;

*Je remercie Dieu tout puissant De ma vais
Donner la patience, le courage et le savoir Pour
Accomplir ce travail.*

*Je remercie mes enseignants du département
D'agronomie de L'université Abed el Hamid ben
Badis Du Mostaganem ; En particulier :*

*Monsieur Tadjia mon directeur de mémoire,
De ma avoir proposé le sujet et pour ses
Précieus conseils.*

*Je sincère remerciement vont Monsieur LABDAOUI
Qui ma fait l'honneur de présider le jury.
Je remercie Monsieur DEBBA de m'avoir honoré
Et accepté d'examiner ce travail*

*Je remercie le directeur de l'I.P.V de
La wilaya de Chlef Monsieur Boualem.
Je remercie tous l'équipe de la ferme pilote Ali Aichouba.*

*Je remercie tous ce qui ma aidé de près ou de loin
Dans la réalisation des travaux sur terrain.*



-DEDICACE-

*Avec un grand respect, et avec tous
L'ardeur de mes sentiments,
Je dédie mon travail à :*

Mes parents

**ma cher mère et mon adorable père*
Pour leurs soutiens inconditionnels
Grâce lequel, j'ai eu la chance De réaliser
Mes études, chacun de leur manière.*

Mes chers frères et mes sœurs :

*Hani, Abd- el Karim, Abd El -Malek,
El-fakhet, Fatima et Nadja.*

A toute ma famille *SENNAD*

Chacun a son nom.

A mon fiancé Cherif Djafal

A tous mes amis de près ou de loin surtout :

*Ahlem, Soumia, Hind, Ibticem,
Chahra, Asma, Fadhila et Zahra.*

A tous mes amis de -APV-

*Et à tous ceux qui m'ont apporté
Un soutien moral ou matériel.*



Faiza

Liste des abréviations

L'abréviation	Le mot complet
°C	Degré cils use
Aou	Aout
Avr	Avril
Cm	Centimètre
Dec	Décembre
F. A. O.	Food and Agricultur Organization
Fev	Février
Ha	Hectare
Jan	Janvier
Juil	Juillet
Jui	Juin
Km	Kilomètre
km2	Kilomètre carré
m	Mètre
Mar	Mars
Max	Maximale
Min	Minimale
Mm	Millimètre
Moy	Moyenne
Nov	Novembre
O.N.M.	Office nationale de la météorologie
Oct	Octobre
PK	Phosphore et Potacium
Qx	Quintaux
Sep	Septembre
T°	Température

• Figure 1 : Coupe au niveau d'un fruit d'orange	12
• Figure 2 : stade de floraison des agrumes	18
• Figure 3 : stade de nouaison des agrumes	19
• Figure 4 : fruits d'agrume	19
• Figure 5 : symptômes de carence en bore	21
• Figure 6 : Symptômes de carence en fer sur agrumes	22
• Figure 7 : Symptômes de carence en Zinc sur agrumes	23
• Figure 8 : Symptômes de carence en magnésium sur agrumes	24
• Figure 9 : Symptômes de carence en manganèse sur agrumes	25
• Figure 10 : Taille en sphère surbaissée	28
• Figure 11 : - Les fruits des différentes espèces et variétés d'agrume	30
• Figure 12 : photo d'un fruit d'orange de la variété Thomson	30
• Figure 13 : Photo d'un pomelo sanguin	32
• Figure 14 : Photographie d'un Cédratier	32
• Figure 15 : Photographie d'un Kumquat	33
• Figure 16 : Photographie des Pamplemousses blanc, rose et sanguin	33
• Figure 17 : Photographie d'un Pamplemousse vert	34
• Figure 18 : Photographie d'une Lime (Citron vert) et Citron	34
• Figure 19 : Cycle biologique de <i>Phyllocnistiscitrella</i>	49
• Figure 20 : Photo de clémentinier	43
• Figure 21 : principaux d'affinité entre variétés et porte-greffes chez les agrumes	45
• Figure 22 : observation d'une incompatibilité de greffe, après retrait de l'écorce	46
• Figure 23 : schématique de l'architecture de la frondaison d'un clémentinier	47
• Figure 24 : feuilles d'agrumes	47
• Figure 25 : les différents types des pousses florifères.	49
• Figure 26 : coupe d'une fleur de clémentinier.	50
• Figure 27 : diagramme floral du clémentinier.	51
• Figure 28 : le clémentinier.	54
• Figure 29 : Précipitations et températures moyennes mensuelles de la wilaya de Chlef	58

- **Figure 30** : photo de la ferme pilote d'Ali Aichouba 59
- **Figure 31**: disposition expérimental (blocs) 62
- **Figure 32**: photo de témoin 63
- **Figure 33**: photo de premier traitement 63
- **Figure 34**: photo deuxième traitement 63
- **Figure 35**: photo troisième traitement 63
- **Figure 36** : histogramme du nombre total de fruits noués pour chaque traitement 65

Liste des tableaux

Tableau 01 : Caractères des espèces de chaque groupe d'agrumes	07
Tableau 02 : Caractères de chaque espèce d'agrumes	08
Tableau 03 : Les principaux agrumes cultivés en méditerranée	29
Tableau 04 : Dates de floraisons et de maturations de quelques variétés d'agrumes	35
Tableau 05 : Principaux ravageurs des agrumes	37
Tableau 06 : Quelques ravageurs des agrumes et leurs dégâts	41
Tableau 07 : Les moyennes mensuelles des précipitations et des températures de station de Chlef 2000 – 2013	58
Tableau 08 : Produit utilisé	60
Tableau 09 : Utilisation	60
Tableau 10 : Doses et périodes d'utilisation	61
Tableau 11 : Nombre des fruits noués par arbre	65
Tableau 12 : Etude statistique des traitements	66

Sommaire

Introduction	01
Chapitre I : Généralité sur les agrumes	
1. Culture des Agrumes	04
2. Historique de la culture des agrumes	04
3. productions des agrumes	04
3.1 Dans le monde.....	04
3.2 En Algérie.....	05
4. Systématique	05
5. Caractéristiques.....	05
6. Morphologie et physiologie	09
6.1 Système racinaire.....	09
6.2 Le système aérien	10
7. Cycle phénologique	13
7.1 Croissance végétative	13
7.2 développement floral	14
7.3 Développement des fruits.....	14
8. Exigences climatiques	15
8.1 Climat.....	15
8.2 Sol	16
9. Culture des agrumes	17
9.1 Exigences agro-climatiques	17
9.2 Irrigation	17
9.3 Fertilisation	17

9.3.1	Rôle des nutriments par stade de croissance des agrumes.....	18
10.	Trouble.....	20
10.1.	Carence	20
10.1.1.	bore	20
10.1.2.	Carence en fer sur agrumes	21
10.1.3.	Carence en zinc des agrumes	22
10.1.4.	Carence en Magnésium des agrumes	23
10.1.5.	Carence en Manganèse des agrumes	24
10.2.	Excès	25
10.2.1.	Bore	25
10.2.2	Eau	26
10.2.3.	Excès de sel (sodium et magnésium)	26
11.	Entretien des arbres	27
11.1.	Plantation	27
11.2.	Taille	27
12.	Espèces et variétés	29
12.1.	Variétés cultivées d'Oranger	30
12.2.	Variétés cultivées de Mandarinier	31
12.3.	Variétés cultivées de Citronnier	31
12.4.	Variétés cultivées de Bigaradier (<i>Citrus aurantium</i>)	31
12.5.	Variétés cultivées de Pomelo ou Grappe fruit (<i>Citrus paradisi</i>) ...	31
12.6.	Variétés cultivées de Cédratier (<i>Citrus medica</i>)	32
12.7.	Variétés cultivées de Kumquat (<i>Fortunellaetnoncitrus</i>)	32
12.8.	Variétés cultivées de Pamplemoussier (<i>Citrus grandis</i>)	33

12.9.	Variétés cultivées de Clémentinier	34
12.10.	Variétés cultivées de Limettier	34
12.11	Variétés cultivées de Lime	34
13	Date de floraisons et de maturations des agrumes	35
14.	Rendement	35
15.	Ravageurs	36
15.1	D'autres ravageurs	38

Chapitre II : Généralité sur le clémentinier

1.	Clémentine	43
1.1	Clémentine (<i>Citrus clementina</i>).....	43
1.2	Nom binominal	43
1.3	Origine	43
1.4	Caractéristiques	44
2.	Connaitre l'arbre et son fonctionnement	44
2.1	Tronc et le point de greffe	44
2.2	Fronaison	46
2.3	Phénologie de clémentinier	48

Partie II : Partie expérimentale

Chapitre III : Matériel et méthode

1.	Présentation de la zone	57
1.1	Condition climatique de la wilaya de Chlef	57
1.1.1	Climat	57
1.1.2	Précipitation	57
1.1.3	Température	57

1.2	Fiche signalétique de la ferme pilote	59
2.	Matériel	60
2.1	Produit utilisé	60
3.	Méthode	61
3.1	Protocole expérimentale	61
3.1.1	Objectif de l'essai	61
3.1.2	Principe	61
3.2	Description du protocole expérimentale.....	62
3.3	Conditions des traitements	62

Chapitre IV : Résultat et interprétation

1.	Résultats agronomiques	65
1.1	Nombre de fruits noués	65
1.2	Etude statistique	66
1.2.1	Traitement statistique du nombre de fruits par arbre.....	66
	Discussion	68
	Conclusion	71

Annexe

Résumé

Introduction

Le nom Agrume est donné aux arbres appartenant à la famille des Rutacées et 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 orangers, les mandariniers, les clémentiniers, les citronniers, les cédratiers et les pamplemoussiers (LOUSSERT, 1989).

BOUDI (2005) signale que les agrumes sont les fruits les plus produits dans le monde. Ce même auteur souligne aussi que l'Algérie par sa situation géographique, son climat et la qualité de sa production peut à juste titre prétendre occuper sur les places européennes une position de choix pour l'ensemble de sa production agrumicole. L'agriculteur algérienne vit une situation très difficile généralement par l'instabilité où les rendements n'ont pas progressé depuis l'indépendance. A cette régression des rendements, s'ajoute une diminution de la qualité qui rend nos agrumes non combatifs, contrairement à ceux des autres pays méditerranéens (BOUDI, 2005). En 2002, l'agrumiculture en Algérie occupe une superficie de 52 710 ha et présente une production de 5 194 590 Qx, donc un rendement de 122,9 Qx/ha (MOUHAMMEDI-BOUBEKKA, 2007).

La clémentine doit son nom au Frère Clément (Vital Rodier, 1839-1904) de l'Institut des Frères de Notre-Dame de l'Annonciation, qui était chef de culture de l'orphelinat de Misserghin (près d'Oran, en Algérie).

La clémentine n'a pas de pépins contrairement à la mandarine. C'est un fruit vert à maturité, qui ne devient orange que sous l'effet de la baisse de température hivernale. La floraison est en général très abondante chez les agrumes, et tout particulièrement chez les clémentiniers, diverses observations montrent en effet que l'on peut dénombrer plus de deux-cent mille fleurs sur un même arbre. Cette abondance des fleurs produites par le clémentinier propice à des chutes des fleurs importantes.

Beaucoup des producteurs de clémentine ont constaté ces dernières années, qu'il y a une réduction du nombre de fruit noué et par conséquent une diminution de la production.

Pour répondre à cette problématique, nous avons mené un essai de pulvérisation foliaire à base de Bore au stade de floraison. Notre expérience a été réalisée dans une ferme pilote d'agrumes, où nous travaillons sur le clémentinier dans la wilaya de Chlef.

Chapitre I

Généralité sur les agrumes

1. Culture des agrumes

Cette partie regroupe historique de la culture, les généralités, la systématique des agrumes, les caractéristiques, les différentes variétés, le calendrier cultural et le rendement des agrumes en Algérie.

2. Historique de la culture des agrumes

LOUSSERT (1989) signale que les agrumes sont originaires des pays du sud-est asiatique ou leur culture se confond avec histoire des civilisations anciennes de la Chine, qui les cultivèrent d'abord pour leur parfums, puis pour leurs fruits. Ce même auteur signale aussi que c'est avec le rayonnement des civilisations Chinoises et Hindoues que leur culture commença à se propagé, au cours du premier millénaire avant notre ère, à l'ensemble des pays du sud-est asiatique (sud du Japon et archipel de Malaisie). Les Cédratiers furent probablement les premiers agrumes cultivés en méditerranée à l'époque des Mèdes, au VIIe siècle avant notre ère (LOUSSERT, 1989). Ce même dernier auteur souligne aussi que c'est à partir de bassin méditerranéen et aux grandes découvertes que les agrumes furent diffusée dans le monde. Dès le Xe siècle, les navigateurs arabes les propagent sur les côtes orientales de l'Afrique jusqu'au Mozambique. Christophe Colomb, à l'occasion de son second voyage (1493), les introduits en Haïti, à partir de laquelle la diffusion se fera vers le Mexique (1518), puis les Etats-Unis d'Amérique (1569 à 1890). Enfin, ce sont les navigateurs Anglo-Hollandais qu'en 1654 introduisent les premiers agrumes dans la province du Cap en Afrique du Sud.

3. productions des agrumes

3.1 Dans le monde

D'après Loussert (1989) les agrumes sont actuellement les fruits les plus produits dans le monde. En 1981 la production mondiale d'agrumes a dépassé les 58 millions de tonnes, devant celles des bananiers (39MT) et des pommiers (36MT).

Il est à remarquer qu'en l'espace de deux décennies, la production mondiale d'agrumes s'est trouvée multipliée par 2,5 passant de 22,7milliards de tonne en 1963 à 55,7milliards de tonne en 1981, à 90 milliards de tonne en 1996.

Cette spéculation est cultivée dans plus de 100 pays à travers le monde où la superficie consacrée à cette culture dépasse largement les 03millions d'hectares.

La production agrumicole mondiale a battu à nouveau le record, la première estimation réalisée par la F.A.O fait état d'une production qui frise les 90 milliards de tonnes en 1996 contre 87 milliards de tonne l'année précédente (Denis, 1999).

3.2 En Algérie

L'agriculture représente pour le pays un intérêt certains, non seulement sur le plan social, puisqu'elle exige une main d'œuvre et un nombre d'heure de travail important, mais aussi sur le plan économique, car elle offre une haute rentabilité quand elle est bien conduite.

De plus, l'Algérie de part sa situation géographique son climat et la qualité de sa production peut à juste titre prétendre occupée sur le marché Européen une position de choix pour l'ensemble de la production agricole (Boukhalfa et Benfout, 1979).

L'agrumiculture en Algérie occupe une superficie de 52 710 ha et présente une production de 5 194 590 Qx, donc un rendement de 122,9 Qx/ha (MOUHAMMEDI-BOUBEKKA, 2007).

4. Systématique

La classification des agrumes est selon in ADJDIR et BENSNOUSSI (2009) comme suite :

- Règne : Végétale
- Embranchement : Angiospermes
- Classe : Eudicotes
- Sous classe : Archichlomydeae
- Ordre : Geniales (Rutales)
- Famille : Rutaceae
- Sous famille : Aurantoideae
- Tribu : Citreae
- Sous tribu : Citrineae
- Genre : Citrus

PRALORAN (1971) souligne que la classification systématique des agrumes et des genres voisins est un problème que les spécialistes s'accordent à qualifier de complexe. Des divergences se manifestent entre les opinions de Swingle, Tanaka, Hume, Hodgson et Chapot en matière.

5. Caractéristiques

SWINGLE (1948) signale que le genre *Citrus* contient plusieurs caractéristiques comme c'est un arbre de petite taille dont les jeunes rameaux deviennent très rapidement cylindriques,

épineux (épine simple à l'aisselle des fruits), mais dont les branches âgées sont fréquemment inermes. Ce même auteur souligne que les feuilles des folioles habituellement minces, non coriaces, dont les veines principales sont peu nombreuses et le réseau de veines secondaires ne ressort pas sur le limbe. Le pétiole est en général plus ou moins ailé et articulé avec le limbe (sauf dans le genre *C. medica*) à pétiole non ailé ou simplement marginé et non articulé avec le limbe. Pour ce qui est des fleurs ils apparaissent à l'aisselle des feuilles, elles sont solitaires ou en petites grappes colymbiformes, parfaites ou mâles par avortement plus ou moins complet du pistil. Le calice est en forme de coupe, a 4 ou 5 sépales, droite et abondamment pourvus de glandes. Les étamines sont en nombre généralement de quatre fois supérieurs à celui des pétales et parfois jusqu'à 6 à 10 fois plus nombreuses. Le disque nectarifère est petit. L'ovaire est sub-globuleux et bien distinct du style mince, ou tronqué, fusiforme ou sub-cylindrique passant progressivement à un style d'épaisseur voisine de celle de la partie supérieurs de l'ovaire ; il comporte 8 à 18 loges (généralement 10 à 14) avec 4 à 8 ovules par loge, en deux rangs parallèles. Le style, cylindrique, se termine brusquement en un stigmate sub-globuleux ou en sphère aplatie. Pour ce qui est des fruits ils sont formés de segments contenant les graines placés dans l'angle intérieur, le reste de l'espace est rempli de poils vésiculaire pédonculés, fusiforme, composé de grosses cellules à contenu très aqueux. Les segments sont entourés d'un endocarpe blanc à l'extérieure duquel est une écorce à très nombreux glandes à essence, devenant jaune ou rouge à maturité. Enfin pour ce qui est des graines ils sont aborales aplatie, plus ou moins anguleuses. Elles contiennent un ou plusieurs embryons blanc ou vert.

