

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة مولاي الطاهر، سعيدة
Université MOULAY Tahar, Saida



N° d'Ordre

كلية علوم الطبيعة و الحياة
Faculté de Science de la nature et de vie
قسم الفلاحة و علوم التغذية
Département de agronomie/science de nutrition

Mémoire de fin d'étude de master
En Biotechnologie
Spécialité : Biotechnologie Végétale
Thème

Suivi phénologiques contrôlé des plantations d'agrumes au niveau UMTS

Présenté par :

- Mr : SAIDANI Mohamed Otmane
- Melle : BERREHAL Sara

Soutenu le :27/06/2024

Encadreur

Président

Examineur

Mr. HASNAOUI Okkacha

Mr. BOUROUAHA Mohamed

Mr .KEFIFA ABDELKRIM

Pr Université UMTS

MAA Université UMTS

MCA Université UMTS

Année universitaire 2023/2024

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A mes très chers parents , Je dédie ce mémoire a mes parents, pour Lamour qu'ils mont toujours donne , leur encouragements et toute l'aide qu'ils mont apportée durant mes études .

Aucuns mots, aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mon amour pour les sacrifices qu'ils ont consentis pour mon instruction et mon bien être.

Trouvez ici, chère mère et cher père dans ce modeste travail, le fruit de tant de dévouements et de sacrifices ainsi que l'expression de ma gratitude et de mon profond amour.

Puisse dieu leur accorder sante, bonheur, prospérité et longue vie afin que je puisse un jour combler de joie leurs vieux jours .

A ma grande sœur HIBA, je sais enfin se que sais que le bonheur d'avoir une grande sœur sur laquelle on peut compter, moi qui n'en ai jamais eu .je te dis merci et je te souhaite bonheur, réussite et prospérité.

A ma chère Amel, tu es la personne la plus incroyable que je connaisse, et la personne la plus importante dans ma vie et je veux te remercier pour tout l'amour le bonheur que tu m'apportes chaque jour , j'ai hâte de passer le reste de ma vie a tes cotés , je t'aime plus que tout .

A mon neveu ATALLAH HABIB, avoir un neveu est le plus beau cadeau qu'une sœur puisse vous faire. tes petites mains, ton enthousiasme, tes sourires, tes yeux brillants sont incomparables .Tu as apporte beaucoup de bonheur a notre famille. , Je t'aime.

A toute ma famille, aucun langage ne saurait exprimer mon respect et ma considération pour votre soutien et encouragement, je vous dédie ce travail en reconnaissance de l'amour que m'offrez quotidiennement et votre bonté exceptionnelle .que dieu le tout puissant vous garde et vous procure sante et bonheur.

Et à tous ceux que j'ai oublié

SAIDANI MOHAMED OTMANE

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail

À mes chers parents, pour leur amour infini, leur soutien indéfectible et leurs encouragements constants qui ont été la lumière guidant mon chemin tout au long de ce parcours académique.

À mes sœurs et mon frère, pour leur soutien moral, leurs précieux conseils et leur présence bienveillante qui ont enrichi mon expérience et mon apprentissage.

À mon ami Mehdi Bensira, je tiens à te dédier ce travail avec une, profonde gratitude pour ta précieuse contribution. Ta présence, ton soutien et tes conseils avisés ont été d'une aide inestimable tout au long de cette aventure académique. Merci d'avoir été là pour m'encourager, me motiver et partager tes connaissances. Ce travail porte également

une partie de ton engagement et de ton amitié, et pour cela, je t'en suis infiniment reconnaissante.

À tous les membres de club scientifique BIOLOGY'S SPIRIT, merci pour votre soutien et votre expertise.

Avec tout mon respect et ma gratitude

BERREHAL Sara

Remerciements

A MR HASNAOUI OKKACHA

Directeur de thèse

Vous nous avez fait un grand honneur
d'accepter de diriger notre mémoire .

nous vous remercions pour votre disponibilité,
votre pédagogie et pour la qualité de vos
enseignements théoriques et pratiques
tout au long de notre cursus universitaire.

Nous vous sommes reconnaissants de nous
avoir transmis votre passion de la profession
et de nous avoir fait partager l'amour d'un
travail rigoureux et de qualité. nous souhaitons
nous montrer digne de la confiance que vous nous
accordez.

Veuillez trouver ici le témoignage de notre gratitude
et de notre profond respect

A MR BOUROUHA Mohamed

Vous nous faites l'honneur de siéger parmi
notre jury de mémoire .

Nous vous remercions pour votre sympathie
et pour l'intérêt que vous avez bien voulu
porter à notre travail. Votre sagesse , l'esprit d'ouverture et
votre pédagogie

font de vous un maitre admiré et respecté

Veillez trouver ici l'expression de notre profonde
considération et nos sincères

remerciements

A MR KEFIFA Abdelkrim

Vous nous avez fait un grand honneur
d'être parmi les jury de cette mémoire .
Nous vous remercions pour votre sympathie
et pour l'intérêt que vous avez bien voulu
porter à notre travail.

Nous vous
prions de trouver dans ce travail l'expression
de notre profond respect et de nos
sincères remerciements.

Liste des abréviations

UMTS : université moulay taher saida

MADR : ministère d'agriculture et du développement rurale

INRA : institut national des recherches agronomiques

FAO : L'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture

BSV : bulletins de santé des végétaux

BBCH : Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und
Chemische Industrie

Liste des tableaux

Tableau 1: Principaux pays et zones producteurs d'agrumes en 2012 « 22 »	12
Tableau 2: Description de tous les stades de développement définis par l'échelle BBCH 1 pour les agrumes du genre Citrus « 46 »	37
Tableau 3 : La croissance des feuilles des plantes de clémentine.	65
Tableau 4: les jours de pluie pour le mois de février 2024 à Saïda.....	81

Liste des figures

Figure 1: Origines phylogéniques des limes et citrons « 5 ».....	3
Figure 2: Région d'origine, dispersion et zones de diversification des agrumes cultivés « 7 ».....	4
Figure 3: Origine de Citrus « 8 ».....	4
Figure 4: Classification des agrumes et origine génétique des Citrus cultivés « 12 »	5
Figure 5 : Représentation schématique de quelques Type de feuilles [1) Bigaradier 2) Oranger 3) Citronnier 4) Pamelos 5) Poncirus trifoliata 6) Mandarinier 7) Clémentinier « 16 »	7
Figure 6: Schéma de la fleur des agrumes « 18 ».....	7
Figure 7: inflorescence d'agrumes « 17 ».....	7
Figure 8: Coupes transversale (A) et longitudinale (B) schématiques d'une clémentine « 12 ».....	8
Figure 9: Coupe transversale du fruit de Citrus « 15 ».....	8
Figure 10: éléments qui constituent la pulpe du citrus « 19 »	9
Figure 11: Pourcentages de la production mondiale des principaux groupes d'agrumes commercialisés pour l'année 2012 « 12 »	13
Figure 12: fruit de clémentine « 20 »	14
Figure 13: fruit de nova « 20 »	15
Figure 14: fruit de Minneola (Citrus reticulata × Citrus paradisi) « 20 ».....	16
Figure 15: fruit de Valencia Late « 20 ».....	16
Figure 16: fruit de Navel « 20 »	17
Figure 17: fruit de Maltaise « 20 »	17
Figure 18: fruit de salustiana « 20 »	18
Figure 19: fruit Orange Sanguine « 20 ».....	19
Figure 20: fruit de pamplemousse « 20 »	20

Figure 21: fruit de Eureka « 20 ».....	20
Figure 22: fruit de Fino « 20 ».....	21
Figure 23: fruit de Verna « 20 »	22
Figure 24: fruit de Lime « 20 »	22
Figure 25: fruit de Citron Caviar « 28»	23
Figure 26: tache de graisse « 33 »	24
Figure 27 : mélanose « 33 »	25
Figure 28 : Racine fibreuse infecté (à gauche), racines saines (à droite). « 4 »	26
Figure 29:Taché Écorce de couleur sombre l'infection. « 4 ».....	26
Figure 30 :la moisissure brûlée.....	27
Figure 31: la chancre « 33 »	28
Figure 32:les aleurodes des agrumes « 36 »	29
Figure 33 : la mouche fructière méditerranée « 38 »	30
Figure 34 : la mineuse des agrumes « 42 ».....	31
Figure 35:Orthezia des citrus, Praelongorthezia praelonga (Hemiptera: Ortheziidae) « 42 »	32
Figure 36:Unaspis citri sur feuille « 42 »	33
Figure 37: Cochenille verte, Coccus viridis « 42 »	34
Figure 38:La cochenille australienne, Icerya purchasi « 42 »	34
Figure 39: Les différents stades phénologiques des agrumes « 1 ».....	36
Figure 40 : Les stades phénologiques des agrumes « 46 ».....	40
Figure 41: Localisation de la wilaya de Saïda « 49 ».....	43
Figure 42: Département de biologie « 49 ».	46
Figure 43: Le lieu de la plantation (cliché Saidani 2024).	47
Figure 44: Les outils du nettoyage (cliché saidani 2024).....	48
Figure 45 : L'endroit de la culture après le nettoyage (cliché Saidani 2024).....	48

Figure 46: Le traçage avec le plâtre (cliché saidani 2024).....	49
Figure 47: Le traçage avec le plâtre (cliché Saidani 2024)	50
Figure 48: Prendre des mesures de creusage (Cliché Berrehal 2024)	51
Figure 49: Tête de la foreuse (Cliché Berrehal, 2024)	52
Figure 50: Moteur de la foreuse(Cliché Berrehal, 2024)	52
Figure 51 : Les difficultés que nous avons rencontrées lors du forage(Cliché Berrehal, 2024).....	53
Figure 52 :Les difficultés que nous avons rencontrées lors du forage(Cliché Berrehal, 2024).....	54
Figure 53: Les différentes plantes qui on a plantés (Cliché Berrehal, 2024).	56
Figure 54: L'attaque de la mineuse sur la plante de Thomson (cliché berrehal 2024).....	57
Figure 55: L'attaque de la mineuse sur la plante e citronnier (cliché berrehal 2024).....	57
Figure 56: L'attaque de la chenille sur la plante de clémentine (cliche Berrehal 2024).....	58
Figure 57 : Les racines des plantes cultivées dans les sachets (Cliché Berrehal, 2024).....	59
Figure 58: Positionnement du plant (cliche Berrehal 2024).....	60
Figure 59: Pose du plant et découpe du sac plastique et l'ajout du sol rouge et du fumier (cliché Berrehal, 2024).....	60
Figure 60: Formation de la double butte at l'arrosage du plant (cliché Berrahal, 2024).....	61
Figure 61 : Graphique à barres représente les observations réalisées sur la croissance des feuilles et l'apparition des bourgeons floraux sur des plants de clémentiniers, sur une période de quatre mois.	67
Figure 62 : La croissance des feuilles des plantes Clémentiniers (Cliché Berrehal, 2024).....	68