ESCLAPON(1975) dit que la classification des espèces est basée sur les caractères botaniques propres à ces diverses espèces, dont les trois principaux genres de la sous-famille des Aurantioidées (*Poncirus*, *Citrus* et *Fortunella*) ont été rattachés aux groupes qui sont présentés dans les tableaux suivants.

Tableau 1 : Caractères des espèces de chaque groupe d'agrumes (ESCLAPAN, 1975)

Groupes	Caractères	Espèces
Groupe I	Les espèces de ce groupe ont quelques caractères en communs comme de jeunes pousses vertes, des fleurs blanches, des feuilles avec un limbe caractérisé par la présence d'un pétiole plus ou moins important (pétiole ailé). Persistantes, et fruit généralement de forme sphérique.	Oranger amer (<i>Citrus aurantium</i> ou <i>C. bigaradier</i>). Oranger doux (<i>Citrus sinensis</i>). Mandarinier (<i>Citrus reticulata</i> et <i>Citrus unshui</i>). Clémentinier (hybride : mandarinier*bigaradier). Pamplemoussier (<i>Citrus grandis</i>).
Groupe II	Comme pour le premier groupe les espèces ont des caractères en communs comme les jeunes pousses violacées, et fleurs blanches, rose violacé en dehors. Des feuilles à pétiole non ailé et persistantes, les fruits jaunes pâles et allongés à écorces adhérentes à la pulpe.	Citronnier (<i>Citrus limon</i>). Cédratier (<i>Citrus medica</i>). Limettier (<i>Citrus latifolia</i>).
Groupe III	Les jeunes pousses sont vertes, les fleurs entièrement blanches, les feuilles trifoliées et caduques, les fruits petits, globuleux et jaune pâles à écorce rude et non comestible.	Oranger trifolié (<i>Poncirus trifoliata</i>)

Tableau 2 : Caractères de chaque espèce d'agrumes (ESCLAPON, 1975) :

Groupes	Espèces	Caractères
Groupe I	Oranger amer (<i>Citrus aurantium</i> ou <i>C. bigaradier</i>)	Feuilles à ailes développées, tiges épineuses, fruit gros ou moyen peau rouge-orangée, plus ou moins verruqueuse. Il est utilisé comme porte-greffe et aussi pour ses fleurs en parfumerie et ses fruits en confiture et confiserie.
	Oranger doux (<i>Citrus sinensis</i>)	Espèce à laquelle appartiennent toutes les variétés d'oranges commercialisées pour la consommation. Feuilles peu ailées, tiges peu ou pas épineuses, fruit assez gros à moyen à peau orangée plutôt lisse.
	Mandarinier (<i>Citrus reticulata</i> et ou <i>Citrus unshui</i>)	Feuilles non ailées, petites, lancéolées, tiges inermes, fruit à peau orangée lisse.
	Clémentinier (Hybride : Mandarinier x Bigaradier)	L'origine en est contestée, pour les uns ce serait un hybride entre le mandarinier et le bigaradier et pour les autres, il proviendrait d'une souche orientale proche de la mandarine de Canton, les tiges sont inermes, les feuilles comparables au mandarinier pour la forme et à l'oranger pour la taille.
	Pamplemoussier (<i>Citrus grandis</i>)	Feuilles ailées, grandes, tiges grosses, peu épineuses, fruit très gros, sphérique, amer et consommable uniquement comme fruit confit ou en confiture.
	Pomelo ou Grape-fruit (<i>Citrus paradisi</i>)	Grandes feuilles, fruits de grosseur moyenne, à écorce lisse, réunis en grappes.
	Tangors (Mandarinier x Oranger)	Ce sont, en réalité, des hybrides de mandarinier x oranger dont la maturité est très tardive. Il faut les greffer sur <i>Poncirus trifoliata</i> , ils sont sensibles à l'alternance mais ils présentent un intérêt car ils résistent aux froids, donc c'est possible de les cultiver dans les sites les plus exposés au gel.

Groupe II	Citronnier (<i>Citrus limon</i>)	Feuilles grandes, sans ailerons, peu brillantes, tige assez grosse plus ou moins épineuse. Fruit moyen, allongé, jaune clair, écorce lisse et mince.
	Cédratier (<i>Citrus medica</i>)	Il se distingue par d'assez gros fruits et le <i>Citrus aurantifolia</i> plus sensible au gel que le précédent, à petits fruits, dénommé "Citron vert", actuellement très recherché.
	Limettier (<i>Citrus latifolia</i>)	Feuilles grandes, sans ailerons, peu brillantes, tige assez grosse, plus ou moins épineuse, fruit gros, jaune clair, écorce épaisse et plus ou moins verruqueuse.
Groupe III	Oranger trifolié (<i>Poncirus trifoliata</i>)	Feuilles trifoliées, sans ailerons et caduques, tiges de grosseur moyenne à fruit à écorce ligneuse et petit, inconsommable. Sur un plan presque uniquement ornemental figurent dans le 3 ^e groupe deux espèces le Kumquat (<i>Fortunella japonica</i>) et le Chinois (<i>F. margarita</i>) dont les fruits très petits sont utilisés en confiserie (fruits confits de forme ronde). Citons également le Calamondin pour balcon (ou <i>Citrus midis</i>).

6. Morphologie et physiologie

6.1 Système racinaire

En règle générale (cas des terres franches), le système racinaire des agrumes est essentiellement localisé dans les première **100** cm de profondeur (Loussert, 1989)

- **Racines principales** : au nombre de deux à trois ancrent solidement l'arbre au sol en se développant jusqu'à un à deux mètres de profondeur. Ce rôle de fixation joué par ces racines est important, car les arbres adultes doivent supporter des productions en fruits pouvant dépasser les **100Kg** /Arbre.

De plus, dans les régions ventées, la frondaison des arbres présente une prise au vent important (frondaison à feuillage persistant)

- **Racines secondaire** : se divisent en fines racinaire .elle ont un rôle de nutrition, car c'est à partir de ce chevelu que sont absorbés les éléments minéraux et l'eau présents dans le sol .Ce chevelu racinaire se localise en général dans les premières 50cm du sol, où il trouve les conditions optimales à son fonctionnement : aération satisfaisante de la terre, humidité convenable et sans excès, sol riche en éléments nutritifs apportés.

6.2 Système aérien

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.

- **Tronc**

Son développement est limité en hauteur à quelques dizaines de centimètres par la première taille de formation qui a pour effet de favoriser le développement des futures charpentières.

C'est au niveau du tronc que se situe la ligne de greffe résultant de l'association de la variété et de porte-greffe. Le tronc assure le transfert de la sève brute (riche en éléments minéraux) du système racinaire frondaison, et le transfert de la sève élaborée (riche en hydrates de carbone) du système aérien vers les racines .Les tissus conducteurs libéro-ligneux étant situé sous l'écorce, toute altération mécanique, cryptogamique ou virale, peut entraîner des perturbations dans ces mécanismes de transfert.

- **Ramifications**

Elles constituent l'armature de l'arbre. Les branches charpentières, limitées à 3 ,4 ou 5 par la taille de formation, prennent naissance sur le tronc .Elle doivent être d'égale vigueur afin de favoriser le développement équilibré de la frondaison.

Les charpentières se divisent en sous charpentières(ou sous mères) qui à leur tour porteront les rameaux végétatifs et les rameaux fructifères.

A l'intérieur de la frondaison, peuvent parfois se développer des rameaux verticaux de grande vigueur, pourvus de larges feuilles associées à des épines ulcérant .Ces rameaux, appelés

(gourmands), grands consommateurs de sève, peuvent compromettre l'alimentation d'une sous-mère, ils doivent être éliminés ou affaiblis par la taille.

- **Feuilles**

Tous les citrus sont des arbres à feuilles persistantes, ce qui est un caractère d'adaptation à des hivers peu rigoureux .seul le *Poncirus trifoliata* perd ses feuilles en hiver, ce qui lui permet de mieux résister aux basses températures hivernales ; son utilisation comme porte-greffe est donc recommandée dans les zones à climat méditerranéen continental.

Les feuilles de citrus présentent une grande variabilité de tailles et de formes, non seulement entre les espèces et les variétés, mais également suivant leur âge et l'âge de l'arbre .En général les jeunes arbres sont pourvus de feuilles plus larges .et plus grandes que les arbres adultes.

- **Fleurs**

La fleur de citrus est composée de 3 à 5 sépales colorés en vert, soudés en forme de coupe protectrice ; ils constituent

- **Calice**

- De 4 à 8 pétales (généralement 5), blanc ou légèrement colorés en pourpre chez certaines espèces (citronniers, Pomelos, limettiers), ils forment la « **corolle** »
- De 20 à 30 étamines, soudées à leur base par groupes de 3 à 4. Les **anthères** renferment le pollen, qui sera libéré au printemps, au moment de la pleine floraison des arbres .les grains de pollen, de couleur jaune brillant, sont pourvus de nombreux sillons microscopiques qui leur permettent de se fixer sur le stigmate du pistil (orange réceptif femelle de la fleur).

- **Fruits**

Les fruits de principales espèces et variétés cultivées de Citrus diffèrent par coloration, leur forme, leur grosseur, la composition de leur jus et leur époque de maturité. Cependant, tous les fruits des Citrus cultivés présentent la même structure anatomique, bien que ces structures varient avec l'espèce et la variété .On peut distinguer les parties suivantes :

- **L'écorce**

Elle constitue la partie non comestible des Clémentines, elle reste peu développée, alors que chez les cédrats ou les pamplemousses elle constitue la majeure partie du fruit. Cette écorce est formée de l'épicarpe et du mésocarpe externe et interne. À maturité du fruit, c'est l'épicarpe (ou épiderme) qui se colore en orangé ou jaune. L'épicarpe et le mésocarpe externe constituent.

- **Pulpe**

C'est la partie comestible du fruit, elle est formée par «l'endocarpe». Cet endocarpe est constitué par un ensemble de poils ou vésicules renfermant le jus, et qui sont regroupés en quartiers de nombre de quartiers varie de 5 à 18 :

- 9 à 11 pour les Oranges.
- 8 à 11 pour les Citrons.
- 12 à 15 pour les Pomelos.

- **Pépins**

Ils proviennent, comme toutes les graines, de la fécondation ou fusion de deux cellules sexuelles (ou gamètes) : d'une part l'**anthérozoïde** du grain de pollen et d'autre part l'**ovule** de l'ovaire.

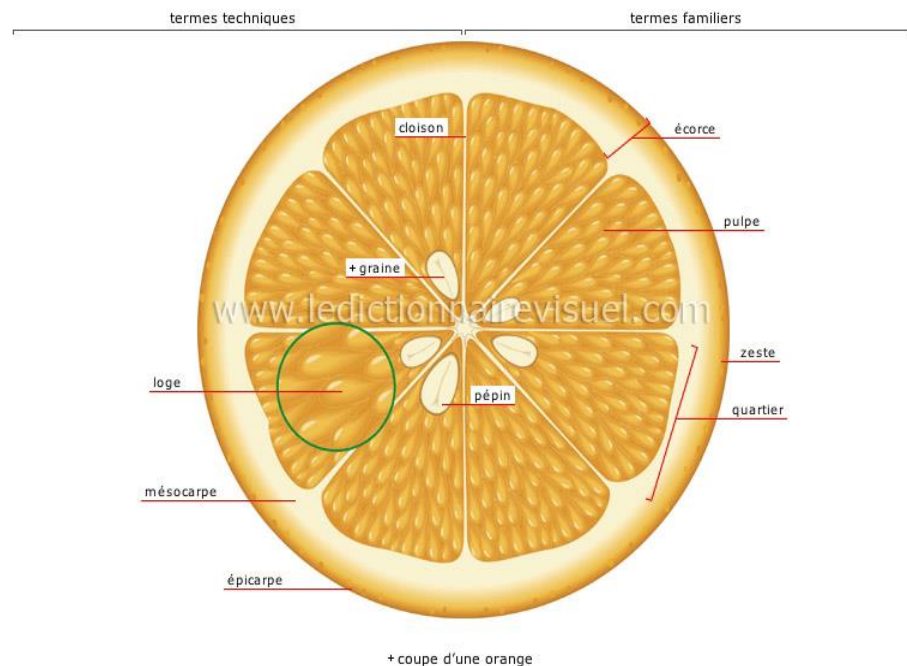


Figure 01 : Coupe au niveau d'un fruit d'orange (Loussert, 1989).

- **Présence ou absence de pépins**

Leur nombre est variable, non seulement en fonction de l'espèce et de la variété, mais également suivant les conditions de la commune où l'autofécondation est élevée (le pollen produit par les étamines des fleurs de l'Oranger commun est abondant et féconde facilement les oranges femelle de cet oranger : on dit que ce pollen a un fort pouvoir fécondant). Par contre, les fruits présentent toujours un nombre élevé de pépins (10 à 20 par fruit). Par contre, la plupart des variétés d'Orangers cultivées sont pratiquement sans pépins car la fécondation de la fleur est soit absente, soit incomplète. Le fruit se développe par parthénocarpié, il est donc sans pépins (fruit dit asperme). De même, pour les pomelos, on a sélectionné des variétés aspermes ou le développement des fruits se fait également par parthénocarpié.

7. Cycle phénologique

7.1 Croissance végétative

Les Citrus dites arbres à feuillage persistants sauf pour *P. trifoliata* qui perd son feuillage en hiver (Loussert, 1989), sont caractérisés par une émission régulière de feuillages durant l'année. Représentée par l'apparition des jeunes ramifications (rameau) dites poussées de sève au cours de trois périodes distinctes de l'année :

A. Première poussée de sève (poussée de printemps)

De fin Février jusqu'au début Mai : les ramifications s'allongent et se développent des jeunes feuilles de coloration vert-claire, sur ces nouvelles pousses apparaissent en Avril et Mai les organes fructifères.

Cette poussée est la plus importante du point de vue masse végétative développée.

B. Deuxième poussée de sève (poussée d'été)

De juillet à Aout : se développent de nouvelles pousses qui sont en général moins importantes que celles de printemps et d'automne.

C. Troisième poussée de sève (poussée d'automne)

De Septembre à Novembre : elle assure le renouvellement du feuillage.

Ces trois pousses sont le résultat de trois flux de sève qui commandent le développement végétative de l'arbre.

Les arbres ne subissent pas le phénomène de dormance mais seulement un ralentissement de l'activité végétative (Loussert, 1989).

7.2 Développement floral

Les principales étapes du développement floral sont : la floraison, la pollinisation et la fécondation.

A. Floraison

Elle s'étale de fin Mars au début Mai : chez certaines espèces, la floraison peut être échelonnée durant toute l'année. C'est le cas des limettiers et des cédratiers. (Pralorant, 1971) rapporte que la proportion des fleurs qui donnent des fruits atteignant la maturité est faible, en effet 1% des 60000 fleurs suffisent pour assurer une récolte de 100Kg/arbre.

B. Pollinisation

Lors de la pleine floraison, les anthères des étamines s'ouvrent et laissent échapper les grains de pollen, ces derniers sont transportés par le vent ou par les insectes, particulièrement les abeilles. Le développement parthénocarpique du fruit est déclenché par la germination du grain de pollen sur le stigmate sans qu'il y soit fécondation complète.

C. Fécondation

Les espèces et les variétés riches en pépins assurent la fécondation complète. Après que la germination du pollen est réalisé, le stigmate, le germe de pollen se développe dans le stylet et se termine par la fusion des deux gamètes (Anthérozoïde, Oosphère), c'est la phase ultime de la fécondation.

7.3 Développement des fruits

Les étapes du développement sont : la nouaison, le grossissement et la maturation.

A. Nouaison

C'est la première étape du développement du fruit juste après la fécondation.

B. Grossissement

Etapes rapide (Mai -Juin) qui nécessite de l'eau et des éléments nutritifs (N) afin d'obtenir un bon calibre et une bonne qualité du fruit.