Figure 63 : Le cycle de floraison et de fructification des clémentiniers(Cliché Berrehal, 2024).	70
Figure 64: L'attaque du puceron sur plante de clémentine(Cliché Berrehal, 2024).	71
Figure 65: L'insecticide utilisé contre les pucerons (Cliché Saidani,2024).	72
Figure 66 : Suivi phénologique des bourgeons floraux et de la floraison des deux citronniers issues de sachets (Cliché Berrehal, 2024).	73
Figure 67: Suivi phénologique des bourgeons floraux et de la floraison des deux Thomsonissus de sachets (Cliché Berrehal, 2024).	75
Figure 68 : Le développement de quelques feuilles de citronnier issue de motte (Cliché Berrehal,2024).	76
Figure 69 : Le développement des fleurs et des feuilles existantes des 2 citronniers issues des mottes (Cliché Berrehal, 2024).	77
Figure 70: Planche 7 L'apparition de nouveaux bourgeons à la mi-avril des 2 citronniers issus des mottes (Cliché Berrehal,2024).	78
Figure 71 : Planche 8 La croissance des nouveaux bourgeons des 2 citronniers issus des mottes (Cliché Berrehal ,2024).	79
Figure 72 : L'apparition et croissance des bourgeons de fleurs des Thomson issues des mottes(Cliché Berrehal, 2024).	80
Figure 73: Planche 9 La croissance des bourgeons des Thomson issues des mottes (Cliché Berrehal, 2024).	80
Figure 74: Deux des plants présentés des signes de flétrissement et de défoliation (Cliché Berrehal, 2024).	82
Figure 75: Soins aux plantes après de fortes chaleurs(Cliché Berrehal, 2024).	83
Figure 76: Planche 10 La reprise de la croissance des feuilles des Thomson après un stress hydrique(Cliché Berrehal, 2024).	85
Figure 77: Planche 11 La reprise de la croissance des feuilles des clémentines après un stress hydrique(Cliché Berrehal, 2024).	85
Figure 78: Dormance : du schéma au réel (Cliché Berrehal,2024)	86
Figure 79: Début du gonflement des bourgeons (Cliché Berrehal,2024).	87

Figure 80 : Débourrement d'un jeune rameau de citronnier (Cliché Berrehal,2024)	87
Figure 81: Boutons floraux avant éclosion (Cliché Berrehal, 2024).....	88
Figure 82: Le stade bouton blanc du schéma au réel (Cliché Berrehal, 2024).....	89
Figure 83: Les fleurs forment un ballon creux (Cliché Berrehal, 2024)	89
Figure 84:Début de la floraison (Cliché Berrehal, 2024)	90
Figure 85 : La majorité des pétales sont tombés (Cliché Berrehal, 2024).....	91
Figure 86: La fin des fleurs (Cliché Berrehal, 2024).....	91
Figure 87 : L'apparition des fruits et le début de leur développement (Cliché Berrehal, 2024)	92
Figure 88: Jeunes pousses d'un citronnier (Cliché Berrehal, 2024).....	94
Figure 89: Bouton florales d'un clémentinier (Cliché Berrehal, 2024).....	94
Figure 90: Un petit bourgeon floral d'un citronnier(Cliché Berrehal, 2024)	94
Figure 91: Petites fleurs blanches formées d'un Thomson (Cliché Berrehal, 2024).....	94
Figure 92: Citronnier témoin (Cliché Berrehal, 2024).	95
Figure 93: L'apparaitre et l'éclosion des fleurs de citronnier témoin (Cliché Berrehal, 2024)	99
Figure 94: Des nouvelles pousses feuillues de citronnier témoin (Cliché Berrehal, 2024).....	100

Résumé

Ce mémoire de fin d'études présente les résultats d'un suivi phénologique contrôlé des plantations d'agrumes (citronniers, clémentiniers et Thomson) réalisé au sein de l'Université de Saïda, en Algérie. Des analyses phénologiques approfondies ont été réalisées pendant plusieurs mois (de mars à Juin). L'objectif principal était d'évaluer le développement de ces cultures dans un environnement semi-aride caractérisé par l'aridité, un faible cumul de pluies et des sols argileux.

Les observations minutieuses ont mis en lumière les défis posés par ces conditions situationnelles difficiles, se traduisant par un ralentissement et une hétérogénéité du développement végétatif et reproducteur des plantes. Chez les clémentiniers, la longueur moyenne des feuilles variait entre 2,9 cm et 3,32 cm selon les individus entre le 20 février et le 22 avril 2024. Pour les citronniers issus de sachets, les premières fleurs sont apparues dès début avril, tandis que ceux repiqués en mottes ont connu un retard, avec les premières fleurs se manifestant fin avril-début mai. Cependant, des interventions culturales appropriées, telles que l'apport de fer, une gestion optimale de l'irrigation et le paillage du sol, se sont avérées cruciales pour atténuer les effets du stress environnemental et favoriser la reprise de la croissance.

Les résultats soulignent l'importance de prendre en compte les différences entre les individus et les espèces, liées à des facteurs génétiques, micro locaux et aux stades de développement initial, afin d'adapter judicieusement les pratiques agricoles.

En définitive, cette étude offre un aperçu précieux des limites fonctionnelles régissant le développement des agrumes en milieu stressant, et met en évidence la nécessité d'adopter une approche globale et adaptée pour assurer une croissance et une productivité durables dans des environnements contraignants. Des valeurs phénologiques précises, telles que les moyennes de croissance des feuilles et l'apparition des fleurs, viennent étayer les observations.

Mots clés :

Les agrumes, citronniers, clémentiniers, Thomson, Citrus limon, Citrus sinensis, Citrus reticulata, suivie phénologique, transplantation, adaptation, stress.

Abstract

This thesis presents the results of a controlled phenological monitoring of citrus plantations (lemon, clementine and Thomson) carried out at the University of Saida, Algeria. Extensive phenological analyses were carried out over several months (from March to June). The main objective was to assess the development of these crops in a semi-arid environment characterized by aridity, low rainfall accumulation and clay soils.

Careful observations have highlighted the challenges posed by these difficult situational conditions, resulting in a slowdown and heterogeneity of plant vegetative and reproductive development. In clementines, the average leaf length varied between 2.9 cm and 3.32 cm between February 20 and April 22, 2024. For lemon trees from sachets, the first flowers appeared at the beginning of April, while those transplanted into clods were delayed, with the first flowers manifesting in late April-early May. However, appropriate cropping interventions, such as iron intake, optimal irrigation management and soil mulching, have been shown to be crucial in mitigating the effects of environmental stress and fostering growth recovery.

The results highlight the importance of taking into account differences between individuals and species, linked to genetic, micro-local and early developmental factors, in order to adapt agricultural practices wisely.

Ultimately, this study offers a valuable insight into the functional limitations governing the development of citrus fruits in stressful environments, and highlights the need for a comprehensive and responsive approach to sustainable growth and productivity in constraining environments.

Precise phenological values, such as leaf growth averages and flower emergence, support the observations.

Keywords: Citrus, lemon, clementine, Thomson, Citrus limon, Citrus sinensis, Citrus reticulata, followed phenological, transplantation, adaptation, stress.

ملخص

تقدم هذه الأطروحة نتائج المراقبة الفرينولوجية الخاضعة للرقابة لمزارع الحمضيات (الليمون والكلمنتين وتومسون) التي أجريت في جامعة سعيدة بالجزائر. وأجريت تحليلات فينولوجية واسعة النطاق على مدى عدة أشهر (من آذار/مارس إلى حزيران/يونيه). وكان الهدف الرئيسي هو تقييم تطور هذه المحاصيل في بيئة شبه قاحلة تتسم بالجفاف وتساقط الأمطار المنخفض والتربة الطينية.

أبرزت الملاحظات الدقيقة التحديات التي تفرضها هذه الظروف المناخية الصعبة، مما أدى إلى تباطؤ وتباين نمو النباتات النباتية والإنجابية. في الكلمنتين، تفاوت متوسط طول الأوراق بين 2.9 سم و 3.32 سم بين 20 فبراير و 22 أبريل 2024. بالنسبة لأشجار الليمون من الأكياس، ظهرت الزهور الأولى في بداية أبريل، بينما تأخرت تلك التي تم زرعها في القضب، مع ظهور الزهور الأولى في أواخر أبريل وأوائل مايو. ومع ذلك، فقد تبين أن التدخلات الزراعية المناسبة، مثل تناول الحديد، وإدارة الري على النحو الأمثل، ونشارة التربة، لها أهمية حاسمة في التخفيف من آثار الإجهاد البيئي وتعزيز انتعاش النمو.

تسلط النتائج الضوء على أهمية مراعاة الاختلافات بين الأفراد والأنواع، المرتبطة بالعوامل الجينية والمحلية الدقيقة والعوامل التنموية المبكرة، من أجل تكييف الممارسات الزراعية بحكمة.

في النهاية، تقدم هذه الدراسة نظرة ثاقبة قيمة للقيود الوظيفية التي تحكم تطوير الحمضيات في البيئات المجهدة، وتسلط الضوء على الحاجة إلى نهج شامل وسريع الاستجابة للنمو والإنتاجية المستدامين في البيئات المقيدة. تدعم القيم الفيلوجية الدقيقة، مثل متوسطات نمو الأوراق وظهور الزهور، الملاحظات.

الكلمات الرئيسية:

الحمضيات، الليمون، الكلمنتين، طومسون، ليمون الحمضيات، سيتروس سينينسيس، شبكية الحمضيات، تبع ذلك علم الفريولوجيا، الزرع، التكيف، الإجهاد.

Table des matières

CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LES AGRUMES	3
I.1. Historique et l'origine des agrumes :	3
I.2. Taxonomie des agrumes :	4
I.3. La morphologie des agrumes :	6
I.3.1. La partie souterraine :	6
I.3.2. La partie aérienne :	6
I.3.2.1. La charpente :	6
I.3.2.2. Les branches charpentières :	6
I.3.2.3. Les feuilles :	6
I.3.2.4. La fleur :	7
I.3.2.5. Le fruit (Morphologie et anatomie):	7
I.4. Exigences pédoclimatiques :	9
I.4.1. Le sol :	9
I.4.2. Les températures :	10
I.4.3. L'eau :	10
I.4.4. Le vent :	10
I.4.5. L'humidité :	10
I.5. Production des agrumes :	11
I.5.1. Dans le monde :	11
I.5.2. En Algérie :	13
I.6. Principales variétés d'agrumes :	14
I.6.1. Petits agrumes :	14
I.6.1.1. Clémentine :	14
I.6.1.2. Nova (<i>Citrus reticulata</i>): cousine de la Clémentine :	15
I.6.1.3. Minneola (<i>Citrus reticulata</i> × <i>Citrus paradisi</i>):	16
I.6.2. Orange:	16
I.6.2.1. Valencia Late:	16
I.6.2.2. Navel :	17
I.6.2.3. Maltaise :	17
I.6.2.4. Salustiana :	18
I.6.2.5. Orange Sanguine :	18
I.6.3. Pamplemousse :	19

I.6.4. Citron :	20
I.6.4.1. Eureka :	20
I.6.4.2. Fino :	21
I.6.4.3. Verna :	21
I.6.4.4. Limes :	22
I.6.4.5. Citron Caviar :	23
I.7. Les maladies et les ravageurs des agrumes :	23
I.7.1. Les Maladies courantes des agrumes :	23
I.7.1.1. Tache grasse :	23
I.7.1.2. La mélanose :	24
I.7.1.3. La pourriture de la racine :	25
I.7.1.4. Moisissure brûlée :	26
I.7.1.5. Chancre des agrumes :	27
I.7.2. Les ravageurs :	28
I.7.2.1. Les aleurodes :	28
I.7.2.2. Lutte :	29
I.7.2.3. La mouche fruitière de la Méditerranée :	29
I.7.2.3.1. Lutte :	30
I.7.2.4. La mineuse des agrumes :	30
I.7.2.4.1. Lutte :	31
I.7.2.5. Les cochenilles :	31
I.7.2.5.1. L'Orthezia des citrus, <i>Praelongorthezia praelonga</i> (Hemiptera: Ortheziidae):	31
I.7.2.5.2. La cochenille blanche des agrumes, <i>Unaspis citri</i> (Coccoidea : <i>Diaspididae</i>) :	32
I.7.2.5.3. Cochenille verte, <i>Coccus viridis</i> :	33
I.7.2.5.4. La cochenille australienne, <i>Icerya purchasi</i> :	34
Chapitre II : LA PHENOLOGIES DES AGRUMES.....	35
II.1. La phénologie :	35
II.2. Le cycle évolutif des agrumes.....	35
II.2.1 . Période de jeunesse et de croissance :	35
II.2.2 Période de production, de reproduction et de maturité :	36
II.2.3. La décrépitude et la vieillesse ou sénescence :	36
II.3 Les différents stades phénologiques des agrumes :	37

Partie 2 : Chapitre I : MATERIELS ET METHODES	42
I.1. L'objectif du mémoire :.....	42
I.2. Présentation de la région d'étude :	42
I.3. Les caractéristique naturelles et géographiques :.....	43
I.3.1. Climat :.....	43
I.3.2. Précipitation :	43
I.4. La potentialité naturelle de la wilaya de Saida :.....	44
I.5. La potentialité agricole :.....	44
I.6. Présentation du site expérimental :.....	45
I.7. Matériel et méthode :.....	46
I.7.1. Choix du lieu de plantation :	46
I.7.2. Nettoyage du lieu e plantation :	47
I.7.3. Le traçage du lieu de plantation :	49
I.7.4. Le creusage des fausses :.....	50
I.7.5. Plantation :	54
I.7.5.1. Le matériel végétal : (Fig. 52).....	54
I.7.5.1.1. Citronnier des 4 saisons:	54
I.7.5.1.2. Thomson navel (<i>Citrus sinensis</i>) :.....	55
I.7.5.1.3. Clémentine : <i>Citrus reticulata</i>	55
I.7.5.2. Les principales maladies des agrumes :	56
I.7.5.2.1. - La mineuse :.....	56
I.7.5.2.2. La chenille :.....	57
I.8. Caractéristiques des plantes retenues dans la plantation :.....	58
I.9. La plantation :.....	59
I.10. L'arrosage des plantes :.....	62
CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION	
II.1 Résultats	64
II.1.1 Développement végétatif des clémentiniers	64
II.1.2 L'attaque des insectes sur les plantes clémentines	70
II.1.3 Le développement et la floraison des citronniers et Thomson.....	72
II.1.3.1 Les plants issus de sachets	72
II.1.3.2 Les plants issus des mottes	75

II.1.4 Procédure d'arrosage adaptée aux conditions météorologiques et au type de sol	81
II.1.5 Interventions de renforcement des plantes suite aux effets d'une vague de chaleur.....	82
II.1.6 Reprise de la croissance végétative après un stress hydrique	84
II.1.7 Application de l'échelle BBCH pour l'étude de développement des fruits des agrumes	86
II.2 Discussion.....	93
II.2.1 Les raisons, les effets et les avantages de l'incorporation du fumier	93
II.2.2 Première observation des plantes (30/01/2024).....	93
II.2.3 Analyse comparée du développement végétatif entre les clémentiniers	95
II.2.3.1 Facteurs influençant la vigueur et la vitesse de croissance	95
II.2.3.2 Hétérogénéité observée et ses causes possibles	96
II.2.4 Comparaison entre les plants cultivés en sachets et ceux transplantés en mottes.....	96
II.2.4.1 Différences liées à l'état des racines	96
II.2.4.2 Comparaison du développement végétatif	97
II.2.4.3 Comparaison du développement reproducteur	97
II.2.5 Effet du stress de transplantation.....	97
II.2.6 Le développement de la santé et de la vitalité du citronnier témoin pendant la période de suivi	98
Conclusion et Perspectives d'amélioration	103
Bibliographie	105

Introduction

Introduction

Le mot « agrume » fait référence à une famille d'arbres fruitiers à feuilles persistantes qui produisent des fruits en hiver « 1 ».

La famille des Rutacées comprend les genres Citrus, Poncirus et Fortunella. Le genre Citrus est le plus important car il est représenté par l'oranger, le citronnier, le mandarinier, le clémentinier, le pomelo, le bigaradier et le cédratier « 2 ».

L'agrumiculture est l'un des principaux secteurs de l'économie internationale parmi toutes les cultures arboricoles et leur importance socio-économique dans le monde. Devant les bananes et les raisins, elle est l'une des trois premières productions fruitières au monde en termes de tonnage « 1 ».

L'Algérie est l'un des principaux pays producteurs d'agrumes en Méditerranée, avec une superficie de 45000 hectares. Cependant, la production nationale n'a cessé de diminuer ces dernières années. Effectivement, la quantité a augmenté de 5.208.630 quintaux en 1975/1976 à 4.699.600 quintaux en 2001/2002. La production diminue principalement en raison du vieillissement des vergers datant de l'époque coloniale et de la dégradation phytosanitaire causée par les multiples attaques de bioagresseurs « 3 ».

La culture des agrumes présente toutefois des défis majeurs, liés aux contraintes climatiques, aux maladies et aux ravageurs, à la concurrence internationale, aux exigences des consommateurs et aux normes environnementales. Pour faire face à ces enjeux, les producteurs doivent adopter des pratiques culturales adaptées, qui permettent d'optimiser la production et la qualité des fruits, tout en respectant les ressources naturelles et la biodiversité. Parmi ces pratiques, le suivi phénologique contrôlé de la plantation d'agrumes est un outil indispensable, qui consiste à observer et à enregistrer les stades de développement des arbres et des fruits, en fonction des facteurs climatiques et des interventions humaines. Le suivi phénologique contrôlé permet de connaître les besoins physiologiques des agrumes, de planifier les opérations culturales, de prévenir les risques sanitaires, de prévoir les rendements et la qualité des fruits, et d'évaluer l'impact des pratiques agricoles sur l'environnement.

L'objectif de ce travail est de présenter les principes, les méthodes et les applications du suivi phénologique contrôlé de la plantation d'agrumes, à partir

d'une revue bibliographique et d'une étude de cas réalisée dans une exploitation agrumicole en UTMS. Le site retenu pour ce type de travail présente quelques conditions stationnelles principalement celles qui sont liées aux conditions climatiques avec une aridité et un cumul de pluies faible et la nature du sol qui est globalement argileuse. Les résultats de ce travail nous permettront de connaître les limites fonctionnelles qui régissent le développement des rutaceae en milieu stressant.

SYNTHESE BIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LES AGRUMES

I.1. Historique et l'origine des agrumes :

Les agrumes proviennent du sud-est asiatique. Selon plusieurs légendes, la culture a plus de 4000 ans. Ils sont d'abord cultivés pour leur parfum, puis pour leurs fruits « 4 ». Les lectures bibliographiques révèlent les origines de quelques variétés du genre *Citrus*. De ce fait on peut retenir les diversifications suivantes (Fig. 01) .

Le Nord-Est de l'Inde, dans les régions voisines de la Birmanie et de la Chine, aurait été l'endroit où la variété de (*Citrus=C*) *C. medica* a été diversifiée et où *C. aurantifolia*, *C. limon*, *C. aurantium* et *C. sinensis* ont vu le jour.

– On pense que *C. grandis* est originaire de la Malaisie et de l'Indonésie ; la diversification de *C. reticulata* serait dans le Vietnam, le Sud de la Chine et le Japon.



Figure 1: Origines phylogéniques des limes et citrons « 5 »

La diffusion mondiale des agrumes s'est faite très lentement. La première espèce connue en Europe était le cédratier vers la moitié du XII^e siècle, le bigaradier, le citronnier et l'oranger ont été introduits dans le bassin méditerranéen, et le mandarinier au XIX^e siècle. Pour ces trois dernières espèces, le bassin méditerranéen est désormais une zone de production importante. Vers le XIV^e siècle, les commerçants arabes et hindous ont introduit les agrumes en Afrique de l'Est « 6 » .

Figure 2: Région d'origine, dispersion et zones de diversification des agrumes cultivés « 7 »

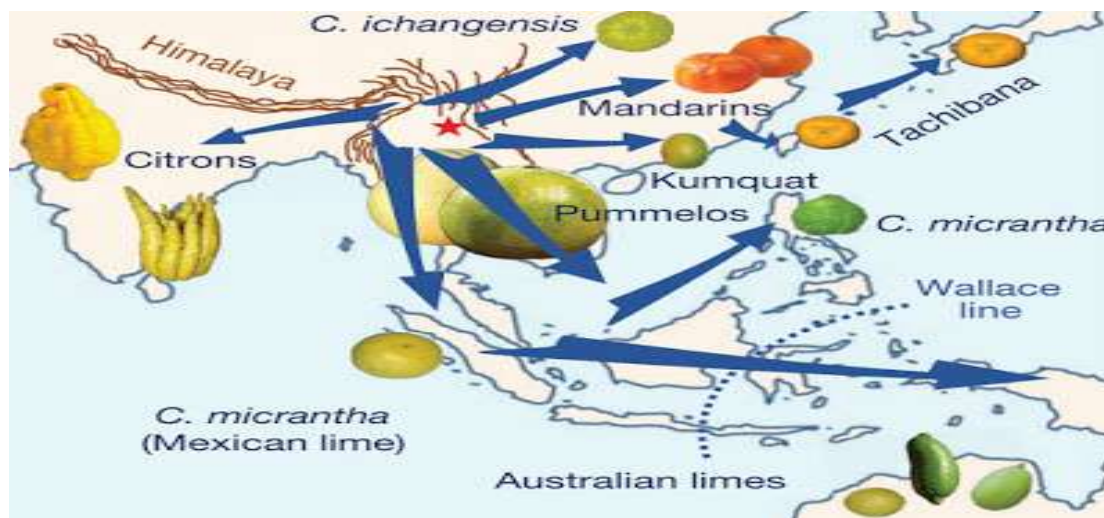


Figure 3: Origine de Citrus « 8 »

La fig.3 montre l'origine du genre Citrus et sa répartition à travers le monde. On note aussi la diversification des variétés du genre.

I.2. Taxonomie des agrumes :

La famille des Rutaceae comprend 1600 espèces et 160 genres d'agrumes dans sept sous-familles. Les agrumes sont considérés comme faisant partie de la sous-famille des Aurantioideae, ce qui suscite un certain débat. À la fin des années 60, il y avait beaucoup de discussion sur la classification des agrumes. Les travaux de Tanaka (1961) « 9 » révèlent l'existence de 156 espèces, tandis que Swingle et Reece (1967) « 10 » ne trouvent que 16 espèces. En effet, Swingle et Reece (1967) « 10 » affirment que les agrumes sont bien intégrés dans cette sous-famille. Les Clauseneae sont deux tribus de cette sous-famille qui sont plus anciennes que les Citreae, la deuxième sous-tribu. Les agrumes font partie de la tribu Citreae, qui compte trois sous-tribus, y compris celle des Citrineae. Trois groupes font partie de cette sous-tribu, dont celui qui nous intéresse est celui des « agrumes vrais ». Il y a six variétés de plantes qui composent ce dernier groupe : *Citrus*, *Clymenia*, *Fortunella*, *Poncirus*, *Eremocitrus* et *Microcitrus*, sont considérés comme des espèces distinctes du genre *Citrus* plutôt que des genres connexes. Les quatre grands taxons ancestraux du genre *Citrus* sont *Citrus micrantha*, *Citrus medica*, *Citrus reticulata* et *Citrus maxima*, qui sont responsables de la plupart des espèces d'agrumes cultivées. Le plus large éventail

de variétés de plantes est connu sous le nom de citrus, qui comprend des variétés telles que les citrons, les cédrats, les mandarines, les limes, les pomelos, les bigarades, etc « 11 » .