C. Maturation

Cette étape s'effectue pendant la période échelonnée entre Juillet et Septembre, le fruit poursuit son développement en grosseur pour atteindre en Octobre son calibre définitif (Loussert, 1989 et Praloran, 1971).

8. Exigences climatiques

8.1. Climat

La culture des agrumes dans un climat méditerranéen exige des apports d'eau complémentaires en période estival, ainsi il est conseillé d'éviter les zones situées soit en altitude ou en bas-fond. Ce qui concerne le choix du porte greffe des Citrus, le bigaradier (*Citrus aurantium*) est le plus adapté aux différents types de sol qui caractérisent cette région (Loussert, 1989).

A. Température

Les agrumes sont considérés comme des arbres à climat chaud, la température optimale de leur croissance serait de 25°C à 26°C, au-delà l'activité décroît pour s'arrêter aux environ 35°C à 40°C et peut occasionner des brûlures sur les feuilles et les fruits. Le zéro de croissance est aux environs de 12°C à 13°C (Blondel, 1956)

D'une façon générale, la résistance au froid et aux fortes chaleurs chez les agrumes, dépend de l'état de l'arbre, de l'espèce, de la variété et de la durée de chacun des deux extrêmes de la température. (Robert et Praloran, 1971).

B. Pluviométrie

La culture des agrumes est essentiellement une culture irriguée, les besoins annuels sont environs de 1200 mm pendant la saison estivale.

C. Vent

Par son action mécanique, il peut provoquer indirectement des blessures sur le fruit (frottement, ou par transport des graines de sable) ainsi que certaines altérations qui rendent les fruits impropres à l'exportation, exemple : le vent (sirocco) chaud et sec ; provoque un dessèchement surtout au moment de la floraison (Loussert, 1989).

- Brise-vent

Le vent est dans beaucoup de situation de notre pays, un facteur défavorable à la culture des agrumes et qui justifie la mise en place de haies brise-vent... la plantation doit être faite plusieurs années avant celle des arbres fruitiers.

Les études ont montré qu'un brise-vent ne devrait pas arrêter complètement les souffles d'air comme le ferait un mur car il se produit alors des turbulences ou des accumulations d'air chaud ou froid qui sont parfois très nuisibles. Le mot brise-vent est d'ailleurs bien choisi et on estime que si la vitesse du courant d'air est réduite de 50%. L'abri a une efficacité tout à fait satisfaisante. Le sens de son implantation est fonction de la direction des vents dominants et l'écartement entre deux haies dépend des espèces plantées (hauteur que le brise-vent pourra atteindre) et de la force du vent. Mais d'autres considérations pratiques conduisent à les espacer d'environ 100 à 120m en moyenne.

8.2 Sol

Support de l'arbre qui par les racines puise les éléments nécessaires à sa croissance.

Les critères à prendre en considération sont :

- La profondeur et l'homogénéité du sol.
- la perméabilité.
- la capacité de rétention de l'eau (Loussert, 1989).

La texture convenable pour les agrumes est comme suit :

- 15 à 20% d'argile.
- 15 à 20% de limon.
- 20 à 30% de sable fin.
- 30 à 50% de sable grossier (Praloran, 1971).

9. Culture des agrumes

La disponibilité des agrumes est variable en fonction de la saison et de la zone de production :

- ❖ Hémisphère Nord (agrumes d'hiver) : la saison s'étend d'octobre /novembre à mai/juin.
- ❖ Hémisphère Sud (agrumes d'été) : la saison s'étend d'avril/mai à novembre/décembre.

9.1 Exigences agro-climatiques

Les agrumes sont des espèces qui se développent dans des zones où le gel est absent.

- A-3°C, le gel peut affecter dangereusement le feuillage.
- A-9°C, la charpente est détruite.
- L'activité de croissance commence à 13°C et se poursuit jusqu'à 36°C.
- Le zéro de végétation admis est de 12,8°C.
- Une humidité atmosphérique pendant la saison chaude peut provoquer des attaques de phytophthora.
- Des vents secs amplifient la chute de juin des fruits
- Les agrumes se développent sur différents types de sols :

En règle générale, il faut éviter les sols trop lourds ou très limoneux.

Le PH idéal serait entre 5,5 et 6,5.

9.2 L'irrigation

- Les besoins en eau des agrumes sont estimés à environ 1200mm, répartis sur toute l'année.
- Le déficit de précipitations doit être comblé par l'irrigation de Mai à Septembre-Octobre.
- Certaines périodes, un déficit hydrique même temporaire est préjudiciable à la production.

Ces périodes sont :

- La floraison-nouaison.
- La période du 15 Juillet au 15 Aout.
- Le grossissement et la maturation des fruits.

9.3 Fertilisation

- Les besoins obtenir des fruits de qualité et assurer la rentabilité économique du verger, il faut maintenir l'équilibre nutritionnel de l'arbre tout au long de la saison

et ajuster les apports aux besoins de l'arbre, en fonction de son stade de développement.

- En plus des besoins en éléments majeurs (N, P, K) et secondaire (Mg, Ca) il faut assurer l'alimentation en oligo-élément (Fe, Mn, Zn, B....)
- Une carence de l'un de ces éléments affecte sérieusement la vigueur, le rendement, le calibre et la qualité du fruit.
- Un bon apport en élément nutritifs :
 - favorise la photosynthèse et combat la chlorose en donnant des arbres plus verts et en meilleure santé
 - améliore la résistance au froid et aux gelées tardives
 - améliore la floraison et la nouaison

Besoins en fumure minérale : 200g de P₂O, 400g de K₂O, 800g d'azote par arbre et par année d'âge.

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

9.3.1 Rôle des nutriments par stade de croissance des agrumes (Yara France)

- **Floraison**

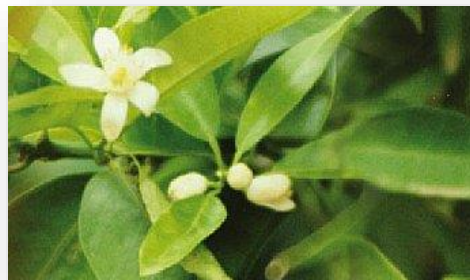


Figure 02 : stade de floraison des agrumes (photo d'internet).

- **Azote** : hausse du rendement et de la productivité des arbres
- **Phosphore** : maintien de la productivité à long terme
- **Potassium** : établissement d'une bonne croissance initiale
- **Calcium** : soutien de la croissance foliaire, de la pollinisation et de la nouaison.

- **Nouaison**



Figure 03 : stade de nouaison des agrumes (photo d'internet).

- **Azote** : maintien de la croissance foliaire, de la floraison et de la nouaison
- **Potassium et magnésium** : maintien d'une croissance forte et continue
- **Calcium** : stimulation de la productivité et de la qualité des fruits
- **Zinc, manganèse et fer** : maintien du rendement et de la qualité des fruits (le manganèse et le zinc doivent être appliqués à chaque poussée foliaire)
- **Bore** : minimisation des chutes de fruits, prévention de la déformation des fruits ou de la dégradation de leur écorce liées à des problèmes de stockage

- **Développement et maturation des fruits**



Figure 04 : fruits d'agrume (photo d'internet).

- **Azote** : maintien du rendement, amélioration de l'épaisseur de l'écorce et de l'acidité des fruits
- **Potassium** : optimisation du développement et de la taille des fruits, de la productivité, de la qualité et de la teneur en vitamine C de leur écorce, réduction du dessèchement interne et de l'éclatement des fruits
- **Calcium** : stimulation de la croissance foliaire et de la vitalité de l'arbre, réduction des altérations de l'écorce des fruits, notamment l'éclatement et la dégradation de l'albédo
- **Magnésium** : maintien du développement, de la taille et de la santé des fruits
- **Zinc** : maintien de la qualité des fruits
- **Manganèse et bore** : maintien du rendement de fruits

10. Trouble

10.1 Carence

10.1.1 Bore

La possibilité d'une carence en bore ne dépend pas seulement de la concentration de bore en solution dans le sol mais aussi de la concentration des autres éléments. Le bore interagit surtout avec le potassium, le zinc, le calcium et le phosphore.

- **Potassium:** Il existe une relation étroite entre le potassium et le bore dans la nutrition des plantes. Les deux éléments agiraient tous deux au niveau de la perméabilité cellulaire. Bien que cette relation soit complexe, on peut la résumer en disant que des hautes doses de potassium accroissent l'effet d'une déficience ou d'un excès de bore (El-Kholi et Hamdy, 1977). Il est donc important de ne pas dépasser les besoins physiologiques du plant en potassium pour éviter de créer une carence en bore.
- **Zinc:** Lorsque l'on fertilise avec du bore, il faut s'assurer que le taux de zinc soit adéquat.
- **Calcium:** un chaulage excessif peut entraîner une carence en bore. Inversement, on peut atténuer les risques d'un excès de bore.

(Gupta et Macleod (1977) ont toutefois voulu éclaircir la question de savoir si c'était le calcium ou les carbonates contenus dans la chaux qui nuisaient à l'assimilation du bore. En comparant le gypse (sulfate de calcium) et la chaux (carbonate de calcium), ils ont pu constater que ce sont les carbonates (et donc l'élévation du pH) plutôt que la disponibilité du calcium qui nuisent à

l'assimilation du bore dans un sol qui en contient peu. La même chose est vraie pour le magnésium et la chaux dolomitique.

- **Symptômes de carence**

Les symptômes généraux d'une carence en bore pour toutes les plantes sont la décoloration des feuilles (feuillage bleu-vert souvent), le développement anormal des Points de croissance (ramification anormale des tiges, formation d'une rosette) et un retard de croissance. Chez les arbres fruitiers, il y a mauvaise formation des fruits.



Figure 05: symptômes de carence en bore (photo d'internet).

10.1.2 Carence en fer sur agrumes

- **Rôle du fer dans la plante**

Le fer intervient d'une manière essentielle dans la respiration, la synthèse de la chlorophylle, la photosynthèse, le métabolisme des protéines, la fixation de l'azote et la réduction des nitrates.

- **Déficiences**

Les conditions favorables à la déficience du Fer :

- a. La déficience naturelle : les sols pauvres en fer.
- b. La déficience induite :
 - calcaire actif élevé ;
 - teneur élevée du sel ou de l'eau d'irrigation en H_2CO_3 ;
 - excès d'eau dans le sol ;
 - sols riches en phosphore disponible ;
 - excès d'azote ;
 - élévation brusque de température et forte intensité lumineuse.

- **Symptômes de déficience en fer**

- Carence légère : couleur pâle des feuilles terminales.
- Carence typique : couleur jaune et les nervures restent vertes. La chlorose sévère comporte des zones nécrotiques sur les feuilles.

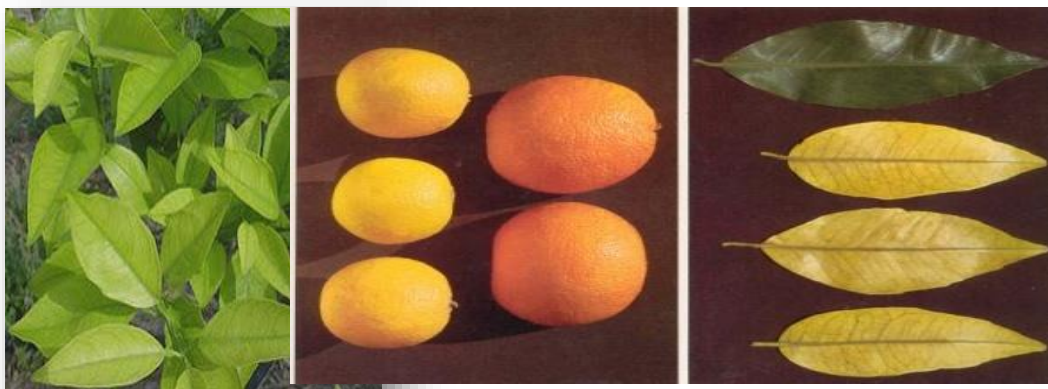


Figure 6 : Symptômes de carence en fer sur agrumes (photo Mongi Zekri)

- **Correction**

Plusieurs pratiques sont proposées pour corriger la carence en fer:

- bien travailler le sol ;
- programme de fertilisation bien étudié (analyses du sol, de l'eau et foliaires) ;
- irrigation adéquate (éviter le stress et l'asphyxie).

Par ailleurs, l'apparition de chélates de fer a ouvert une nouvelle voie dans le domaine de la correction de la chlorose ferrique. Ces chélates peuvent être incorporés au sol ou pulvérisés directement sur la plante. Dans le cas de l'application des chélates de fer au sol, il faut tenir compte de l'effet du pH.

10.1.3 Carence en zinc des agrumes

- **Rôle du Zn dans la plante**

- Le Zinc, fait partie de la protéine enzymatique. Il joue un rôle dans la synthèse des acides nucléiques, dans le métabolisme des auxines.
- Élément indispensable dans le métabolisme de la plante, le zinc est l'activateur de l'enzyme anhydrase carbonique, enzyme essentielle pour l'utilisation de l'acide carbonique.
- Le zinc contrôle la synthèse de l'acide indolacétique qui est un régulateur de croissance très important pour la plante, et augmente la résistance des plantes aux maladies fongiques.

- **Symptômes de carence**

Entre les nervures secondaires des feuilles apparaissent des taches jaunâtres dues à la disparition de la chlorophylle ou à l'impossibilité de sa formation, ces taches sont d'importance variable à contours irréguliers et peuvent s'embrasser.

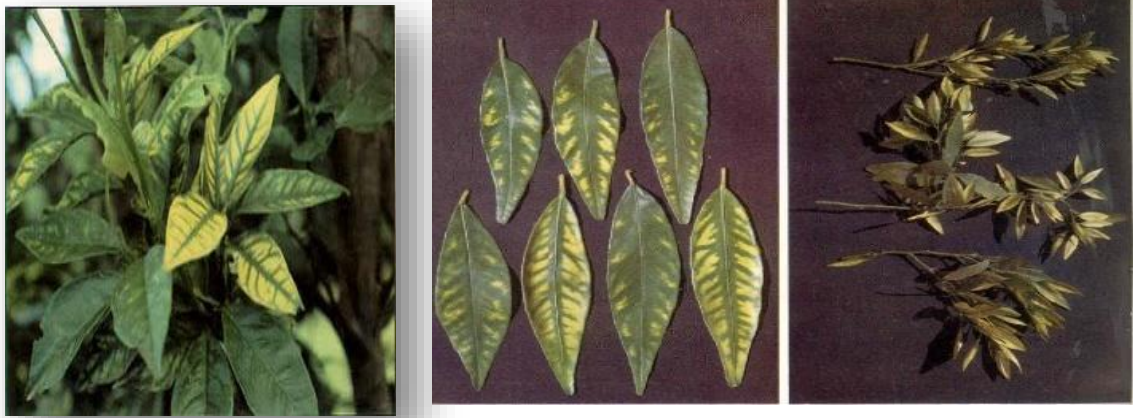


Figure 7 : Symptômes de carence en Zinc sur agrumes (photo Mongi Zekri)

- **Correction**

Dans la pratique, la carence en zinc est facilement corrigée par pulvérisation foliaire ou par apport au sol.

10.1.4 Carence en Magnésium des agrumes

- **Rôle du magnésium**

Le magnésium est très important dans la plupart des fonctions vitales des plantes. La chlorophylle, pigment vert de la plante, est riche en magnésium. Ce dernier participe à la formation et à la mise en réserve des sucres, hydrates de carbone et vitamines.

- **Déficience**

- **Carence naturelle**

Sols pauvres en magnésium. Utiliser du sulfate de magnésium en fumure de fond et/ou dans le goutte à goutte.

- **Carence induite**

- chaulage excessif et forte proportion de calcaire actif ;
- pH faible ;
- sécheresse ;

- **Symptômes de carences**

La carence en magnésium se rencontre généralement dans les terres qui ont subi un grand lessivage, notamment dans les sables côtiers.



Figure 8 : Symptômes de carence en magnésium sur agrumes (photo Mongi Zekri)

Sur les feuilles, le limbe commence à se décolorer par les bords puis par le sommet et devient jaune bronzé ainsi la chlorophylle ne se maintient que sous forme d'un triangle situé à la base du limbe ; ce sont généralement les feuilles âgées qui montrent cette décoloration. La carence en magnésium ne semble pas affecter les fruits mais on estime qu'elle réduit la récolte et occasionne l'alternance.

- **Correction**

- bien travailler le sol ;
- Programme de fertilisation adéquate surtout bien équilibré le potasse, le calcium et le magnésium.
- Les feuilles décolorées ne peuvent pas revenir à l'état initial pour cela il faut pratiquer des traitements préventifs au début.

10.1.5 Carence en Manganèse des agrumes

- **Rôle du Mn dans la plante**

Le Mn est un activateur d'enzymes. Il joue un rôle très important dans la synthèse de la chlorophylle, la photosynthèse, la réduction des nitrates et dans la synthèse des protéines.

- **Déficience**

La plante montre des symptômes de carence dans les conditions :

- pH élevé ;
- Stress hydrique ;
- Température basse et humidité élevée ;

- **Symptômes de carence**

Sur agrumes, les symptômes apparaissent d'abord sur les jeunes feuilles et peuvent par la suite se manifester sur les feuilles plus âgées si la carence persiste. Le symptôme le plus typique est la présence de marbrure vert-clair le long des bords des feuilles.



Figure 9 : Symptômes de carence en manganèse sur agrumes (photo Mongi Zekri)

La couleur du fruit peut être plus terne et le plus souvent cette carence ne présente pas une grande gravité et ni la qualité des fruits, ni les rendements ne sont affectés.

- **Correction**

- bien travailler le sol
- irrigation selon les besoins de la plante
- La pulvérisation foliaire est le moyen le plus efficace et économique pour une lutte curative.

10.2 L'excès

10.2.1 Bore

La cause principale d'excès de bore est la présence de ce métalloïde dans le sol même à un taux relativement peu élevé. Il apparaît également à cause des irrigations avec des eaux chargées en bore ou en sels. L'excès de bore est parfois dû aussi à l'emploi des fumures

minérales contenant par erreur du bore, surtout si celles-ci sont apportées par pulvérisation foliaire.

- **Symptômes et dommages**

L'excès de bore se rencontre rarement dans les plantations d'agrumes des pays de l'Afrique du Nord. Les symptômes sont surtout foliaires. Sur les feuilles on observe des décolorations jaunâtres, qui sont surtout localisées vers la partie pointue de la feuille. Des taches nécrotiques de diverses formes apparaissent dans la zone décolorées. A la face inférieure des feuilles peuvent se produire quelques faibles sécrétions gommeuses. Les feuilles portant les symptômes d'excès de bore tombent progressivement et dans les cas de troubles graves, la chute massive des feuilles est à craindre. (Protection phytosanitaire en Algérie, SONATRACH, 1973).

10.2.2 D'eau

- **Symptômes**

L'excès d'eau peut avoir soit un caractère accidentel, soit un caractère permanent.

Les cas accidentels provoqués par les inondations ou par brusque remontée de la nappe phréatique, peuvent être plus graves que l'excès d'eaux à caractère permanent. Les dommages se traduisent par un jaunissement entier et brusque des arbres entiers, le feuillage flétrit, se dessèche et tombe en grande partie, les arbres ainsi défeuillés peuvent mourir. (Protection phytosanitaire en Algérie, SONATRACH 1973).

En ce qui concerne le cas d'excès d'eau à caractère permanent, les dégâts ont un caractère chronique et de longue durée : les arbres sont dans un état de faiblesse, leur croissance est considérablement diminuée, le feuillage est éclairci, chlorotique et le rendement est fortement abaissé, diverses pourritures de racines sont également observées. (Protection phytosanitaire en Algérie, SONATRACH 1973).

10.2.3 Excès de sel (sodium et magnésium)

- **Les causes**

Les causes de l'excès de sels sont diverses, la plus fréquente est l'irrigation avec d'eaux chargées en chlorure de sodium et de magnésium. Les fortes concentrations de ces sels dans les eaux sont observées durant la période estivale, ce qui pose le problème de l'irrigation pendant

cette période. L'effet nocif des sels (surtout les chlorures) est beaucoup plus dans les zones de climat sec et dans les sols peu perméables.

- **Symptômes**

Apparaissent surtout sur le feuillage. Les feuilles portent différents types de brûlures : jaunissement ou brunissement de la pointe de la feuille sont les symptômes les plus fréquents. Des taches nécrotiques apparaissent également sur le limbe et ce dernier s'enroule souvent. Les feuilles atteintes finissent par tomber. Les jeunes plantations souffrent le plus, dans le cas extrêmes, les jeunes arbres dépérissent rapidement. (Protection phytosanitaire en Algérie, SONATRACH 1973).

- **Lutte**

Les traitements directs pour combattre l'excès de sel dans les agrumes n'existent pas, les mesures préventives ont les seules à être appliquées.

11 Entretien des arbres

11.1 Plantation

- **En pot** : les agrumes laissés en pot seront facilement rentrés l'hiver en serre froide. Il faut alors assurer une bonne évacuation de l'excès d'eau. Pour la terre, le mélange idéal est 20% de terre franche +60%de terreau du commerce +10% de matière organique bien décomposée.

Le terreau doit être assez lourd. Le volume du pot doit être égal à celui du feuillage.

Rempotage tous les 2 à 3 ans.

- **En pleine terre** : plantation de Mars à Août, à 4 m de distance, dans une terre riche et bien drainée. En sol calcaire, un porte greffe adapté est nécessaire.

11.2 Taille

La taille s'effectue dans la période de Mars à Octobre. Elle permet d'optimiser la forme désirée, en boule, en buisson ou en palissage.

- **Taille de formation**

Elle est pratiquée dans les premières années afin de donner à l'agrumes forme harmonieuse et de le rendre plus vigoureux. La taille de formation est nécessaire, pour assurer la bonne conduite des (charpentières).

Ces branches, qui soutiendront la croissance de l'arbre et lui donneront sa forme, seront issues des 3 ou 4 rameaux principaux.

- **En sphère surbaissée**

Cette forme est très intéressante. En effet, si elle occupe beaucoup de place au sol, elle permet en revanche une récolte facile.

Cette taille est la plus courante elle protège le mieux l'arbuste du froid pendant l'hiver. On l'obtient en coupant successivement les rameaux principaux. Ceci produit des ramifications, sur lesquelles va pouvoir pousser un deuxième étage de végétation.



Figure 10 : Taille en sphère surbaissée, (Praloran, 1971).

- **Taille d'entretien**

Elle s'effectue entre Février et Avril sur un arbuste bien établi. Elle s'effectue toujours après la fructification et juste avant la croissance des nouvelles feuilles car les fruits sont portés par les pousses de l'année. Elle consiste à éliminer les rameaux abîmés, boucher les éventuelles blessures dû principalement au froid de l'hiver et à supprimer les gourmands qui pousse sur le porte-greffe.

- **Leur objectif**

- régulariser et répartir la production dans le temps et dans le volume de l'arbre.

- Assurer un équilibre entre végétation et fructification. Une vigueur moyenne est la plus propice à la production.
- Favoriser l'éclaircissement des feuilles et une pénétration plus facile des pulvérisations phytosanitaires.
- Remplacer les parties épuisées par des pousses jeunes, porteuses de plus beaux fruits.

12. Espèces et variétés

Les principaux agrumes cultivés en méditerranée sont représenté dans le tableau 3.

Tableau 3 : les principaux agrumes cultivés en méditerranée (LOUSSERT. 1989)

Genre et espèces	Sous espèces-genre et variétés d'intérêt commercial
<i>Poncricrustrifoliata</i>	A donné de nombreux hybrides utilisés comme porte-greffe (citranges, citrumelos).
<i>Fortunellamargarita</i>	Les kumquats ont donné de nombreux hybrides (limequats, citranquats)
<i>Fortunellajaponica</i>	Le bigaradier (utilisé comme porte-greffe)
<i>Citrus aurantium</i>	L'orange naval : washington, thomson, navelina, navelate
<i>Citrus sinensis</i>	Les oranges blondes : salustiana, hamlin, shamouti, valencia late, cadendra
<i>Citrus unshiu</i>	Les oranges demi-sanguines : double fin améliorée, maltaise demi-sanguine
<i>Citrus deliciosa</i>	Les oranges sanguines : sanguines ilinigra, moro, tarocco
<i>Citrus clementina</i>	Les mandariniers satsuma.
<i>Citrus limon</i>	Les mandariniers communs.
<i>Citrus paradisi</i>	Les clémentiniers : les climentines sans pépins (nombreux clones).
<i>Citrus medica</i>	Les autres mandariniers : mand. Ortanique, mand. Murcott, mand. Wilking.
<i>Citrus grandis</i>	Les citronniers : eureka, lisbonne, verna, femminello ovale.
	Les pomelos : marsh seedless, duncan, ruby, shambar.
	Les cédratiers : cédrat de corse, cédrat diamante
	Les pamplemoussiers

Il existe 8 espèces d'agrumes, le Bigaradier commun, le Citronnier, le Pomelo ou grappe fruit, le Cédratier, le Kumquat, l'Oranger, le Mandarinier, le Clémentinier (ESCLAPON,

1975). Dont les principales espèces cultivées sont l'Oranger, le Mandarinier, le Clémentinier et le Citronnier (REBOUR, 1966).



Figure 11 : Les fruits des différentes espèces et variétés d'agrumes (ESCLAPON, 1975)

12.1 Variétés cultivées d'Oranger

D'après REBOUR (1966) les variétés cultivées d'Oranger sont au nombre de 6.



Figure12 : photo d'un fruit d'orange de la variété Thomson (photo originale)

Le groupe du navel qui est représenté par Thomson navel (figure 12) et Washington navel, le groupe des blondes sans pépins (pulpe blonde) représenté par différents variétés comme : Hamlin, Cadenera, Salustiana, Shamouti et Maltaise blonde. Un troisième groupe est celui des

sanguines sans pépins comme les variétés Portugaise, double-fine et double-fine améliorée. Le groupe des tardives est représenté surtout par Valencia late et Verna. Pour ce qui est du groupe des communes ont de nombreux pépins et leur qualité varie d'un arbre à l'autre. Enfin le groupe des douces qui sont l'Orange douce, Orange lime, Meski, Doucera et Impérial.

12.2 Variétés cultivées de Mandarinier

LOUSSERT (1989) signale que les Mandariniers constituent un ensemble d'espèces que l'on peut différencier comme par exemple les Mandariniers Satsuma (*Citrus unshiu*), les Mandariniers communs (*Citrus deliciosa*), les Clémentiniers (*Citrus clementina*) et les autres Mandariniers (*Citrus reticulata*).

12.3 Variétés cultivées de Citronnier

Selon REBOUR (1966) Le Citronnier contient quelques variétés comme Eureka, Lisbon, Lunari, Villafranca, Meyer et Vernia ou Berna pomelo.

12.4 Variétés cultivées de Bigaradier (*Citrus aurantium*)

Selon ESCLAPON (1975) le Bigaradier avec ses divers clones est cultivé surtout pour les fleurs, les fruits, les feuilles et les brouts de taille, qui assurent la production (après distillation) de l'eau de fleur d'oranger, déconfitures (avec les fruits mûrs) et de vins apéritifs avec les fruits verts. C'est un excellent porte-greffe, car il est résistant à la Gommose et accepte les sols calcaires.

12.5 Variétés cultivées de Pomelo ou Grappe fruit (*Citrus paradisi*)

PRALORON (1971) souligne que c'est la seule espèce des agrumes qui ne soit pas originaire du sud-est Asiatique, puisqu'elle est apparue aux Antilles. Elle provient très certainement d'une mutation de bourgeon ou d'une hybridation du pamplemousse. Le pomelo n'est pas très sensible au froid que l'oranger, mais il a besoin de beaucoup de chaleur pour donner des fruits de bonne qualité. Selon ce même auteur deux types de pomelo existent c'est le pomelo à pulpe blonde (Var : Duncan, Marsh, Frost Marsh) et le pomelo à pulpe sanguins (Var : Foster, Redblush, Thompson, Shambar) (figure 13).

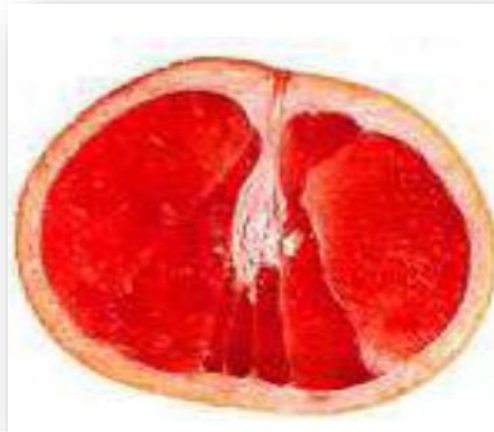


Figure 13 : Photo d'un pomelo sanguin (RAYNAUD, 2008).

12.6 Variétés cultivées de Cédratier (*Citrus medica*)

ESCLAPON (1975) dit que les Cédratiers autrefois sont très cultivés, puis abandonné, semble à la faveur de conditions économiques favorables. Ce fruit intéresse les producteurs de fruits confits et accessoirement ceux de la liqueur "Cédratine". Des essais de greffage réalisés avec des greffons sélectionnés, sur le *Citrus volkameriana*, comme pour le citronnier, donnent des sujets résistants à la gommose est productifs.



Figure 14 : Photographie d'un Cédratier (RAYNAUD, 2008)

12.7 Variétés cultivées de Kumquat (*Fortunellaetnoncitrus*)

Les Kumquats font partie des types d'agrumes les plus résistants au froid, mais les fruits ont la même sensibilité au gel que ceux des autres agrumes (ESCLAPON, 1975). Selon ce même auteur deux types de Kumquat existent c'est le *Fortunellajaponica* ou appelé Kumquat Maruni

(à fruits sphériques) et le *Fortunellacrassifolia* ou appelé Kumquat Nagami (à fruits oblongs), le fruit est très demandé par les industriels pour la confiture ou la vente en frais.



Figure15 : Photographie d'un Kumquat (RAYNAUD, 2008)

12.8 Variétés cultivées de Pamplemoussier (*Citrus grandis*)

PRALORAN (1971) souligne que bien que cette espèce forme deux espèces différentes, le pamplemoussier et le pomelo sont assez étroitement apparentés et plusieurs auteurs considèrent que le pomelo n'est qu'une sous-espèce ou une variété botanique de *Citrus grandis*. Il se distingue par plusieurs caractères comme de jeune rameau et pétiole pubescents, axe creux, pulpe ferme et croquante, fruits volumineux, saveur très variable et pépin mono-embryonnés, leur importance commerciale est très limitée.



Figure 16 : Photographie des Pamplemousses blanc, rose et sanguin (RAYNAUD, 2008).



Figure 17 : Photographie d'un Pamplemousse vert (RAYNAUD, 2008).

12.9 Variétés cultivées de Clémentinier

SCLAPON (1975) signale que le Clémentinier depuis sa découverte, qui date de moins d'un siècle, des variétés ou clones différents du type initial ont fait leur apparition. C'est ainsi qu'en 1940, fut découverte la Clémentine " Montréal " de production élevée de fruits précoces qui malheureusement sont fortement aspermes.

12.10 Variétés cultivées de Limettier

ESCLAPON (1975) signale que cette variété se cultive dans les sites les moins exposés au gel, on distingue : les Limettiers à gros fruits (*Citrus latifolia*), avec la variété Tahiti moins sensible au gel que les limettiers à petits fruits (*Citrus aurantifolia*).

12.11 Variétés cultivées de Lime

Selon ESCLAPON (1975) ils ont la taille d'un petit citron, se récolte principalement entre la fin septembre et la fin décembre lorsque sa peau est encore vert



Figure 18 : Photos montrant fruit de Lime (Citron vert) et Citron (RAYNAUD, 2008).

13. Date de floraisons et de maturations des agrumes

Les dates de floraisons et de maturations des agrumes sont représentées dans le tableau 05.

Tableau 04 : dates de floraison et de maturation de quelques variétés d’agrumes (GAUTHIER, 2008)

Divers	Floraison												Maturité											
Variétés	Mois												Mois											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Citronnier 4 saisons	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Citronnier 2 saisons		■	■	■	■	■	■						■	■	■	■	■				■	■		
Clémentinier		■	■										■											
Kumquat						■	■						■	■	■	■	■	■	■				■	■
Mandarinier		■	■																				■	■
Oranger		■	■																				■	■
Pamplemoussier		■	■										■										■	■
Calamondin	■	■	■	■	■		■	■	■				■	■	■	■						■	■	■

14. Rendement

BICHE (2012) souligne que la production totale en Algérie des agrumes pour l’année 2007 a atteint 689467 tonnes dont 539000 tonnes d’oranges, 100000 tonnes en clémentines et en mandarine et 50000 tonnes pour le citron et le pomelo. Ce même auteur signale que 97% de la production est destinée à la consommation en frais, la transformation est autour de 8000 tonnes par an. Dont les grandes zones de production par ordre d'importance sont la plaine de la Mitidja avec 44%, Habra Mascara avec 25%, le périmètre Bounamoussa et la plaine de SafSaf à Skikda avec 16% et le périmètre de la Mina et le Bas Chélif avec 14 %. Le centre du pays occupe une surface de 39305 ha d’agrumes soit 62%, l’ouest représente 26% soit 16453 ha, l’est 9,7% représente par 6134 ha et 1404 ha pour le sud soit 2,2%.