La fig.4 montre l'origine et la diversité des agrumes. Les principales variétés sont présentes.

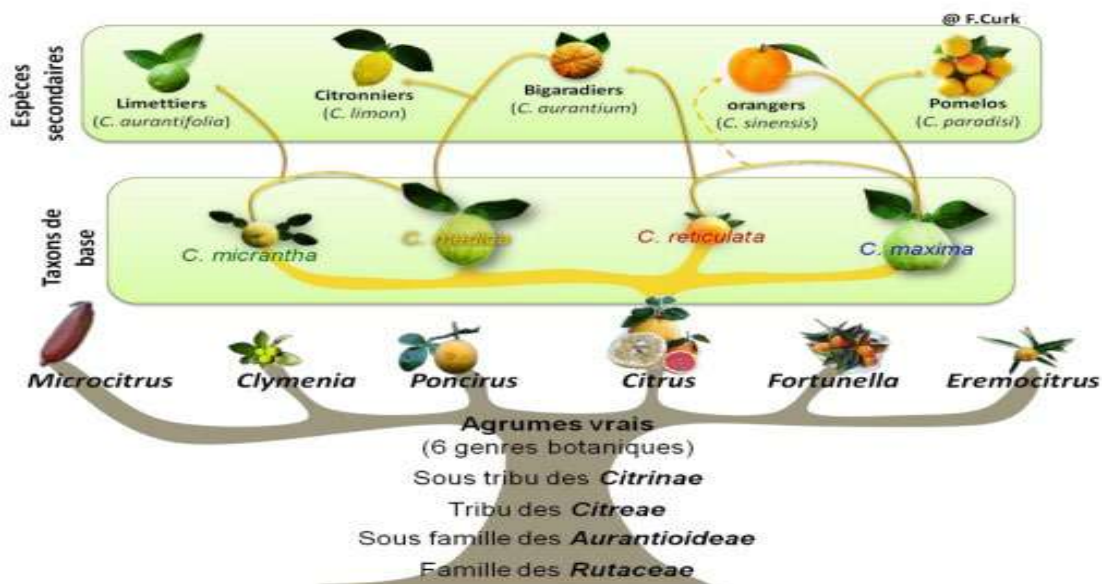


Figure 4: Classification des agrumes et origine génétique des Citrus cultivés « 12 »

Le pedigree de la famille des Rutaceae montre la diversité des différents considérés comme vrais et les variétés qu'on rencontre dans notre vie quotidienne. Là on se base globalement sur le genre Citrus, considéré comme genre multispécifique et qui présente un intérêt socio-économique certain. On retrouve les variétés suivantes :

- Cédratier (*Citrus medica*) : connu pour ses gros fruits.
- Citronnier (*Citrus limon*) : riche en acide citrique et en vitamines antiscorbutiques.
- Pamplemousses (*Citrus maxima*) : originaires de Polynésie et de Malaisie.
- Lime (*Citrus aurantiifolia*) : aux fruits très acides et riches en vitamine C.

- Grapefruits ou pomelos (*Citrus paradisi*) : issus d'une mutation de pamplemoussier ou de son hybridation avec un oranger « 13 » .

I.3. La morphologie des agrumes :

Les agrumes sont des petits arbres de 10 mètres de hauteur. À l'exception du genre poncirus, leur frondaison est généralement dense et leurs feuilles sont persistantes « 14 » .

I.3.1. La partie souterraine :

Les agrumes ont un système racinaire superficiel, qui se localise à 1 mètre de profondeur mais peut s'étendre jusqu'à 6 mètres latéralement, ce qui explique la forte sensibilité des agrumes à la sécheresse.

Les racines principales : qui assurent la fonction d'ancrage de l'arbre. Les racines secondaires ; dont l'importance dépend généralement du porte greffe, assurent la nutrition de l'arbre. « 14 »

I.3.2. La partie aérienne :

I.3.2.1. La charpente :

Globalement les variétés qui se trouvent sur nos étalages commerciaux sont greffées. Dans ce cadre il y a le porte greffe et le greffon. Le porte greffe présente certaines caractéristiques principalement celles liées à la résistance aux maladies. La variété choisie sera greffée sur le tronc, situé à environ dix centimètres du sol. La structure de la plante présente le tronc et les branches. Le tronc est généralement et se bifurque en branches de premier, deuxième degré etc.

I.3.2.2. Les branches charpentières :

Émergent du tronc et sont petites, s'étendant jusqu'à trois ou quatre branches. Elles produiront des rameaux végétatifs et fructifères.

I.3.2.3. Les feuilles :

Présentent des formes et des tailles très variées selon les espèces et les variétés, ainsi que selon l'âge et la taille. Les feuilles de citronnier sont plus larges et plus grandes, plus claires que celles d'oranger, ovales et d'un vert sombre « 15 »

La Fig.5 montre les formes schématiques de différentes variétés.

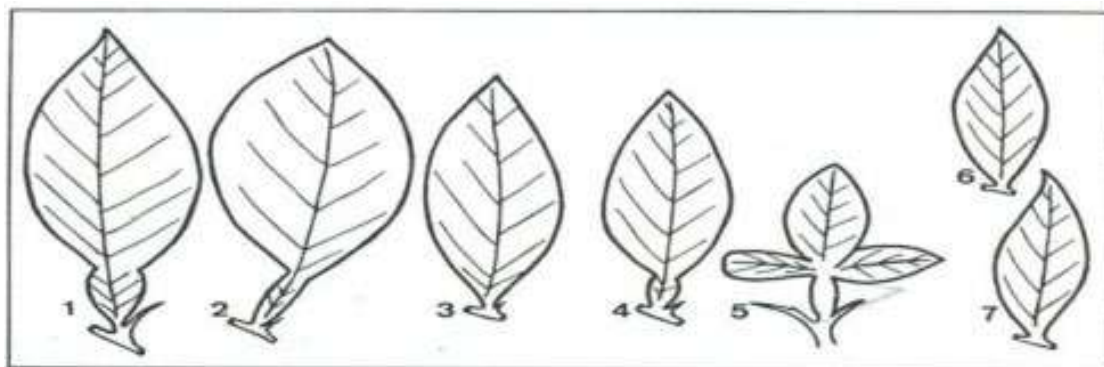


Figure 5 : Représentation schématique de quelques Type de feuilles [1] Bigaradier 2) Oranger 3) Citronnier 4) Pampelo 5) Poncirus trifoliata 6) Mandarinier 7) Clémentinier « 16 »

I.3.2.4. La fleur :

Les agrumes ont des fleurs hermaphrodites, axillaires ou terminaux, solitaires ou en corymbe. Le temps de floraison varie selon l'espèce et le climat. En général, les fleurs sont de couleur blanche avec quatre à cinq pétales imbriqués et une odeur très forte.



Figure 7: inflorescence d'agrumes « 17 »

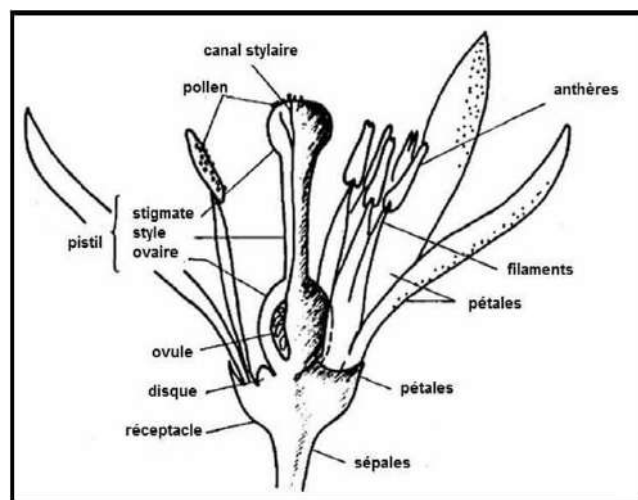


Figure 6: Schéma de la fleur des agrumes « 18 »

I.3.2.5. Le fruit (Morphologie et anatomie):

Il dépend également de l'espèce et de la variété en termes de coloration, de forme, de taille, de jus et de maturité.

Il est composé de zones où se trouvent des petites vésicules extrêmement juteuses. Les critères de qualité essentiels du fruit comprennent le nombre de pépins, l'acidité, le taux de sucre et la fraction de jus (Fig. 8). «14»

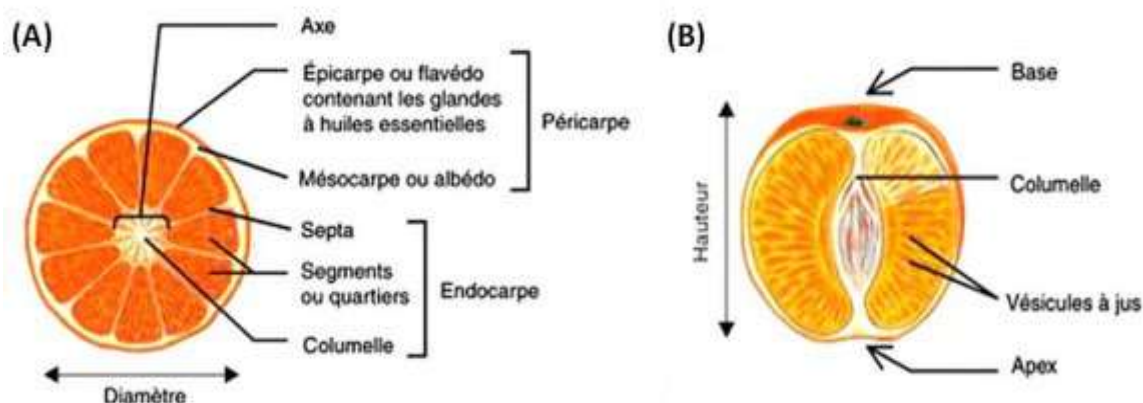


Figure 8: Coupes transversale (A) et longitudinale (B) schématisques d'une clémentine « 12 »

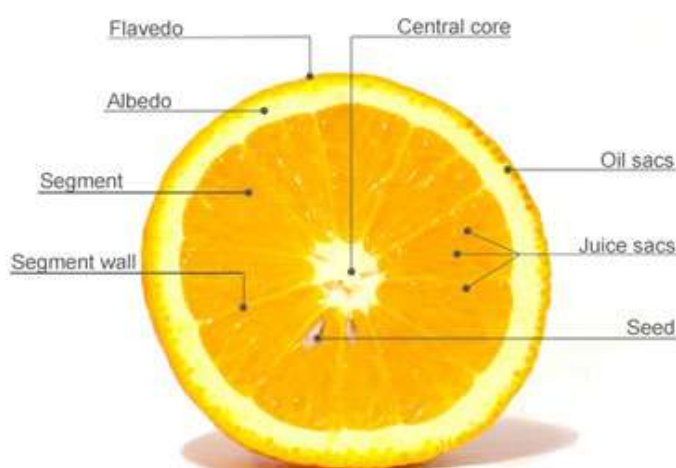


Figure 9: Coupe transversale du fruit de Citrus « 15 »

La Fig.9 montre la structure du fruit d'une rutaceae. Sur le plan de la structure générale on retrouve les mêmes éléments (structure identique) néanmoins des différences sur les dimensions, les formes, les couleurs et les goûts existent en passant d'une espèce à une autre.