KARBOUA (2002) souligne que les agrumes occupent une surface totale de 45040 ha, répartie dans trois régions, dans la région centre (28243 ha), la région est (4811 ha) et la région ouest (11658 ha). En raison de leurs exigences en eau et qualité du sol, les agrumes sont localisés essentiellement dans les plaines irrigables telles que la plaine de Mitidja (40 %), le périmètre de la Mina et le Bas Chelif (14 %), le périmètre de Bouna Moussa et la plaine de SafSaf (16 %) et la plaine de Habra et Mascara (25 %).

15. Ravageurs

La très grande diffusion des agrumes dans le monde, de l'est à l'ouest, du nord au sud, sous des climats extrêmement différents, chauds et humides sous les Tropiques, chaud et sec en Californie, ou au Proche-Orient, ou encore tempérés en Espagne, fait que le nombre d'espèces animales se développant, se nourrissant au détriment des agrumes sont extrêmement nombreuses et variées (PRALORAN, 1971). Dans la liste dressée par EBELING(1959), on trouve 5 espèces de Gastéropodes, 12 espèces d'Acariens, 352 espèces d'Insectes, 11 espèces de Mammifères auxquelles il faut ajouter 186 espèces de Nématodes.

Des Insectes, Nématodes et Acariens divers s'attaquent aux agrumes, dans certains cas pour nourrir, dans d'autres pour accomplir une partie de leur cycle biologique. Ces attaques sont à l'origine de dégâts qui ont lieu directement par la destruction de différentes parties de l'arbre ou indirectement par la transmission de certaines maladies (OUEDRAOGO, 2002).

Selon BICHE (2012) les cultures d'agrumes sont très sensibles aux maladies Cryptogamiques, est aussi a beaucoup de ravageurs, qui causent des dégâts énormes et influent sur la rentabilité des vergers d'agrumes Algériens. En Algérie, l'agriculture est d'un grand intérêt économique, principalement au niveau des zones où les productions arboricoles sont importantes. En effet, les infestations et les dégâts sont causes principalement par les cochenilles Diaspines sur toute la bande Nord de l'Algérie, où sont concentrées les principales productions végétales à fruits, à noyau et à pépin. L'essor actuel de l'agriculture notamment de l'arboriculture fruitière et de l'agrumiculture, pose de nombreux problèmes non seulement techniques et économiques mais aussi commerciaux, dû aux infestations causées par plusieurs insectes et champignons et plus particulièrement par les cochenilles Diaspines.

Tableau 05 : principaux ravageurs d'agrumes (ESCLAPON, 1975).

2) Cochenilles à carapace ou Le canines	an.	pour la seconde.	<i>Ceroplastae.</i>	
a) Cochenille noire de l'olivier (<i>Saissetia oleae</i>)	2 générations par an.	Carapace d'un blanc rosé creuse, épaisse de 3 à 5 mm, abrite 1000 à 3500 œufs.	En septembre bouillie avec méthidathion à 40 g/ma/ha.	La fumagine (champignon) exige la lutte avec une bouillie cuprique (Oxychlorure de Cu).
b) Cochenille chinoise (<i>Ceroplastes sinensis</i>)	3 générations.	La femelle mesure 4 à 5 mm, rouge pâle, avec un ovisac blanc pur.	Lutte biologique avec <i>Novius cardinalis</i> .	Cette espèce est capable de porter tort aux mimosas.
3) Cochenilles molles	10 générations par an.	Forme ovale gris ardoise, avec sécrétions blanc farineux.	Lutte biologique avec <i>Cryptoloemus montr ou zieri</i> .	L'introduction récente de cette coccinelle a donné d'excellents résultats.
a) cochenille australienne (<i>Aceyria purchasi</i>)				
4) cochenilles farineuses				
a) <i>Pseudococcus maritimus</i> et				
b) <i>Planococcus</i> sp.				
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, Microhymenoptères
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 génération.	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.
NEMATODES <i>(Tylinchus semipenetrans)</i>	Plusieurs génération.	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.

15.1 D'autres ravageurs

Plusieurs ravageurs sont représentés.

- **Teigne des agrumes (*Praysp.*)**

BERTIN et FLHOR (2002) souligne que c'est un petit papillon de 10 à 12 mm d'envergure dont les chenilles s'attaquent aux jeunes pousses et aux fleurs des agrumes pouvant compromettre sérieusement la production. En général des traitements avec un insecticide à base de Phosalone (Zolone) sont suffisants et préservent les auxiliaires.

- **Mineuse des feuilles des agrumes (*Phyllocnistiscitrella*)**

Selon BICHE (2012) ce lépidoptère est l'un des principales contraintes de la production des agrumes. Originnaire du sud-est asiatique, elle a été décrite pour la première fois à Calcutta en Inde. *P.citrella* a été observé pour la première fois en Algérie, dans les régions ouest notamment à Misserghin et à Mohammadia. Depuis ces premières observations, le déprédateur s'est rapidement propagé à l'ensemble des zones agrumicoles du pays. La durée du cycle biologique est sous la dépendance des facteurs climatiques, elle est en totale du cycle est de 13 à 15 jours à des températures variant entre 26 et 28°C. En Algérie, la durée du cycle biologique sur citronnier et oranger est de 20 jours à une température de moyenne de 21°C et l'humidité relative est de 50%.

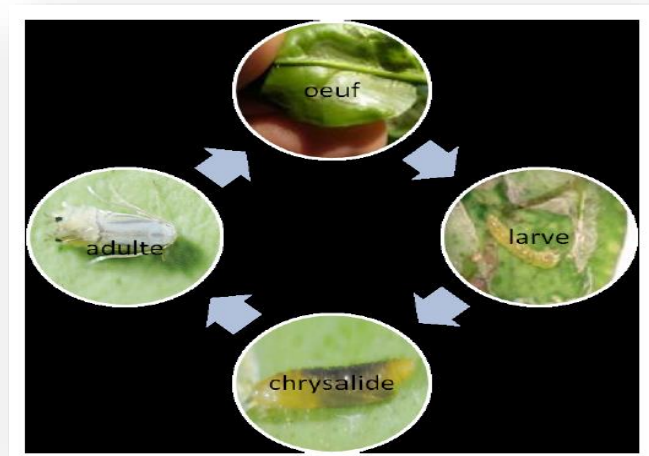


Figure 19 : Cycle biologique de *Phyllocnistiscitrella* (BICHE, 2012).

- **Criquet puant (*Zonocerusvariegatus*)**

FAO (1999) souligne que cette espèce appartient à l'ordre des Orthoptères et est largement répandu sur de nombreuses plantes cultivées (agrumes, vigne, bananier, tabac, coton). Les dégâts de ce ravageur se manifestent par la réduction de la plante par des prélèvements alimentaires, des blessures entraînant des perturbations pour la circulation de la sève et des possibilités d'infections secondaires. Les méthodes de lutte proposées contre ce ravageur sont le piégeage et la collecte manuelle des insectes et la lutte chimique appliquée aux jeunes larves par poudrage ou pulvérisation d'insecticide (OUEDRAOGO, 2002).

- **Cochenilles**

Selon LOUSSERT (1989) les cochenilles constituent un groupe de ravageurs particulièrement dangereux pour les agrumes tant par les dépréciations qu'elles causent aux fruits que par les affaiblissements qu'elles entraînent sur les arbres où elles pullulent. De nombreuses espèces sont présentes sur agrumes et selon, celles qui doivent faire l'objet d'une surveillance particulière en région méditerranéenne et peuvent être présentes en Afrique tropicale appartiennent aux 3 groupes comme les cochenilles Diaspines dont le développement se fait à l'abri d'un revêtement protecteur ou bouclier (la cochenille virgule ou *Lepidosaphesbeckii*), les cochenilles Le canines qui n'ont pas de bouclier indépendant (cochenilles chinoise ou *Ceroplastessinensis*) et les Pseudo-coccines ou cochenilles farineuses dont le corps est recouvert de téguments mous constitués par une sécrétion soyeuse pulvérulente (la cochenille farineuse des agrumes ou *Planococcus citri*).




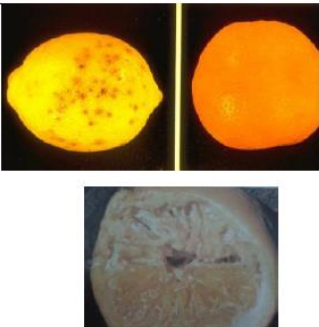




- **Les Coléoptères**

BERTIN et FLHOR (2002) souligne que dans ce groupe très important se trouve de très nombreuses espèces dont certains charançons et scarabées qui peuvent occasionner des dégâts sur les feuilles des agrumes (jeunes le plus souvent). Les charançons et scarabées sont souvent difficiles à voir le jour car ils se nourrissent préférentiellement la nuit. Si les attaques ne sont pas trop importantes on évitera de traiter pour conserver les équilibres biologiques. En cas de nécessité absolue on pourra utiliser un insecticide à base de divers Pyréthrinoides.

- **Dégâts sur Agrumes**

Les dégâts causés par des Insectes, des Acariens et autres animaux sont présenté dans le tableau suivant :

Tableau 06 : Quelques ravageurs des agrumes et leurs dégâts (BICHE, 2012 ; QUILICI, 2003)

Nom de ravageurs	Photos de l'espèce	Dégâts
La mineuse des agrumes (<i>Phyllocnistis citrella</i>)		
Mouche des fruits (<i>Ceratitis capitata</i>)		
Les Tarsonèmes (Acarien) (<i>Polyphagotarsonemus latus</i> <i>bank.</i>)		
(<i>Tetranychus cinnabarinus</i>)		
Le Phytote (Acarien) (<i>Phyllocoptruta oleivera</i>)		
(<i>Hemitarsonemus latus</i>)		

Chapitre II

Généralité sur le clémentinier

1. Clémentine

1.1 Clémentine (*Citrus clementina*)

La clémentine est un agrume, fruit du clémentinier un arbre de la famille des rutacées.



Figure 20 : Photo de clémentinier (photo d'internet)

1.2 Nom binominal

Citrus clementina (Hort. Ex Tanaka, 1961)

1.3 Origine

La clémentine doit son nom au Frère Clément (Vital Rodier, 1839-1904) de l'Institut des Frères de Notre-Dame de l'Annonciation, qui était chef de culture de l'orphelinat de Misserghin (près d'Oran, en Algérie).

En 1892, Louis Charles Trabut, botaniste et médecin français, avec le Frère Clément, aurait croisé volontairement un mandarinier avec un bigaradier. La clémentine a d'abord été considérée comme un hybride entre le mandarinier (*Citrus deliciosa* T'en.) et une variété de bigaradier à feuille de saule (*Citrus salicifolia* Raf. 'Granito'). Ce dernier avait été importé d'Espagne comme porte-greffe pour les cultures d'agrumes. Toutefois des études récentes menées par la station INRA de San-Giuliano en Corse consacrée à l'agrumiculture, ont montré

à partir de l'analyse des chromosomes qu'il s'agissait en réalité d'un hybride entre le mandarinier et l'orange douce (*Citrus sinensis*). Quoiqu'il en soit, Louis Charles Trabut voulant rendre hommage à l'homme d'Église, décida de le nommer « clémentine » en son honneur.

La clémentine n'a pas de pépins contrairement à la mandarine. C'est un fruit vert à maturité, qui ne devient orange que sous l'effet de la baisse de température hivernale.

1.4 Caractéristiques

Les vergers de clémentiniers purs (sans présence d'autres agrumes aux alentours) produisent des fruits sans pépins (c'est un hybride auto-incompatible, autrement dit auto-stérile). La multiplication se fait essentiellement par greffage, car les semis donnent des hybrides éloignés de la variété d'origine (hybrides avec mandariniers par exemple). Tous les clémentiniers sont donc des clones, mais l'apparition et la sélection de *sports* (mutations) ont permis l'obtention de nouvelles variétés.

Même si sa chair est moins parfumée, la clémentine prend de plus en plus la place de la mandarine par son absence de pépins et son épluchage plus facile. Une clémentine se divise généralement en une dizaine de quartiers. Un quartier est parfois appelé une cuisse, un grain ou un taillon.

Sa peau est fine de couleur verte-orange, non adhérente. Sa chair juteuse et acidulée est l'une des plus douces et sucrées des agrumes. Ce fruit est donc principalement consommé nature.

Le clémentinier (*Citrus clementina*) est un arbuste haut de 4 à 6 mètres, à feuilles et fleurs très parfumées.

2. Connaitre l'arbre et son fonctionnement

2.1 Tronc et le point de greffe

Le tronc assure le transport de la sève brute (riche en éléments minéraux et en eau) du système racinaire vers la frondaison, et le transfert de la sève élaborée (riche en molécules carbonées) vers les racines. Les tissus conducteurs étant situés sous l'écorce, toute altération mécanique ou parasitaire à ce niveau de l'arbre peut entraîner des perturbations dans les mécanismes de transfert (figure 21).

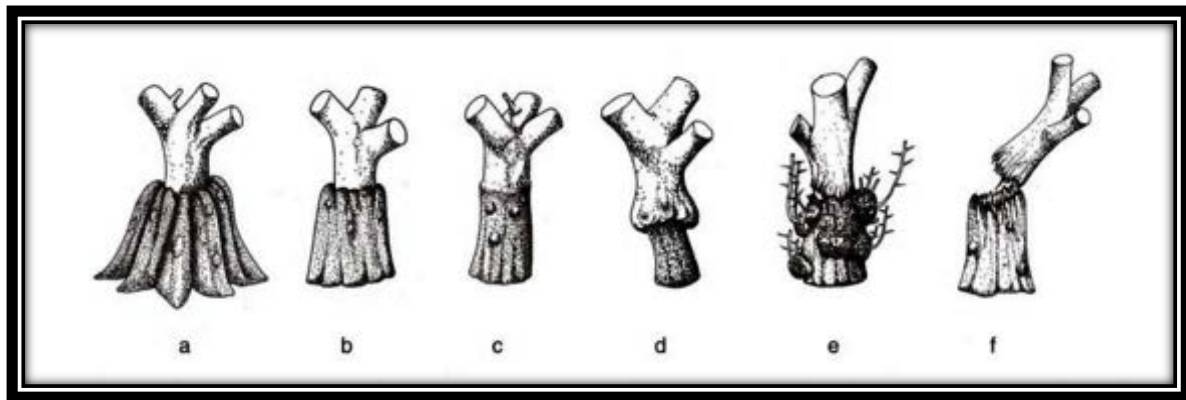


Figure 21: principaux d'affinité entre variétés et porte-greffes chez les agrumes ; **a.** affinité acceptable : « goulot de bouteille » prononcé ; **b.** affinité moyenne : « goulot de bouteille » moins prononcé ; **c.** bonne affinité ; **d.** mauvaise affinité : « goulot de bouteille » inversé ; **e.** incompatibilité : bourrelets et rejets de greffe ; **f.** incompatibilité : allant jusqu'à la cassure de l'arbre. **F. Curk (2013)**

C'est sur le tronc que se situe la ligne de greffe, ou point de greffe, plus ou moins visible selon le type d'association. La hauteur de la ligne de greffe est un paramètre important à respecter, au moment du greffage comme au moment de la plantation. En effet, les portes greffes traditionnellement utilisés sont généralement résistants aux champignons du sol, mais le clémentinier, même greffé, y reste sensible comme la majorité des espèces commerciales d'agrumes. La ligne de greffe doit donc se situer à 30cm de la hauteur au minimum du sol.

Bien qu'il soit possible de greffer une variété sur une porte greffe de la même espèce ou du même genre, toutes les associations ne confèrent pas la même pérennité ni le même développement. C'est la notion d'affinité physiologique d'incompatibilité de greffe que l'on évoque ici. La greffe est avant tout le résultat de l'union de deux cicatrices. C'est ce commun et la connexion des vaisseaux des deux parties, que l'on notâmes affinité (**figure 21**). On trouve tous les degrés entre l'affinité complète et l'incompatibilité totale (cas où les greffes ne se soudent pas). Une mauvaise affinité crée des déformations et des points de faiblesse au niveau de la ligne de greffe, qui peuvent sérieusement compromettre le bon développement de l'arbre et accélérer son vieillissement. Différentes causes peuvent être à l'origine de ce phénomène due à une mauvaise connexion du système vasculaire de deux parties : des problèmes de reconnaissance ou de communication cellulaire sont notamment évoqués. Il peut également s'agir d'un déséquilibre entre les vitesses respectives de développement de la variété et du porte-greffe. Selon l'importance de ce déséquilibre, les conséquences vont d'un simple stress, pouvant même s'avérer positif sur la qualité du fruit, jusqu'à la cassure franche

du tronc au niveau du point du greffe. Chez certaines associations, l'incompatibilité peut prendre une autre forme, telle que la présence de nombreux rejets se développant de façon régulière sur la partie porte-greffe de l'arbre. La multiplication de ces rejets affaiblit l'arbre avec la formation de bourrelets caractéristique sur le tronc, qui au fil des ans provoquent un étouffement de la variété de clémentinier et un vieillissement prématuré de l'arbre.