De façon générale le fruit est composé de deux parties : la peau, également connue sous le nom de péricarpe, et la pulpe, également connue sous le nom d'endocarpe (Fig. 10). Le péricarpe est constitué d'un épicarpe qui représente le flavédo et d'un mésocarpe qui représente l'albédo. La partie externe colorée (vert,

jaune, orange...) du flavédo contient les glandes à huiles essentielles. La partie interne de la peau composée de tissus spongieux blanchâtre est représentée par l'albédo. L'axe central du fruit (columelle) se trouve au milieu de l'endocarpe et est entouré par les segments. Ces derniers sont constitués de sacs à jus ou de vésicules à jus. « 15 »

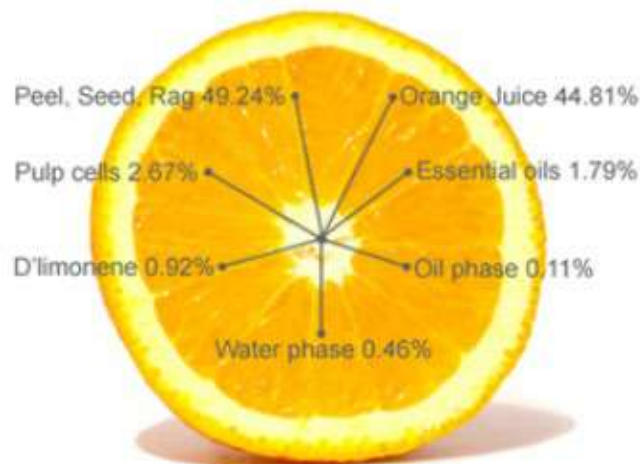


Figure 10: éléments qui constituent la pulpe du citrus « 19 »

Quant à la composition chimique une différence nette existe entre les variétés. La fig. 10 nous donne les principaux éléments qui constituent la pulpe d'une *Rutaceae*

I.4. Exigences pédoclimatiques :

Les Rutaceae exigent certaines conditions pour leur bon développement. Ces dernières peuvent être comme suit :

- composition du sol,
- températures,
- eau.

A côté de cela quelques paramètres peuvent être néfaste pour le bon développement de ces plantes.

I.4.1. Le sol :

- Selon Loussert (1989), un bon sol pour les agrumes doit avoir :

- Une perméabilité de 10 à 30 cm/h.
- Le ph du sol doit être entre 6 et 7.
- La plantation doit avoir un écart de 4 ou 5 mètres.
- Le taux de calcaire est de 5 à 10 %.
- Une quantité suffisante de P₂O₅ et de K₂O assimilables « 15 »

I.4.2. Les températures :

À condition qu'ils soient suffisamment nourris en eau, les agrumes sont sensibles à toutes les températures inférieures à 0°C, mais ils peuvent également supporter des températures élevées supérieures à 30°C. Les températures annuelles idéales sont d'environ 14°C. La moyenne des températures hivernales est de 10°C et la moyenne des températures estivales est de 22°C « 15 » .

I.4.3. L'eau :

Les agrumes nécessitent beaucoup d'eau. Pour que le cycle de culture se déroule correctement dans le bassin méditerranéen, il est nécessaire d'avoir une moyenne de 1200 mm par an. Les agrumes sont sensibles à la salinité et craignent la stagnation d'eau qui cause l'asphyxie des racines et la maladie de gommose pour les portes greffée sensibles « 1 » .

I.4.4. Le vent :

Les vents violents et froids font tomber des fleurs, des fruits, des feuilles et même dégagent les rameaux. Il cause de graves dommages, en particulier pendant la chute biologique et la récolte « 1 ».

I.4.5. L'humidité :

Elle semble avoir peu d'effet sur le comportement des agrumes. Cependant, elle présente des risques pour la croissance de certains parasites ainsi que la fumagine et les moisissures. Les cochenilles et d'autres ravageurs peuvent former de grandes colonies. La respiration intense du végétal est causée par une faible humidité, ce qui augmente la demande d'eau du végétal « 15 »

I.5. Production des agrumes :

I.5.1. Dans le monde :

Selon Loussert (1989) les agrumes représentent une production importante dans le monde en terme de quantité, de qualité et de variété et sont donc considérés comme les fruits les plus vendus dans le monde. « 16 »

Voici quelques chiffres récents concernant la production d'agrumes dans différents pays et régions:

Totale de la production mondiale d'agrumes (2019-2020): Il y a 37,3 millions de tonnes d'agrumes produites dans le monde, quels que soient les espèces.

- Cette production est composée de 67 % de la Méditerranée, de 6 % de l'Amérique du Sud et de 18 % de l'Asie.

Les 10 pays qui produisent le plus d'agrumes (2019) :

- La Chine est le principal producteur global d'agrumes, avec une production de 22000 000 tonnes.

- L'Espagne, l'Égypte, la Turquie, le Brésil, le Japon, le Maroc, les États-Unis, l'Italie et la Corée du Sud suivent.

Les exportations d'agrumes à l'échelle mondiale (2019-2020) sont estimées à 4,4 millions de tonnes. « 20 » .

- Ces exportations proviennent principalement de la Méditerranée (69 %), tandis que l'Amérique du Sud et l'Asie apportent respectivement 8 % et 21 %.

Les 10 principales nations exportatrices d'agrumes (2019) sont l'Espagne, la Turquie, la Chine, le Pakistan, le Maroc, l'Afrique du Sud, le Pérou, le Chili, la Grèce et la Palestine.

Dans certains pays, on observe une augmentation de la production locale d'agrumes, tels que les tangerines, les tangelos et d'autres petits agrumes, en particulier en Californie, en Floride et en Arizona. « 20 » .

Au cours de la saison agricole 2023-2024, la production d'agrumes en Algérie a connu une augmentation pour atteindre plus de 18 millions de quintaux (soit plus de 1,8 million de tonnes) « 21 » .

Les agrumes sont cultivés dans plus de 100 pays à travers le monde, avec une superficie de plus de 3 millions d'hectares. La majorité de la production est produite dans l'Hémisphère Nord, représentant environ 70% de la production totale. Le Brésil, les pays du bassin méditerranéen, la Chine, les États-Unis et l'Inde sont les principales nations productrices d'agrumes « 22 » .

Tableau 1: Principaux pays et zones producteurs d'agrumes en 2012 « 22 »

Régions de production	Production (Tonnes)	Part de la production Mondiale(%)
Chine	31 700 000	24.1
Bassin méditerranéen	22 600 263	17.2
Brésil	20 258 500	15.4
Etats unis	10 619 500	8.1

Le volume mondial de production d'agrumes, toutes espèces confondues, est de plus de 110 millions de tonnes par an, sur une superficie d'environ 7,5 millions d'hectares. La production totale d'agrumes est constituée d'environ 60 % d'oranges. Le volume mondial est composé de 23 % de tangerines, de mandarines, de clémentines et de satsumas. La production annuelle de citrons et de limes, ainsi que de pamplemousses et de pomelos est d'environ 13,7 millions de tonnes « 23 » .

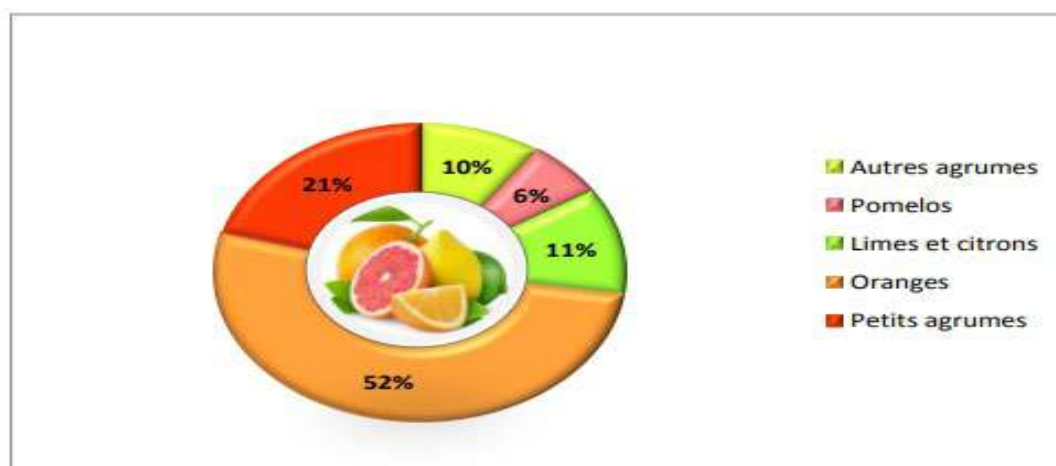


Figure 11: Pourcentages de la production mondiale des principaux groupes d'agrumes commercialisés pour l'année 2012 « 12 »

I.5.2. En Algérie :

Le développement des agrumes en Algérie joue un rôle essentiel dans la nouvelle politique agricole du pays, en prenant en compte les avantages pédoclimatiques des différentes régions agricoles algériennes.

Ces dernières années, la production d'agrumes en Algérie a connu une évolution favorable. La production est estimée à 1,8 million de tonnes pour la saison agricole 2023-2024, ce qui constitue une augmentation importante par rapport à la saison précédente. L'augmentation des surfaces consacrées à la production d'agrumes explique notamment cette performance, avec une augmentation de 5 000 hectares par an ces dernières années « 24 ».

De plus, la branche des agrumes a connu un certain dynamisme dans les wilayas du sud, telles qu'El Oued, El Menia et Ouargla, qui ont joué un rôle essentiel dans cette hausse de la production nationale. La production est classée en tête par la wilaya de Blida avec 4 millions de quintaux, suivie de Chlef avec 1,7 million et de Mostaganem avec 1,5 million de quintaux « 24 ».

En 2023, le secteur des agrumes a connu un rebond spectaculaire après une année difficile en 2022, marquée par des conditions climatiques extrêmes. En particulier, l'adoption massive des techniques d'irrigation au goutte-à-goutte et de

l'agriculture intensive a permis une augmentation de la production nationale de 60 à 70% « 6 » .

I.6. Principales variétés d'agrumes :

On peut citer parmi les principales espèces et variétés d'agrumes actuellement disponibles sur le marché les suivantes :

I.6.1. Petits agrumes :

I.6.1.1. Clémentine :

Ce fruit a été créé à Oran (Messereghine) par le Père Clément d'où son nom.

Il est possible que ce groupe de variétés ait été créé par une hybridation entre *Citrus deliciosa* et une orange. En Méditerranée, son succès est remarquable en raison des caractéristiques intrigantes des fruits (pas de pépins dans les plantations pures, une bonne coloration et une bonne saveur) et de la longue période de commercialisation. En effet, les différentes variétés de clémentines peuvent être trouvées sur les marchés de l'hémisphère nord de la fin septembre à la fin février, grâce à des cultivars tels que Marisol, Oroval, Oronules, Nules, Commune ou Fine, Hernandine, Nour, etc « 20 » .



Figure 12: fruit de clémentine « 20 »

I.6.1.2. Nova (*Citrus reticulata*): cousine de la Clémentine :

Ce fruit de taille moyenne est disponible sur les marchés de mi-novembre à janvier et est le fruit d'un croisement de clémentine commune et de Tangelo. Son épiderme est intéressant en raison de sa coloration prononcée, de sa pulpe qui est d'un orange profond, tendre et juteuse, sans pépins et avec une saveur sucrée et peu acide. Cependant, le fruit doit être cueilli rapidement pour éviter que son épiderme ne se gonfle. Il est répandu dans de nombreuses régions en Espagne (Clemenvilla), en Palestine (Suntina) et au Maroc « 20 » .



Figure 13: fruit de nova « 20 »

I.6.1.3. Minneola (*Citrus reticulata* × *Citrus paradisi*) :



Figure 14: fruit de Minneola (*Citrus reticulata* × *Citrus paradisi*) « 20 »

Ce gros fruit rond, hybride de mandarine et de pomelo, se distingue par des excroissances prononcées sur sa partie supérieure. L'épiderme très lisse est d'un rouge orange intense. La saveur particulière de la pulpe, qui contient peu de pépins. La majorité de cette variété est cultivée en Palestine et en Turquie « 20 » .

I.6.2. Orange:

I.6.2.1. Valencia Late:

C'est une autre variété tardive de l'orange Valencia bien connue qui se distingue par sa grande taille. Sa période de récolte s'étend d'avril à juillet, ce qui en fait l'une des dernières oranges à la vente à chaque saison « 25 ».

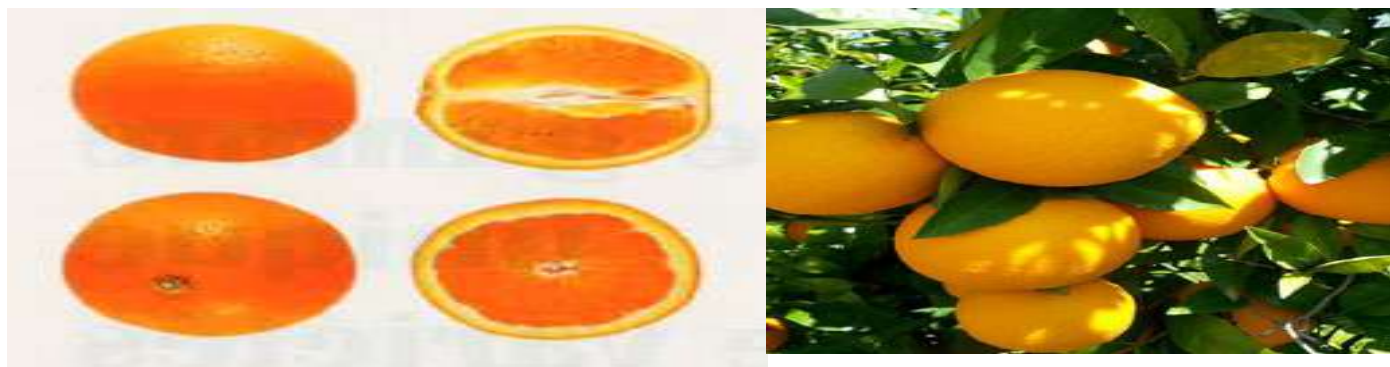


Figure 15: fruit de Valencia Late « 20 »

I.6.2.2. Navel :

La forme ronde à ovale de cette orange à dessert est surmontée d'un ombilic très développé. La peau est granuleuse, peu épaisse et bien colorée. La chair est croquante, légèrement juteuse. Les cultivars précoces (*Naveline*) et tardifs (*Navelate*, *Lane Late*) qui en sont issus permettent au groupe Navel de se présenter sur les marchés de l'hémisphère nord d'octobre à mai. « 20 »



Figure 16: fruit de Navel « 20 »

I.6.2.3. Maltaise :

L'orange Maltaise est originaire de Tunisie, le seul pays à la produire. Il a une forme légèrement ovale, une écorce facile à retirer et une chair tendre, rouge, juteuse, douce et faiblement acide. Il y a très peu de pépins sur elle. Elle est non seulement savoureuse en dessert, mais elle est également utilisée dans l'élaboration de gâteaux et est une véritable source de vitamine C. « 26 »



Figure 17: fruit de Maltaise « 20 »

I.6.2.4. Salustiana :

La variété d'orange *salustiana*, la plus récente du bassin méditerranéen, provient d'une mutation de l'orange commune d'Espagne. Depuis 1950, elle est répandue dans ce pays et en Afrique du nord. C'est une orange à chair non sanguine, presque sans pépin et très riche en jus. Son principal avantage réside dans sa précocité extrême, qui permet de la récolter avant les variétés navel. « 27 »

Salustiana est une orange de table à peau fine (0,4 cm) et aussi considérée comme la meilleur variété d'orange à jus. Le fruit supporte bien le stockage au froid (jusqu'à 15 semaines), sans altération du goût et avec une diminution limitée de la teneur en vitamine C.

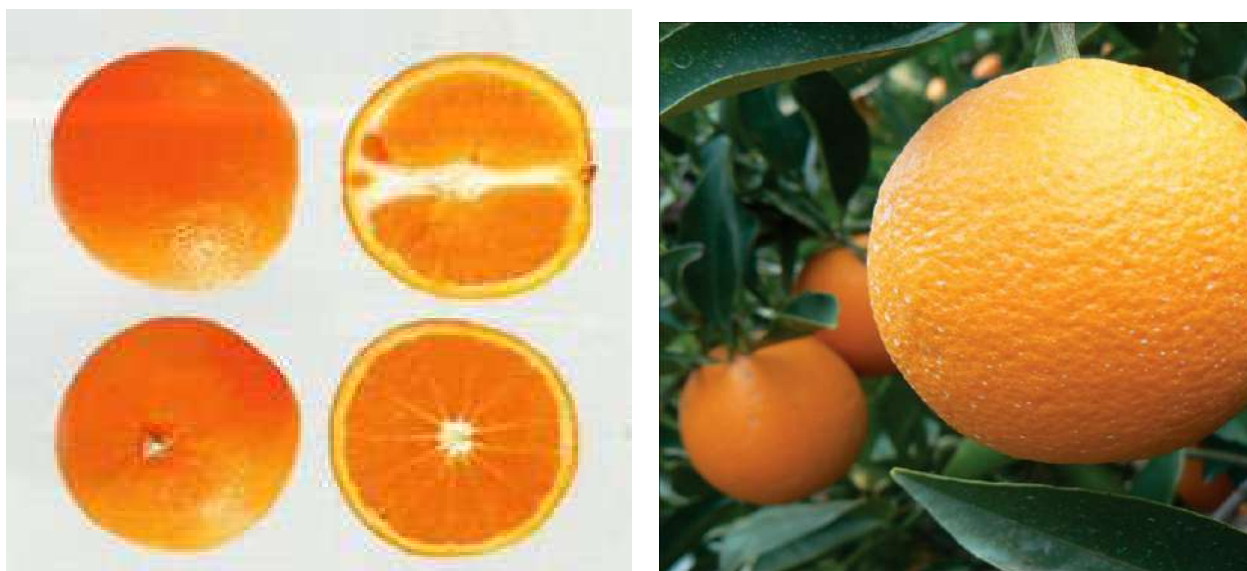


Figure 18: fruit de salustiana « 20 »

I.6.2.5. Orange Sanguine :

Les oranges sanguines ne sont pas les fruits d'une espèce spécifique, mais plutôt d'une variété d'oranges : *Citrus sinensis* var. *Sanguinea*. L'orange sanguine est connue pour sa chaire rouge, sa pulpe parfois couleur sang et son écorce avec parfois des tâches rougeâtres. Elle est également très bien intégrée dans la cuisine du monde entier. Ses applications sont identiques à celles de l'orange classique, avec son aspect spectaculaire en plus de sa pulpe rouge. La forte production d'anthocyanines dans le fruit est à l'origine de cette couleur. Ce sont des antioxydants puissants. Il y a

plusieurs variétés d'Oranges Sanguines, notamment *Moro* (qui a une chaire précoce violette), *Tarocco* (qui ne contient pas de graines) et *Sanguinello* (qui a une chaire tendre et sucrée). « 28 »



Figure 19: fruit Orange Sanguine « 20»

I.6.3. Pamplemousse :

Une des célébrités incontestées des agrumes est le Pamplemousse. Il est courant de confondre Pamplemousse et Pomélo. Le Pamplemoussier (*Citrus maxima*) est le fruit du Pamplemousse, tandis que le Pomélo est le fruit du *Citrus paradisi*. Le Pamplemousse est cultivé depuis 4000 ans. Ses fruits énormes peuvent peser jusqu'à huit kilogrammes. Le plus gros agrume est le pamplemousse. Le Pamplemousse, bien qu'un peu plus amer que l'orange, peut être utilisé de la même manière. Il est possible de consommer le jus, la pulpe ou même l'écorce du fruit. « 28 »



Figure 20: fruit de pamplemousse « 20 »

I.6.4. Citron :

I.6.4.1. Eureka :

La majorité de la production mondiale provient de cette variété, qui est rarement présente en Méditerranée. Il est largement répandu dans l'hémisphère sud. Le fruit, de taille moyenne, a une forme elliptique à oblongue et se termine par un mamelon moyennement développé et fin à la base. Sa peau est de petite à moyenne épaisseur. Sa pulpe, qui est généralement dépourvue de pépins, est riche en un jus acide « 20 »



Figure 21: fruit de Eureka « 20 »

I.6.4.2. Fino :

La région de Murcie est très peuplée de ce cultivar qui domine la production espagnole. La forme du fruit est régulière, sphérique ou ovale. Le mamelon de cette plante est plus petit que celui du *Verna*. Sa peau est douce et fine « 20 » .



Figure 22: fruit de Fino « 20 »

I.6.4.3. Verna :

Une variété espagnole dont l'origine est inconnue. L'arbre est de grande taille et a moins d'épines que le citronnier *Fino*. La viabilité du pollen de cette variété varie de moyenne à faible. Le fruit a une taille importante, pesant environ 130 grammes. La couleur externe est d'un jaune profond. Il y a peu de pépins. Écorce épaisse. La saison de cueillette est la deuxième et la troisième (de février à juin). Il est également capable de produire une autre récolte en été (les fruits appelés « rodrejos ») qui est très intéressante sur le plan commercial « 29 » .



Figure 23: fruit de Verna « 20 »

I.6.4.4. Limes :

Les limes acides les plus courants sont la variété triploïde de la lime Tahiti (*Citrus latifolia*). Son épiderme, d'un vert jaune à jaune pâle, contient une huile essentielle avec une odeur particulière. En règle générale, la pulpe est jaune vert et contient un jus très acide. En raison de son grand nombre de pépins, la lime mexicaine (*Citrus aurantifolia*) est peu exportée « 20 » .