Figure 22 : observation d'une incompatibilité de greffe, après retrait de l'écorce

C. Jacquemont, Inra ((2013).

2.2 Frondaison

La partie aérienne de l'arbre située au-dessus du point de greffe, constituée par la variété cultivée, est la partie productive de l'arbre. La floraison suivie de la fructification est la phase essentielle de la reproduction. Le feuillage sert de la photosynthèse, assure l'alimentation carbonée. Les branches charpentières, limitées trois à quatre ou cinq lors de la taille de formation prennent naissance sur le tronc et se subdivisent en sous-charpentières. Celle-ci se ramifient en rameaux végétatifs et fructiféraires qui se développent et se renouvellent chaque année. À l'âge adulte, le clémentinier atteint une forme plus ou moins sphérique en fonction des variétés, et son feuillage devient très dense du fait de l'émission de nombreux rameaux à chaque pousse végétative (**figure 23**).

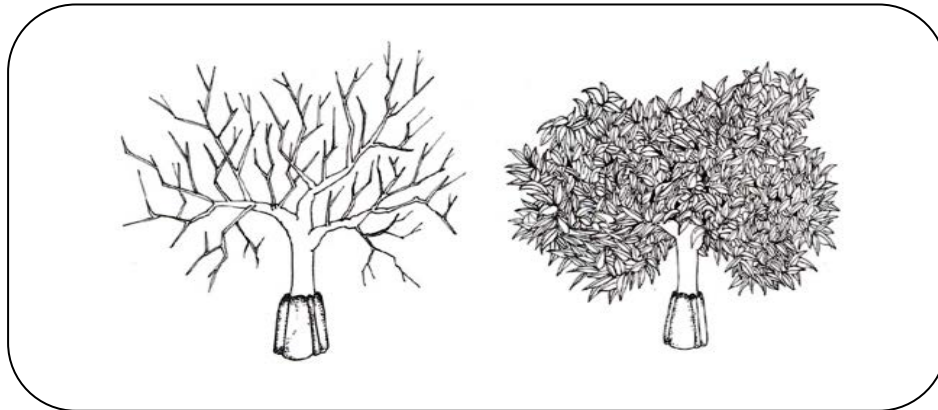


Figure 23 : schématique de l'architecture de la frondaison d'un clémentinier.

F. Curk (2013)

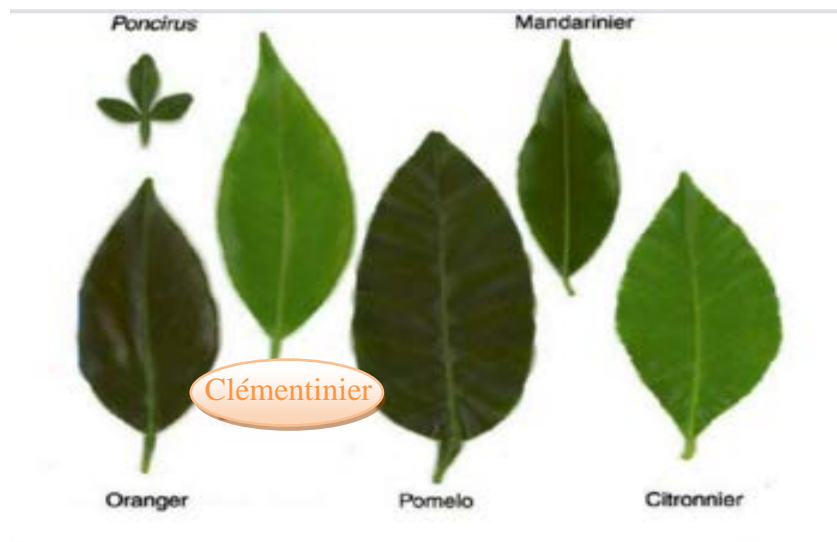


Figure 24: feuilles d'agrumes. **M. Heuzet (2013)**

A l'intérieure de la frondaison peuvent parfois se développer des rameaux verticaux de grande vigueur, appelés « gourmandes » en raison de leur grande consommation de la sève. Si aucune taille n'est réalisée, ces gourmandes peuvent dépasser rapidement la frondaison pour former, au dessus d'elle, un nouvel étage posant problème dans la conduite de l'arbre (un second arbre dans l'arbre).

Comme toutes les espèces du genre citrus, le clémentinier est un arbre à feuillage persistant, ce qui lui permet de conserver une capacité et une activité photosynthétique tout au long l'année. De couleur vert foncé à l'âge adulte la feuille est étroite, son limbe est lisse et plutôt

mince. La durée de la vie d'une feuille est au minimum de trois ans, avec une activité maximale lorsque celle-ci est jeune.

Les feuilles des agrumes sont caractérisées par la présence des glandes à huiles essentielles : elles sont à l'origine de la fabrication d'arômes et de nombreux parfums utilisés dans l'industrie cosmétique et agroalimentaire.

La formation des rameaux est régie par une dominance apicale, où le méristème du bourgeon terminal de la pousse en formation inhibe le développement des bourgeons latéraux par la production de molécules appelées « auxines » : le rameau se développe dans un premier temps sans se ramifier.

Les bourgeons se forment sur la pousse en même temps que les feuilles, en position axillaire (à l'aisselle de la feuille), chaque bourgeon, qu'il soit apical (terminale) ou latéral (axillaire), contient l'ébauche d'une tige feuillée ou d'une inflorescence. Il reste latent, en repos végétatif tant que les conditions favorables à son débournement ne sont pas réunies.

2.3 Phénologie de Clémentinier

La phénologie est l'étude des phénomènes biologiques saisonniers sous l'influence des variations climatiques. Un cycle phénologique correspond aux différentes phases physiologiques annuelles sensibles au climat comme le débournement, la floraison, et le développement des fruits, qui sont ainsi décomposés en « stades phénologiques ». Le comportement physiologique du clémentinier est non seulement soumis aux conditions environnementales (qui agissent directement sur l'état hormonal), mais également influencé par de nombreux autres facteurs endogènes et exogènes, la variété, le porte-greffe ainsi que des interventions humaines telles que la taille, l'irrigation ou la fertilisation, ont un impact direct sur la croissance végétative et la production de fruit.

L'âge de l'arbre est une composante essentielle de cette interaction, après la plantation. Les jeunes arbres traversent une période de non-production, dite « juvénilité » durant laquelle ils développent leur système racinaire, et leur frondaison. Les floraisons, peu abondantes au cours des premières années (de trois à cinq ans selon la variété et le porte-greffe), vont aller croissantes pour atteindre la période dite de phase adulte.

Le développement végétatif des arbres se stabilise souvent à partir de septième ou huitième année en Corse, dans un équilibre entre croissance végétative et production fruitière.

- Développement des boutons floraux et les différents types d'inflorescences

A partir du débourrement (fin février à mi-mars en course selon les années et les variétés), les bourgeons floraux contenant les inflorescences grossissent. Les minuscules écailles verdâtres qui les recouvrent vont se séparer pour laisser apparaître les premiers boutons verts, progressivement, de nouveaux boutons sont observés constituant des inflorescences en petites grappes uniflores ou pluriflores, avec ou sans feuilles, plus tard, lorsque les sépales se séparent et que pétales sortent à moitié du bouton vert. Le bouton floral prend une couleur blanchâtre stade « bouton blanc », les pétales continuent à croître et deviennent de plus en plus visibles mais sont toujours soudés en un bouton fermé ce n'est que lorsque les fleurs s'ouvrent que la floraison puis de la floraison dépend essentiellement des conditions thermiques, variant donc selon les années.

La morphologie des pousses florifères est très diversifiée (**figure 25**), aussi bien dans leurs nombre de fleurs et de feuilles que dans leur longueur.

Une pousse florifère peut mesurer un demi-centimètre et n'avoir qu'une fleur tandis que la pousse voisine. Atteignant fleurs vingtaine de centimètre de longueur. Porter à une ou plusieurs fleurs et dix à quinze feuilles, la partie apicale étant invariablement constituée par une fleur, tous ces types de pousses florifères ont une croissance définie, les facteurs qui induisent une variation sur la proportion des différents types sont mal connus même si l'on sait par exemple qu'il y a un effet climatique avec des années typées. On observe notamment des années caractérisées par une majorité de pousses sans feuilles (type a, **figure25**)



Figure 25: les différents types des pousses florifères, **a.** boutons floraux sans feuilles ; **b.** boutons floraux avec quelques petites feuilles ; **c.** boutons floraux et plusieurs grandes feuilles ; **d.** feuilles et boutons floraux terminal. **F. Curk (2013)**

- Floraison

Lorsque les fleurs s'ouvrent, c'est l'étape de l'anthèse (stade : fleur épanouie). Cependant, le phénomène ne se produit pas simultanément chez toutes les fleurs : il dépend du type d'inflorescence et de sa position dans l'arbre. Quand 10% des fleurs ont leurs pétales, c'est le début de la floraison. A partir de la pleine floraison, qui correspond au moment où l'anthère est apparue pour 50% des fleurs, les pétales des premières fleurs épanouies tendent à tomber. L'anthère d'une fleur dure environ sept jours, en fonction des conditions climatiques. Elle se termine avec le flétrissement des étamines et la chute des pétales. La fin de la floraison d'un arbre est directement liée aux conditions thermiques elle peut varier de dix jours à trois semaines. Le décalage de la floraison ne correspondra pas pour autant à un décalage de la période de récolte.

En moyenne, la fleur est composée d'un calice cinq sépales et d'une corolle de cinq pétales très blancs (**figure 26**). Ces pétales présentent des glandes à huiles essentielles, caractéristique des agrumes. Les étamines, soudées par trois atteignent un nombre compris entre vingt et trente. Le pistil repose sur le disque nectarifère, qui attire les insectes pollinisateurs. Il se trouve juste au dessus du point de fixation des étamines.

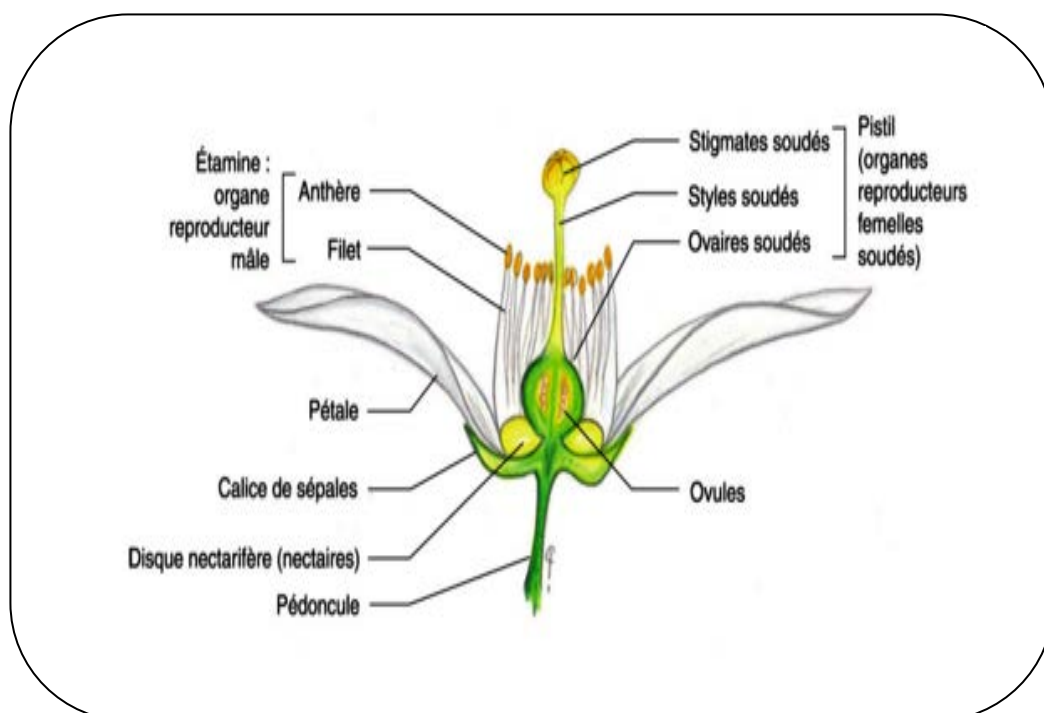


Figure26: coupe d'une fleur de clémentinier. F. Curk (2013).

L'ovaire à la base du pistil comporte dix à treize loges qui donneront les « quartiers » du fruit (Figure 27).

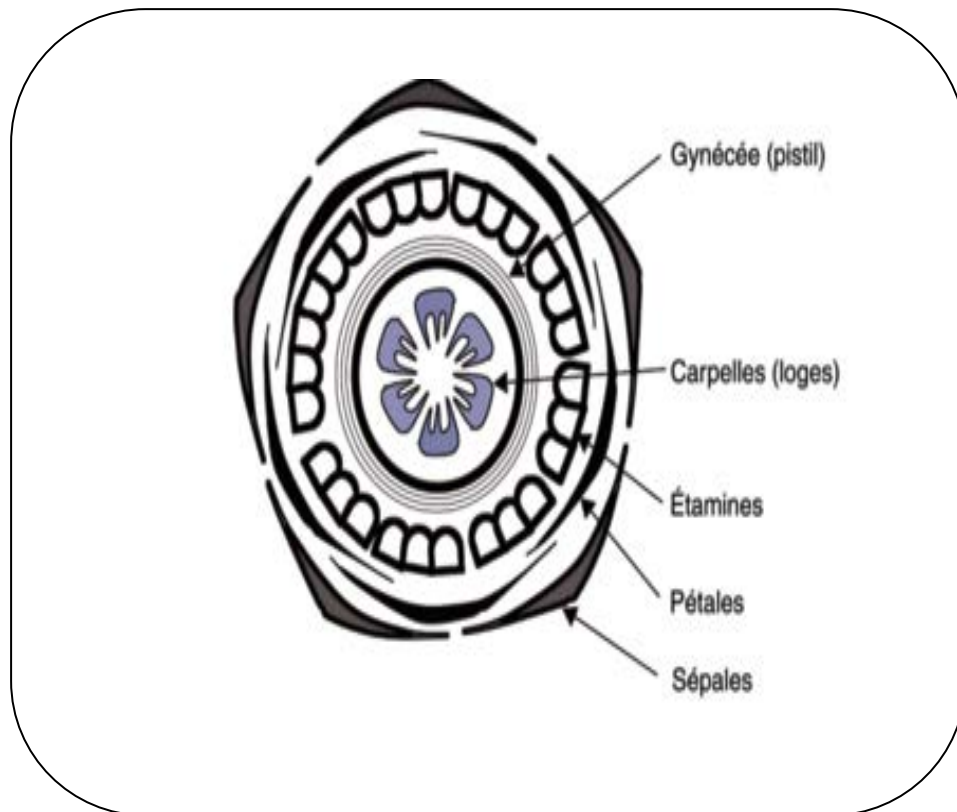


Figure27:diagramme floral du clémentinier ; F. Curk (2013)

- **Phénomène d'alternance**

Certaines variétés présentent une tendance marquée à avoir une floraison de faible intensité, voire très faible à la suite d'une année de production normale à forte.

Ce phénomène se réitérant régulièrement sur un cycle de deux ans, on parle alors « d'alternance ». On parle d'année « on », et année « off », celle à faible production.

Ce phénomène est lié à un déséquilibre qui se crée entre végétation et fructification, quand une charge excessive limite l'importance des pousses de printemps et d'automne, renouvellement végétatif à l'origine de la majorité des pousses florifères de l'année suivante.

Ainsi, mécaniquement l'arbre trop chargé en fruits forme moins de bourgeons potentiellement florifères pour l'année suivante. Par ailleurs, en cas de récolte trop tardive l'année précédente,

il peut exister également une inhibition de l'induction floral. Une récolte sélective en plusieurs passages ainsi que des pratiques adaptés suffisent s'ouvrent à éviter les problèmes d'alternance.

Certaines erreurs de gestion de l'irrigation et de la fertilisation peuvent induire un phénomène d'alternance. Chez les variétés sensibles à l'alternance, la réalisation d'une taille annuelle permettant de sélectionner un certain nombre de rameaux fructifères est primordiale, et certains porte greffes peuvent atténuer le phénomène variétal d'alternance (Poncirus et certaines de ses hybrides).

- **Développement du fruit jusqu'à sa maturation**
 - **Nouaison et la parthénocarpie du clémentinier**

C'est majoritairement la présence d'insectes pollinisateurs qui permet le dépôt du pollen sur le pistil.