Figure 24: fruit de Lime « 20 »

I.6.4.5. Citron Caviar :

un des agrumes les plus bizarres . En réalité, le citron caviar représente plusieurs variétés d'agrumes. Parce que le citron caviar pousse finalement à partir de *Microcitrus australasica*, également connu sous le nom de *Citrus australisica*. L'écorce du fruit peut être verte, marron ou peu violacée en fonction de la variété. La couleur de la pulpe change également en fonction de la variété. Sa pulpe, qui ressemble plus ou moins au caviar lorsqu'elle est détachée, est appelée citron caviar. Le citron caviar est peu connu, donc on ne l'utilise pas trop. Cependant, il propose un arbuste d'ornement très élégant ou encore pour agrémenter les cocktails « 28 » .



Figure 25: fruit de Citron Caviar « 28»

I.7. Les maladies et les ravageurs des agrumes :

I.7.1. Les Maladies courantes des agrumes :

Les champignons, les virus ou les bactéries peuvent causer des maladies. Les deux derniers ne peuvent pas être observés à l'œil nu, mais les symptômes qu'ils provoquent le sont. « 30 »

I.7.1.1. Tache grasse :

Une maladie fongique due à un champignon appelée *Mycosphaerella citri* qui infecte principalement les agrumes est connue sous le nom de tache de grasse. Elle se manifeste sur la face inférieure des feuilles avec des taches jaunes, puis, des zones de la feuille deviennent foncées jusqu'à devenir marron à noir, qui

donnent l'impression de tâches graisseuses. Sur la face supérieure : les taches apparaissent dans un deuxième temps. Ceci sera suivi par un autre phénomène qui affecte l'arbre atteint par cette maladie c'est la défoliation partielle de l'arbre. Quant aux fruits on constate de petites taches brunes à noires avec une réduction de la taille et une altération de la qualité « 31 » .

Pour réduire la propagation des spores, les jardiniers doivent se concentrer sur des techniques de prévention et de contrôle telles que la collecte et l'élimination des feuilles mortes.

Quant aux traitements de la maladie il est important de vaporiser un fongicide à base de cuivre liquide sur les agrumes s'ils sont atteints. Le traitement de cette infection fongique nécessite deux applications. « 32 »



Figure 26: tache de graisse « 33 »

I.7.1.2. La mélanose :

Chingchai et al. (2022) « 34 » rapportent dans leurs travaux que *Diaporthe citri* est une maladie fongique qui infecte les agrumes en croissance. Il infecte généralement les pamplemousses, mais ce n'est pas seulement le fruit qui est attaqué par le champignon même les feuilles le sont aussi. Quant au fruit l'attaque n'affecte que la peau mais n'affecte pas la qualité du fruit ; c'est donc un problème d'esthétique et qui aura sans aucun doute un impact sur le volet commercial du produit. Les arbres fruitiers de plus de dix ans sont généralement

plus touchés par cette infection fongique. La mélanose aime se multiplier dans le bois mort, de ce fait il est fortement conseiller de tailler régulièrement les agrumes pour l'éloigner.

Le traitement de ce fongicide se fait à base du cuivre en solution. « 32 »



Figure 27 : mélanose « 33 »

I.7.1.3. La pourriture de la racine :

La pourriture brune de la racine est une infection fongique causée par un champignon du genre *Phytophthora* dans le sol. Cette maladie des agrumes provoque des taches brunes foncé sur l'écorce de l'arbre ; ces correctifs sont généralement visibles. À mesure que la maladie progresse, l'écorce se dessèche et se fissure, ce qui peut entraîner la mort des branches. C'est pas tout. Les fruits jaunissent et pourrissent à cause de la racine de la racine, et les feuilles peuvent même mourir. Ce champignon aime vivre dans le sol et se développe dans des environnements humides. Une fois que le sol infecté est appliqué sur vos agrumes, ils sont exposés.

Pour éviter toute infection, retirez toujours les feuilles et les fruits infectés lorsqu'ils tombent au sol et coupez les branches qui pourraient toucher le sol. Si vous savez que votre arbre a la pourriture des racines, essayez de le pulvériser

avec un fongicide. Il existe plusieurs remèdes disponibles pour lutter contre cette maladie fongique. « 32 »



Figure 28 : Racine fibreuse infecté (à gauche), racines saines (à droite). « 4 »



Figure 29:Taché Écorce de couleur sombre l'infection. « 4 »

I.7.1.4. Moisissure brûlée :

Les feuilles de vos agrumes sont noircies par la *Fumagine*, qui ressemble à la suie d'un incendie. La moisissure se produit généralement sur les plantes infestées de pucerons après que les insectes laissent du miellat sur les feuilles. Faites attention aux moisissures fuligineuses si vous avez des pucerons, des aleurodes ou de l'oïdium sur vos plantes.

La moisissure de suie peut généralement être éliminée à l'aide d'un fongicide liquide au cuivre. Une application suffit souvent, mais si elle est mauvaise, vous

en aurez peut-être besoin d'une autre.(Fig.29) « 32 »



Figure 30 :la moisissure brûlée.

1.7.1.5. Chancre des agrumes :

Le chancre des agrumes est une maladie grave et très contagieuse qui affecte les variétés commerciales d'agrumes et les espèces connexes. La bactérie *Xanthomonas citri* est à l'origine de cela, qui peut survivre pendant plus de dix mois dans les lésions âgées sur les fruits, les feuilles et les tiges. Elle pénètre dans les tissus de la plante par les blessures ou les pores naturels de la feuille, où elle se développe systématiquement. Les bactéries se trouvent dans les cratères qui se forment sur les feuilles et les autres tissus et sont libérées lorsque ces derniers sont mouillés. Les éclaboussures de pluie ou les systèmes d'irrigation par aspersion les propagent sur de courtes distances. Une humidité élevée, un temps chaud (20 à 30 °C) et des vents forts sont des conditions favorisant la maladie. La bactérie peut également être transmise entre les arbres et les vergers par les psylles des agrumes, les mineurs de feuilles, les oiseaux et les outils et l'équipement infectés. Enfin, le mouvement des plantes ou des parties de plantes infectées, comme les arbres de pépinière, est également un problème. « 33 »



Figure 31: la chancre « 33 »

I.7.2. Les ravageurs :

Les ravageurs sont nombreux et peuvent avoir des effets économiques importants pouvant aller jusqu'à l'interdiction d'exporter vers d'autres zones de production afin d'éviter la dissémination d'organismes dangereux. Les principaux ravageurs sont :

I.7.2.1. Les aleurodes :

Deux espèces sont essentiellement présentes :

A -*Dialeurodescitri*Ashm, également connu sous le nom d'aleurode des agrumes, est originaire d'Asie et présente deux générations par an avec une hibernation au niveau du dernier stade larvaire. Peu d'auxiliaires indigènes, parasitoïdes ou prédateurs, s'y intéressent.

B -*Aleurothrixusfloccosus*Maskell, est également connue sous le nom d'aleurode floconneux des agrumes. La plante est originaire du continent sud-américain et vit cinq générations par an. Sa nocivité est due à deux éléments complémentaires : les larves des deux derniers stades sécrètent de nombreux filaments cireux et extraient de fines gouttes de miellat. La fumagine se développe sur un manchon gluant. Les rendements diminuent considérablement, notamment en fleurs pour le bigaradier et en fruits pour les citronniers, orangers et clémentiniers « 35 »



Figure 32:les aleurodes des agrumes « 36 »

I.7.2.2. Lutte :

Favoriser la présence d'insectes auxiliaires. Il est envisageable d'installer un hôtel à insectes. Le feuillage doit être arrosage au jet en soirée pendant trois à quatre jours. Des panneaux jaunes englués sont utilisés pour évaluer les populations d'aleurodes en cas de faible pullulation.

Ou l'application d'un produit insecticide homologué, qui est autorisé sur les agrumes « 36 »

I.7.2.3. La mouche fruitière de la Méditerranée :

La cératite (*Ceratitis capitata*), également connue sous le nom de mouche méditerranéenne des fruits, est une petite mouche qui pond juste sous l'épiderme des fruits, permettant aux larves de se nourrir du fruit. Une fois que la larve est partie pour la nymphose, elle laisse le fruit taché et abîmé. Il semble que la seule limite aux pontes soit le piégeage par phéromones sexuelles « 37 »



Figure 33 : la mouche fructière méditerranée « 38 »

I.7.2.3.1. Lutte :

Le piégeage précoce permet d'identifier l'émergence des adultes et d'utiliser des insecticides adu lticides si nécessaire. Le piégeage de masse est également utilisé « 39 » . Et aussi, Il a été démontré que le lâcher d'insectes stériles est efficace pour combattre la mouche méditerranéenne. Il s'agit principalement d'élever un grand nombre de mouches, de les stériliser à l'aide d'irradiation gamma et de les déposer dans une zone où la population naturelle de mouches est très faible. La mortalité hivernale, l'utilisation d'appâts à pulvériser et certaines méthodes culturelles peuvent réduire la population naturelle « 40 » .

I.7.2.4. La mineuse des agrumes :

En Algérie, *Phyllocnistiscitrella*, une mineuse des agrumes, est un ravageur relativement récent. Il a fait une apparition soudaine en 1994 et a causé de graves dommages aux jeunes plantations d'agrumes, en particulier au citronnier, chaque année. Plusieurs mines ou galeries sinuées traversent les feuilles jeunes attaquées, les rendant enroulées et présentant des nécroses, également présentes sur les jeunes rameaux « 41 » .



Figure 34 : la mineuse des agrumes « 42 »

I.7.2.4.1. Lutte :

De préférence, effectuez une taille adéquate en retirant les gourmands et en irriguant raisonnablement. Pour la lutte chimique, les jeunes feuilles et jeunes pousses des plantations ou des pépinières doivent être traitées à la fin du printemps (mai), en été (juillet et août) et en automne (septembre).

L'abamectine, un insecticide homologué, est utilisé de manière précoce et répétée pour y parvenir. « 41»

I.7.2.5. Les cochenilles :

Elles sont nombreuses ; on peut citer :

I.7.2.5.1. L'Orthezia des citrus,

***Praelongortheziapraelonga* (Hemiptera: Ortheziidae):**

Praelongortheziapraelonga est l'une des cochenilles les plus courantes sur les feuilles d'agrumes. Ce ravageur produit du miellat sur lequel va se développer la fumagine, ce qui entraîne les principaux dégâts. Les fortes infestations peuvent parfois causer la mort de certains rameaux ou la fin de l'arbre. Cette espèce est considérée comme le principal insecte important pour la production d'agrumes au Brésil.(Fig. 35) « 42 » .



Figure 35: *Orthesia* des citrus, *Praelongortheziapraelonga* (Hemiptera: Ortheziidae) « 42 »

1.7.2.5.2. La cochenille blanche des agrumes, *Unaspiscitri* (*Coccoidea* : *Diaspididae*) :

La cochenille peut causer des dommages importants aux agrumes. Parfois, *Unaspiscitri* envahit complètement le tronc et tue l'arbre fruitier. Cette espèce de *Diaspididae* peut se développer sur de nombreuses plantes cultivées, telles que les ananas, le corossol, le jacquier, le poivron, le cocotier, l'hibiscus, le bananier et le goyavier, en plus des citrus. Au cours des suivis de parcelles, cette cochenille a été observée sur les citronniers et les mandariniers, avec parfois de fortes infestations sur les troncs. En moyenne, une femelle donne 80 descendances. Le premier stade larvaire se déplace (via les courants aériens, les animaux ou les outils agricoles), puis les individus se fixent sur les feuilles, les branches ou le tronc de l'arbre pour se nourrir. (Fig. 36) « 42 » .