Chez la plupart des espèces fruitières, la fécondation des ovules des fleurs, conduisant à la formation des graines, est une étape indispensable à la constitution du fruit (rappelons qu'un pépin renferme un embryon issu d'une fécondation). Cependant chez certains végétaux, le développement d'un fruit peut se réaliser sans cette étape, le stimulus de la pollinisation suffisant à initier le processus : on parle alors de parthénocarpie. C'est fréquemment le cas chez les agrumes, et en particulièrement chez le clémentinier dont les fleurs sont auto-incompatible (incapacité d'autofécondation).

La phase de la nouaison débute après pollinisation, juste après la chute des pétales. C'est un stade relativement court à l'échelle d'une fleur individuelle, de traduisant par un grossissement de l'ovaire qui devient alors vert foncé. A l'échelle de l'arbre, on repère le début de cette phase par l'observation des premières chutes des pétales. Selon les contions climatiques et l'étalement de la floraison, la durée de la nouaison peut varier de quatre à six semaines.

- **Chutes physiologiques**

La floraison est en général très abondante chez les agrumes, et tout particulièrement chez les clémentiniers, diverses observations montent en effet que l'on peut dénombrer plus de deux cent mille fleurs sur un même arbre.

Toutefois, la proportion de fleurs donnant naissance à un fruit qui atteindra la maturation est extrêmement faible (parfois moins de 1%), l'immense majorité des organes reproducteurs chutant naturellement. Ce phénomène de chute physiologique débute lors de la nouaison (au moment du stade de la chute des pétales), mais surtout au début de la croissance des jeunes fruits noués (mi-juin à mi-juillet, selon les années et les régions) : il est alors appelé « chute de juin ». Il semble être essentiellement dû à une autorégulation physiologique de l'arbre, les chutes s'avérant d'autant plus importantes que la floraison a été abondante. Les chutes concernant majoritairement les fleurs tardives situées sur des inflorescences axillaires non feuillées, moins bien alimentées, ainsi que les jeunes fruits issus de ce type d'inflorescence.

La compétition vis-à-vis de la disponibilité en éléments nutritifs est un facteur déterminant dans le processus des chutes physiologiques des fruits : l'arbre ajuste le nombre de ses organes reproducteurs en fonction de sa capacité à les alimenter. Cependant, le clémentinier a pour particularité de garder ses fruits le plus longtemps possible avant que la régulation ne s'effectue. Cela conduit parfois à une chute physiologique en juin d'une importance spectaculaire, concernant également les fruits les plus gros. Ce comportement physiologique du clémentinier est à prendre en compte dans le cas d'applications de gibbérellines à la floraison.

- Développement du fruit

L'étape critique de la nouaison se poursuit plusieurs jours après la chute physiologique par une phase de multiplication cellulaire. Vers la mi-juillet débute la phase de croissance du fruit, dite phase de grossissement. Le rythme des multiplications cellulaires chute tandis que débute un processus de grossissement des cellules : la pulpe va multiplier par trente son volume, suivant une croissance linéaire. La qualité de la nouaison ainsi que le potentiel photosynthétique de l'environnement très proche du jeune fruit (présence des feuilles) sont les principaux facteurs qui vont déterminer la vitesse de croissance du fruit. Le climat et les itinéraires techniques mis en place sont prépondérants.

La clémentine est un fruit charnu (**figure28**), composé comme tous les agrumes de deux parties bien distinctes : le péricarpe qui correspond à la peau du fruit.

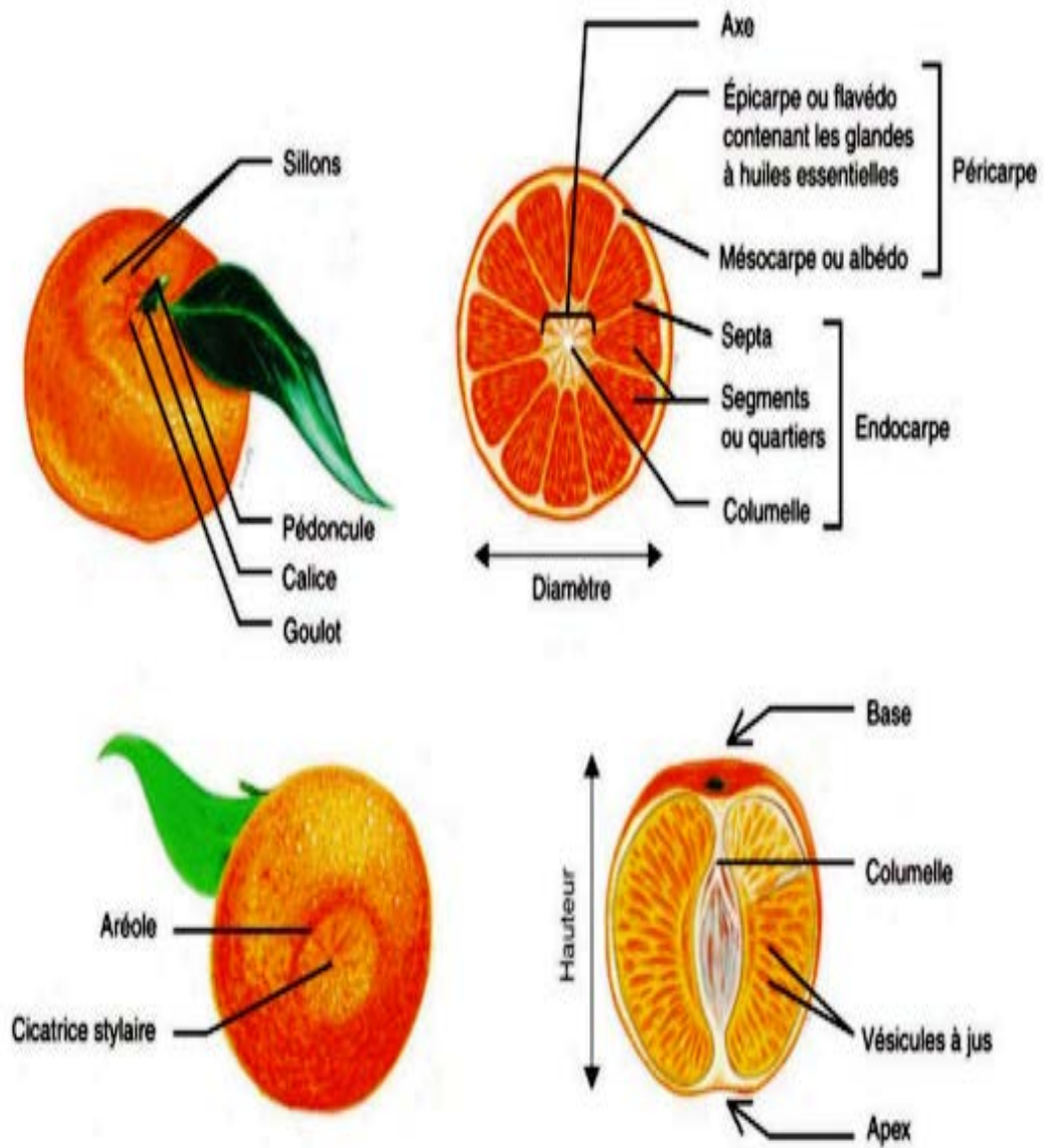


Figure 28: le clémentinier ; F. Curk (2013)

Partie II

Partie expérimental

Chapitre III

Matériel et méthode

1. Présentation de la zone d'étude

Beaucoup des producteurs de clémentine ont constaté ces dernières années, qu'il y a une réduction du nombre de fruit noué et par conséquent une diminution de la production.

Pour répondre à cette problématique, nous avons mené un essai de pulvérisation foliaire à base de Bore au stade de floraison. Notre expérience a été réalisée dans une ferme pilote d'agrumes, où nous travaillons sur le clémentinier dans la wilaya de Chlef.

1.1 Condition climatique de la wilaya de Chlef

1.1.1 Climat

La wilaya est caractérisée par un climat méditerranéen sub-humide dans la partie Nord et un climat continental au Sud, froid en hiver et chaud en été. Située dans une cuvette séparée de la mer par les monts du Dahra. Malgré son climat sub-humide, Chlef est une des régions les plus chaudes d'Algérie.

Pour pouvoir décrire le climat de la wilaya de Chlef, nous disposant des moyennes mensuelles des précipitations et des températures de station météorologique appartenant à l'ONM. Les données climatiques obtenues s'étalent sur une période de 13 ans, allant de 2000 à 2013. (**Tableau 07**).

1.1.2 Précipitation

Si on compare les moyennes annuelles des précipitations, on distingue un gradient diminuant en allant du Haut-Chélif au Bas-Chélif. En effet la pluviométrie est d'environ 356 mm pour la wilaya de Chlef (**Tableau 07**). La pluviométrie reste insuffisante pour le cycle végétatif annuel des agrumes. Il est nécessaire de recourir à des irrigations.

1.1.3 Température

Contrairement aux précipitations, le gradient de température augmente d'ouest vers l'est. Les plus fortes températures sont enregistrées dans la plaine du moyen et bas Chélif. Les mois de juillet et août sont les mois les plus chauds dans la wilaya. Le mois de janvier est le plus froid (**Tableau 07**). Les températures sont d'ordre maximal de 39,2°C d'ordre minimal de 10,5°C et de moyenne 21,25°C. Les différentes températures sont très favorables pour la culture des agrumes.

Tableau 07 : Les moyennes mensuelles des précipitations et des températures de station de Chlef 2000 – 2013

Mois	Wilaya de Chlef	
	P (mm)	T°C
Jan	42,8	10,5
Fév	44,1	11,8
Mar	38,6	14,3
Avl	35,5	17,0
Ma	26,7	21,5
Jui	6,3	27,2
Juil	2,4	39,2
Août	4,1	38,4
Sep	17,6	26,4
Oct	35,9	21,2
Nov	54,8	15,7
Déc	47,0	11,9
Moy	355,9	21,25
Min	2,4	10,5
Max	54,8	39,2

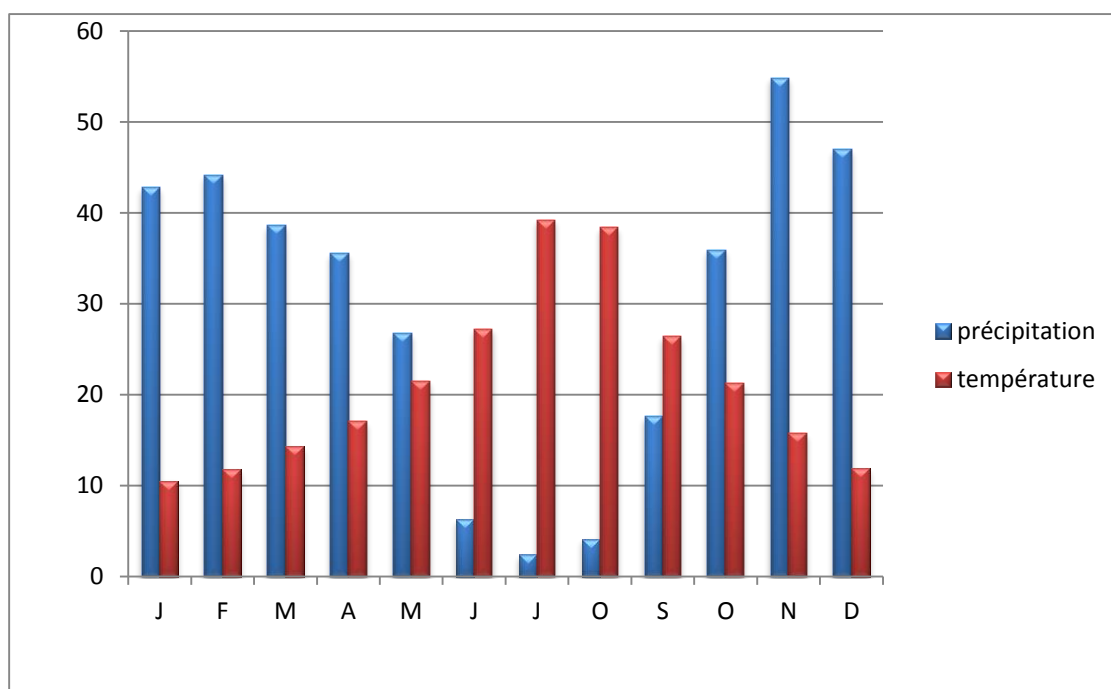


Figure 29 : Précipitations et températures moyennes mensuelles de la wilaya de Chlef

1.2 Fiche signalétique de la ferme pilote



Figure 30 : photo de la ferme pilote d'ALI AÏCHOUBA

- Dénomination : EURL ALI AÏCHOUBA
- Localisation : EL ADJARAF HAY EL HOURIA CHLEF
- Statut juridique : E.P.E.E.U.R.L
- Taille : superficie total : 264,63 ha
- S.A.U : 250,63 ha
- Superficie irriguée : 250,63 ha
- Limites et morcellement :
 - Nord : EAC EX DAS SENFITI
 - SUD : OUED CHLEF
 - EST : HAY EL HOURIA
 - OUEST : DOMAINE SENFITI
- Activités dominante : production d'agrumes
- Plantation : Agrumes

2. Matériel

2.1 Produit utilisé

Tableau 08 : Produit utilisé

Nom du produit	BOROGREEN L.
Composition	Bore (B) soluble dans l'eau.
Concentration	11% P/P équivalent à 15% P/V à 20°C.
Densité	1,360Kg/L à 20°C.

- **Son utilisation**

Tableau 09 : Utilisation de produit

cultures	Foliaire	fertirrigation	Stade d'application
Arbres fruitiers	3à4 L/Ha	70à220 ml/Ha	Avant floraison Durant la nouaison Après récolte

- **Rôle physiologique**

BOROGREEN L :

- Est une formulation spéciale qui grâce à sa pureté rééquilibre la plante en Bore.
- Facilitant sa rapide migration vers les organes végétaux.
- Favorise la migration du sucre dans la sève, l'activité des méristèmes apicaux.
- La pollinisation et agit à titre préventif et curatif contre la déficience en Bore qui cause une pauvre mise à fruits, leur chute physiologique une moindre résistance au gel et aux maladies cryptogamiques.
- Est spécialement recommandé quand la sécheresse limite la disponibilité de bore dans le sol contrastant la déformation des fruits, la nécrose des jeunes feuilles, assurant une fécondation homogène des fleurs et l'élasticité des parois cellulaires.

- **Dose et période d'utilisation**

- La dose recommandée est de 1L /400L d'eau pour 277 arbres.
- La période de pulvérisation du BOROGREEN L est en trois stades sont :

Tableau 10 : Doses et périodes d'utilisation

Stade	Application
Début de floraison	La 1 ^{ère} application : depuis l'apparition des premières boutons floraux, avec une dose de 42,5ml /17L d'eau pour 04 arbres.
pleine floraison	La 2 ^{ème} application : durant la pleine floraison, avec une dose de 42,5ml/17L d'eau.
Fin de floraison	La 3 ^{ème} application : fin de floraison, avec une dose de 42,5ml/17L d'eau.

- **Appareille utilisé** : un pulvérisateur (17 L).

3. Méthode

3.1 Protocole expérimentale

3.1.1 Objectif de l'essai

- Améliorer le débourrement, la floraison et la nouaison.
- Réduction des chutes de fruits et amélioration de leur poids.

3.1.2 Principe

Le dispositif expérimental est subdivisé en 04 blocs comprenant chacun un 04 traitement, le nombre de répétition pour chaque traitement dans les différents blocs. On laisse un rangier entre les blocs.

- Traitement 01= témoin (T), nombre des témoins= 04 arbres.
- Traitement 02= application (01), nombre de répétition= 04 arbres.
- Traitement 03= application(02), nombre de répétition=04 arbres.
- Traitement 04= application (03), nombre de répétition=04 arbres.

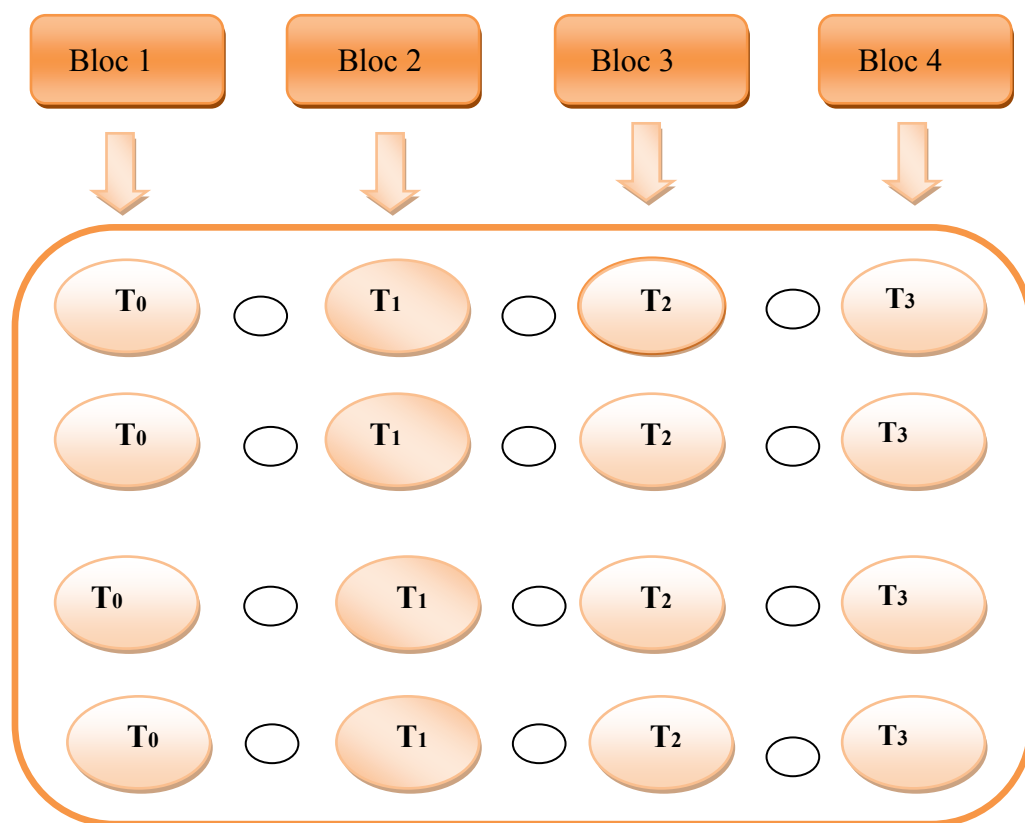


Figure 31: disposition expérimental (blocs).

3.2 Description du protocole expérimentale

Notre choix de dispositif est celui des blocs randomisés, couramment utilisés en agronomie. Ses avantages sont nombreux, mais nous retenons ici les importantes :

- La précision des résultats est bonne lorsque le terrain est hétérogène.
- Permet d'estimer la part de la variation des résultats qui sont dus à l'hétérogénéité du sol.
- Il facilite la comparaison des traitements entre eux sur le terrain puisqu'ils ne sont jamais éloignés les uns des autres.

3.3 Condition des traitements

- Premier traitement le 16/03/2016 à 09h du matin, la température a été de l'ordre de 18°C.
- Deuxième traitement : le 28/03/2016 à 10:00 h du matin, la température a été de l'ordre de 25°C.
- Troisième traitement : le 11/04/2016 à 09 :30 h du matin, la température a été de l'ordre de 28°C.

Témoin



Figure 32: photo de témoin (Photo originale).

1^{er} traitement



Figure 33: photo de premier traitement (photo originale).

2^{ème} traitement



Figure 34: deuxième traitement (photo originale).

3^{ème} traitement



Figure 35: troisième traitement (photo originale)

Chapitre IV

Résultats et interprétations

1. Résultats agronomiques

1.1 Nombre de fruits noués

Les résultats obtenu du nombre de fruits noués pour 04 arbres/traitement sont :

- Témoin donne : 1048 fruits/arbre
- traitement 01 donne : 1208 fruits/arbre
- traitement 02 donne : 591 fruits/arbre
- traitement 03 donne : 428 fruits/arbre

Tableau 11: nombre des fruits noués par arbre :

Arbre / traitement	T0	T1	T2	T3
Arbre 1	256	312	160	124
Arbre 2	288	300	180	112
Arbre 3	240	276	153	91
Arbre 4	264	320	98	101
TOTAL	1048	1208	591	428

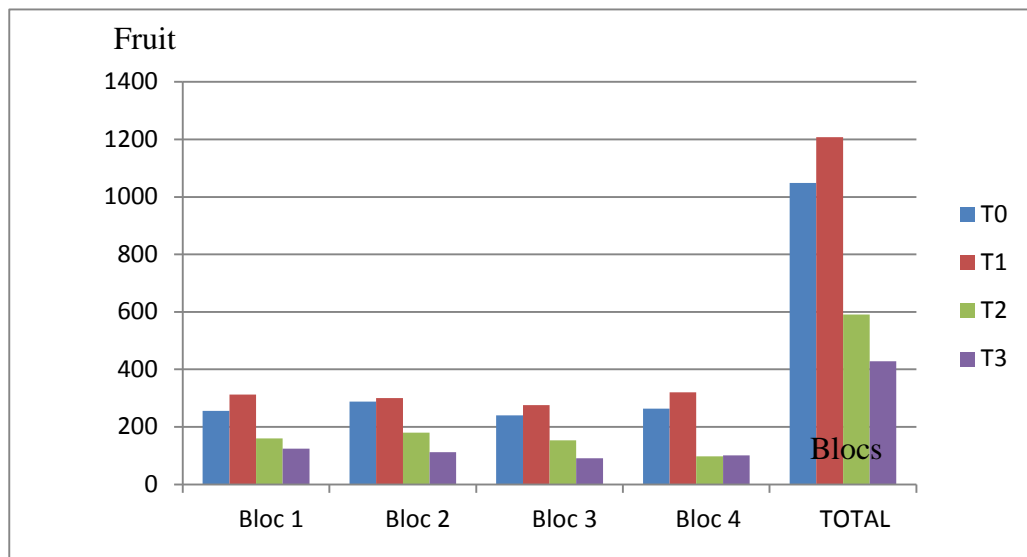


Figure36 : Histogramme du nombre total de fruit noués pour chaque traitement

Selon les résultats du nombre de fruits noués (figure 36), on observe que le total des fruits noués pour T1 est élevé par rapport aux autres traitements.

1.2 Etude statistique

1.2.1 Traitement statistique du nombre de fruits par arbre

- Test t de Student pour données indépendantes / test bilatéral (comparaison entre les traitements) :

Tableau 12 : Etude statistique des traitements

Blocs	Moyenne	Variance	Ecart-type	C.V
Bloc 1	262	400	20	7.63 %
Bloc 2	302	368	19	6.35 %
Bloc 3	148	1231	35	23.70%
Bloc 4	107	202	14	13.28 %

Nous constatons dans ce tableau que la moyenne des fruits noués dans les arbres traités par T1 est plus élevée que les moyennes des fruits de l'arbre Témoin, T2 et T3.

Les résultats de ce tableau montrent que pour le traitement T1 les rendements seront plus élevés et ceci se justifie par le nombre des fruits par arbre ($107 < 148 < 262 < 302$; moyennes des T3, T2, T0 et T1) (tableau 12).

Après l'étude de traitement statistique il ressort que le seuil de signification total $\alpha = 0,05$ on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes. Autrement dit, la différence entre les moyennes est significative.

Discussion

A la lumière des résultats obtenus pour les traitements, nous pouvons affirmer que parmi les quatre traitements T0, T1, T2, T3, le T1 est le meilleur et le plus convenable à l'augmentation de nombre des fruits noués par rapport aux autres traitements avec une moyenne de 302 fruit /arbre, alors que les autres traitements (témoin, T2 et T3) ont donné respectivement 262, 148 et 107 fruit/arbre.

Selon notre étude bibliographique aucun travail d'expérimentation n'a été fait pour tester l'effet du bore sur la fécondation et la nouaison de clémentinier. Pour cela, nous ne pouvons comparer notre travail.

Cette étude que nous avons entreprise, nous a permis de déduire que les différentes étapes de la floraison sont à considérer pour les effets du bore.

En effet la meilleure étape de floraison pour les effets positifs du bore sur la fécondation nouaison de la clémentine reste le début floraison. Par contre les pulvérisations de bore effectuées sur la pleine et fin floraison ont donné des résultats négatifs par rapport au témoin.

Pour une meilleure compréhension de ces résultats négatifs nous souhaitons poursuivre cette étude par prélèvement des échantillons de fleurs ayant suivi des traitements avec le bore. On verra de leur observation au laboratoire.

Cette étude devra faire l'objet d'un travail pour élaborer un protocole d'observation de différentes composantes florales.

En définitive, notre étude nous a permis de retenir que sur le plan pratique l'application du bore par pulvérisation sur feuille doit être utilisée en période de début floraison dès la formation des boutons floraux, pour espérer une augmentation de fruits noués et par conséquent une meilleure amélioration de la production de la clémentine en quantité.

Ne au moins cette augmentation de production reste conditionnée pour une meilleure conduite du verger avec l'application d'un itinéraire technique complet pour l'entretien d'un verger de clémentine.

Retombées économiques des traitements

Concernant la rentabilité économique des traitements, le traitement T1 (début floraison) est la meilleure. On peut atteindre une augmentation de 115,27% par rapport à celle du témoin avec

un surplus financier qui peut aller jusqu'à 1368 DA sans la déduction de toutes les charges et pertes qui peuvent survenir tout au long de la campagne agrumicole.

En conséquence l'utilisation du Bore avant floraison reste supérieure ou la production par hectare sera conséquente en comparaison avec les autres traitements et donc les retombées économiques seront nettement supérieures, d'après notre étude.

Conclusion

Ce travail, avant tout est un projet d'étude sur l'amélioration de production des agrumes qui sont classé parmi les fruits les plus consommé en Algérie.

Vu les contraintes de production aléatoire et faible des clémentines nous avons été amené a aborder ce thème qui consiste a l'utilisation de Bore a différents stades de floraison pour améliorer la fécondation et l'augmentation du taux de fruits noués et par conséquent l'augmentation de la production de la clémentine.

La floraison est en général très abondante chez les agrumes, et tout particulièrement chez les clémentiniers, diverses observations montrent en effet que l'on peut dénombrer plus de deux cent mille fleurs sur un même arbre.

L'abondance des fleurs produites par le clémentinier propice à des chutes des fleurs importantes

Lorsqu'on utilise le bore avant floraison du clémentier, la récolte par hectare est supérieure à celle des autres stades et donc les retombées économiques sont nettement supérieures.

Ce qui concerne la rentabilité des traitements, l'utilisation du bore avant floraison est le meilleur. On peut atteint une augmentation de rendement avec 115,27%.

Annexe

Selon la **D.S.A (Direction des Services Agrumicoles)** :

- **L'étude des sols**

PH	5,5 à 6,5
Choix des terrains	Sol meuble et aéré
texture	Dominante grossière

- **Travaux du sol**

L'opération culturale	Date	Objectif de l'opération
Labour	1 ^{ier} : automne	<ul style="list-style-type: none"> • Enfouit la fumure • Aéré le sol
	2 ^{ème} : printemps	<ul style="list-style-type: none"> • Recouvre la fumure azotée. • Enfouit l'engrai vert

Selon la **D.S.A** de la wilaya de Chlef les compagnes récoltées agrumicole (variété clémentine) années 2010-2016

Compagne récoltée	Potentiel superficie total (Ha)	Superficie récoltée (Ha)	Production récolté (Ha)	Rendement obtenu (Qx/Ha)
2010- 2011	489	420	84850	405
2012 - 2013	500	437	91290	340
2014 - 2015	549	447	113740	1440
2015 - 2016	490	436	94480	760

Informations pour notre sujet

Variété	clémentine
Climat	Semi- aride (sec et froid)
Installation	1986
Distance	6x5
Variété de porte greffe	Bigaradier
Densité de plantation	333 arbres/ha
Type de sol	Argileux limoneux
Irrigation	Fourrage et conduite forcé
Orientation de verger	Sud- nord
Précédent cultural	Terre nue

Référence bibliographique

1. **ADJDIR Z. & BENSNOUCI A., (2009).** Bilan d'une Agrumeraie, cas de la ferme pilote Moussadek Abdalkader (Remchi Wilaya de Tlemcen). Mémoire d'ingénieur, Univ. Tlemcen, 81 p.
2. **BERTIN & FLHOR, (2002).** Archive
3. **BERTIN Y. & FLHOR C., (2002).** Note technique sur la culture des agrumes. Projet d'appui aux producteurs de fruits des marquises, 17 p.
4. **BICHE M, (2012).** Les principaux insectes ravageurs des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels. Institut national de la protection des végétaux, le ministère de l'agriculture et du développement rural et FAO, 36 p.
5. **BLONDEL, (1956).** The chemical constituents of citrus fruits.
6. **BOUDI (2005) –** Vulgarisation agricole et pratiques des agrumiculteurs de la Mitidja. Institut national agronomique, El Harrach, Alger, 133 p.
7. **BOUKHALFA & BENFOUT, (1979).** Pépinière et plantations d'agrumes.
8. **Camille Jacquemont, Franck Curk, Marion Heuzet, Coord (2013).** Livre : les clémentiniers et autres petites agrumes ; (168-169-170-174-175-176-177-178) p.
9. **D.S.A** (direction des services agricoles), wilaya de Chlef (2014-2015).
10. **El-Kholi, A.F. & A.A. Hamdy. (1977).** Boron potassium interrelations hip in alfalfa plants. Egyptian Journal of Soil Science.
11. **ESCLAPONG D. R., (1975).** Les agrumes. Ed. La Somivac, Corse, n° 68, 12 p.
12. **F.A.O., (1999).** Cahier de production et protection intégrées appliqué à la culture du manguiier en Afrique soudano-sahélienne. Projet GCP/RAF, 70 p.
13. **GAUTHIER L., (2008).** Pépinière Louis Gauthier. Révision du 19/08/2008.

14. **GUPTA, U.C. & J.A. MACLEOD, (1977).** Influence of calcium and magnesium sources on Boron uptake and yield of alfalfa and rutabagas as related to soil pH. *Soil Science*, 124(5):279-284.
15. **KERBOUA M., (2002).** L'agrumiculture en Algérie. Proceeding of the Mediterranean research network on certification of citrus, (43): 21-26.
16. **LOUIS CHARLES TRABUT (1853-1929),** les hybrides du « *citrus nobilis* ».
17. **LOUSSERT R., (1989).** Les agrumes arboriculture. Ed. Technique agricoles méditerranéennes, Paris, 113 p.
18. **MOHAMMEDI-BOUBEKKA N., 2007** –Bio-systématique des Aphidae et leur place dans l'entomofaune de l'oranger dans la plaine de la Mitidja. Institut national agronomique, El Harrach, Alger, 162 p.
19. **O.N.M,** (Organisation National de la Météo).
20. **OUEDRAOGO S., (2002).** Etude diagnostique des problèmes phytosanitaires du manguier (*Mangifera indica* L.), de l'oranger (*Citrus sinensis* L.) et du mandarinier (*Citrus reticulatablanco*) dans la province du Kéné Dougou. Mémoire d'ingénieur du développement rural, Burkina Faso, 153 p.
21. **PRALORAN J. C., (1971).** Les agrumes, techniques agricoles et productions tropicale. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 561 p.
22. **QUILICI S., (2003).** Analyse du risque phytosanitaire (ARP); organisme nuisible : *Parlatoria ziziphi* sur les agrumes. 28 p.
23. **ROBERT & PRALORAN, (1971).** Citrus.
24. **REBOUR H, (1966).** Manuel de culture des Citrus pour le bassin Méditerranéen. Ed. Baillié et fils.
25. **SONATRACH, (1973).** Protection phytosanitaire en Algérie.

26. SWINGLE W.T., 1948 – Citrus industry chap. IV (the botany of Citrus and its wild relatives of the orange Subfamily). Univ. Of California Press, Berkeley and Los Angeles, 605 p.

27. Vital Rodier (1839-1904) & le frère Clément et la clémentine. (archive).

Références internet :

- Mongi Zekri
- Page de nutrition des cultures d'agrume.
- Présentation de la wilaya de Chlef sur le site officiel de la wilaya.
- RAYNAUD N., 2008 : <http://www.saveursdumonde.net/>. Dessins Clipart.
- Yara France : (contact-fr@yara.com).

Résumé

Les agrumes prennent une place importante économiquement dans notre pays.

La faible production des agrumes en Algérie peut être expliquée par l'absence de maîtrise l'utilisation des produits et des techniques culturaux par les producteurs.

La production faible et aléatoire des clémentines nous amenée à aborder un essai qui consiste a l'utilisation du Bore a différentes étapes du stade de floraison dans l'objectif d'améliorer la fécondation et du taux de fruit noué dans l'objet de l'amélioration des productions agrumicole en quantité.

Le bore a été appliqué en trois étapes différentes respectivement début floraison, pleine floraison et fin floraison.

Ce qui concerne la rentabilité des traitements, l'utilisation du bore avant floraison est le meilleur. On peut atteindre une augmentation de rendement de l'ordre de 115,27% par rapport à celle du Témoin.

Mots clés : agrumes, clémentine, Bore, floraison.