Figure 36:Unaspis citri sur feuille « 42 »

I.7.2.5.3. Cochenille verte, *Coccus viridis* :

La choucroute verte *Coccus viridis* se trouve sur les feuilles et les fruits d'agrumes. Elle prélève de la sève et produit du miellat, ce qui provoque le développement de la fumagine. Les adultes sont identifiables par leur forme ovale et une ligne sombre sur le corps, parfois en forme de "U". En règle générale, ils sont regroupés le long de la nervure principale de la feuille, tel que représenté dans la photographie ci-dessus. « 42 »



Figure 37: Cochenille verte, *Coccus viridis* « 42 »



Figure 38: La cochenille australienne, *Icerya purchasi* « 42 »

1.7.2.5.4. La cochenille australienne, *Icerya purchasi* :

La cochenille australienne est originaire d'Australie (d'où son nom), et en raison de son apparence distinctive, elle est également connue sous le nom de « cochenille flûtée ». Elle a été introduite au début du siècle et s'est rapidement propagée dans tous les pays méditerranéens « 43 » .

- Lutte :

L'utilisation fréquente d'insecticides est souvent liée à une diminution des ennemis naturels (punaises et coccinelles prédatrices ; parasitoïdes), ce qui entraîne des fortes infestations. On peut suggérer d'éliminer les rameaux ou les branches les plus envahies afin de réduire la taille des populations de cochenilles. Une méthode de contrôle physique consiste à appliquer une huile minérale paraffinique ou une huile de vaseline sur les arbres « 42 » .

Chapitre II : LA PHENOLOGIES DES AGRUMES

II.1 La phénologie :

La phénologie est l'étude de l'apparition d'événements annuels régulières dans le monde végétal « 44 ». Ce sont les conditions environnementales ; principalement les perturbations climatiques, le sol, etc; qui déterminent aspects morphologiques de la plante. On peut dégager les différentes étapes qui composent ces événements chez les végétaux. Dans ce cadre les aspects visuelles et anatomiques peuvent être comme suit :

- Le développement foliaire,
- La floraison et la fructification,
- La maturation des fruits;
- La formation des graines etc.

Dans ce contexte on peut suivre le cycle biologique (cycle évolutif) des agrumes.

Les agrumes sont des plantes pérennes, à feuilles persistantes et vertes durant toute l'année. Néanmoins des modifications s'observent durant l'année.

II.2 Le cycle évolutif des agrumes

La croissance se produit chaque année tout au long de la vie d'une plante. La durée de vie de celle-ci varie considérablement en fonction de l'entretien, des maladies et des ravageurs. De même, le temps qui s'écoule entre la plantation et la première production commercialement significative « 45 ».

On distingue trois périodes, comme dans toutes les cultures abusives, selon la même source.

II.2.1 Période de jeunesse et de croissance :

Cette période est caractérisée par l'incapacité de l'arbre à fleurir et à se fructifier, mais le jeune plan se pousse avec vigueur et offre une abondance de racines.

II.2.2 Période de production, de reproduction et de maturité :

La floraison et la fructification sont le début de cette période. La régulation de la végétation permet à l'arbre fruitier d'atteindre un équilibre entre les fruits et les organes bois.

II.2.3 La décrépitude et la vieillesse ou sénescence :

Cette période est caractérisée par une diminution de la vigueur générale de l'arbre, accompagnée d'une diminution de la production en fruit et de la formation des rameaux bois « 1 » .

Selon les travaux « 43 » on peut résumer le Cycle évolutif annuel des agrumes comme suit (Fig40):

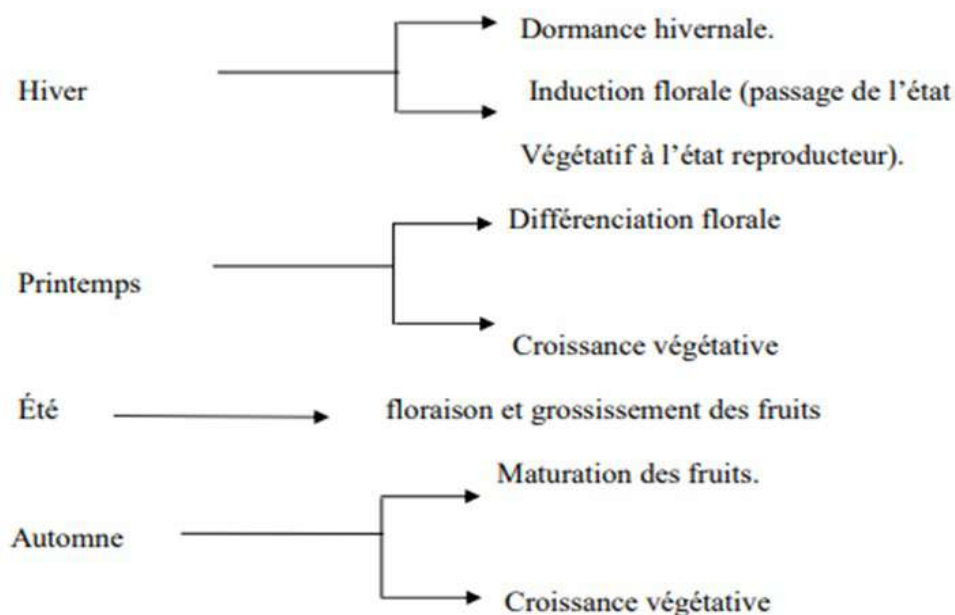


Figure 39: Les différents stades phénologiques des agrumes « 1 »

II.3 Les différents stades phénologiques des agrumes :

Les stades phénologiques sont définis selon les clefs BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie). Cette adaptation implique la définition spécifique des stades de croissance et de développement des agrumes selon les critères propres à genre *Citrus* :

Tableau 2: Description de tous les stades de développement définis par l'échelle BBCH 1 pour les agrumes du genre *Citrus* « 46 »

Codes	Description
Stade principal 0 : développement des bourgeons	
00	Dormance : les bourgeons foliaires ainsi que ceux des inflorescences sont indifférenciés, ils sont fermés et recouverts d'écailles vertes
01	Début du gonflement des bourgeons
03	Fin du gonflement des bourgeons : les écailles vertes sont légèrement séparées
07	Début de l'éclatement des bourgeons
09	Les primordiums foliaires sont visibles
Stade principal 1 : développement des feuilles	
10	Les premières feuilles se séparent : les écailles vertes s'ouvrent et les feuilles émergent
11	Les premières feuilles sont visibles
15	D'autres feuilles sont visibles, mais n'ont pas encore atteint leur taille finale
19	Les premières feuilles ont atteint leur taille finale
Stade principal 3 : développement des pousses	

31	Début de la croissance des pousses : l'axe de la pousse devient visible
32	Les pousses ont atteint environ 20 % de leur taille finale
39	Les pousses ont atteint environ 90 % de leur taille finale
Stade principal 5 : développement de l'inflorescence	
51	Gonflement des bourgeons des inflorescences : les bourgeons sont encore fermés et des écailles vert clair apparaissent sur les bourgeons
53	Les bourgeons éclatent : les écailles se séparent et les premiers boutons floraux sont visibles
55	Les fleurs sont fermées (stade bouton vert). Elles sont isolées ou arrangées en racèmes. On trouve ou non des feuilles à l'intérieur des inflorescences
56	Les pétales s'allongent et les sépales recouvrent la corolle à moitié (stade bouton blanc)
57	Les sépales s'étalent, les pétales blancs ou rosés sont de plus en plus visibles (pétales fermés)
59	La plupart de fleurs forment, avec les pétales, un ballon creux
Stade principal 6 : la floraison	
60	Les premières fleurs sont ouvertes
61	Début de la floraison : environ 10 % des fleurs sont ouvertes
65	Pleine floraison : environ 50 % des fleurs sont ouvertes, les premiers pétales tombent
67	La floraison s'achève : la plupart des pétales sont tombés
69	Fin de la floraison : tous les pétales sont tombés

Stade principal 7 : développement du fruit	
71	Nouaison du fruit : début du grossissement de l'ovaire, début de l'abscission de jeunes fruits
72	Le petit fruit vert est couronné par les sépales
73	Les premiers fruits jaunissent : début de la chute physiologique des fruits
74	Le fruit est vert foncé, il a atteint 40 % de sa taille finale. Fin de la chute physiologique des fruits
79	Le fruit a atteint environ 90 % de sa taille finale
Stade principal 8 maturation du fruit	
81	Début de la coloration du fruit (changement de couleur)
83	Le fruit est prêt pour la récolte, mais n'a pas encore atteint la couleur spécifique de sa variété
85	La maturation est avancée : intensification de la coloration spécifique de la variété
89	Le fruit est à la maturité demandée pour la consommation ; il a atteint sa consistance caractéristique et son goût typique. Début de la sénescence et de l'abscission du fruit
Stade principal 9 : sénescence et début de la période de dormance	
91	Fin de la croissance des tiges. Le feuillage est entièrement vert
93	Début de la sénescence et chute des feuilles âgées
97	Début de la période de repos



Figure 40 : Les stades phénologiques des agrumes « 46 »

PARTIE EXPERIMENTAL

Chapitre I : MATERIELS ET METHODES

I.1. L'objectif du mémoire :

Notre travail a pour but de suivre la phénologie des plantations des agrumes et également de contribuer à une meilleure compréhension de la phénologie des agrumes dans la région la wilaya de Saida et principalement à l'intérieure de l'université Tahar Moulay de Saida(USMT) et de fournir des perspectives pratiques pour améliorer la gestion agricole dans ce contexte.

I.2. Présentation de la région d'étude :

La situation géographique de la Wilaya de Saida:

Saïda est située à l'ouest du pays, à environ 470 km de la capitale de la république. Elle occupe une superficie de 6 613 km² avec six (06) départements et seize (16) communes. Ses coordonnées géographiques sont 34° 50' nord et 0° 09' est. En termes de superficie, elle se classe au 24e rang parmi les wilayas d'Algérie « 47 ». Saïda jouit d'une position géographique stratégique et occupe une place importante au niveau des Hauts Plateaux Ouest « 48 ». Elle est perçue comme l'entrée principale du Sahara, avec sa position en tant que point central dans le flux de transit reliant le nord aux hauts plateaux et le sud, en plus de son riche étendu d'eau selon le site gouvernemental « 47 ».)

Sur le plan géographique la wilaya présente des frontières avec les wilayas limitrophes et sont comme suit (Fig.41):

- Au nord : wilaya de Mascara.
- Au sud : wilaya d'El Bayadh.
- A l'est : wilaya de Tiaret.
- A l'ouest : wilaya de Sidi Bel Abbes « 47 ».



Figure 41: Localisation de la wilaya de Saïda « 49 »

I.3. Les caractéristique naturelles et géographiques :

I.3.1 Climat :

La Wilayat de Saïda se distingue par son climat continental (semi-aride, chaud pendant l'été et froid pendant l'hiver). Ses deux régions distinctes sont les montagnes d'Al-Dhaya au nord et les hauts plateaux au sud « 50 ».

I.3.2 Précipitation :

Saïda reçoit en moyenne 365.4 mm de précipitations chaque année selon les données de la wilaya de Saida. « 50 »

Ces dernières sont réparties de façon irrégulières ; on peut retenir ce qui suit :

➤ De septembre à mai, la période la plus humide se déroule, avec une probabilité quotidienne de pluie dépassant 12% .

➤ Globalement, le mois d'avril est marqué par une pluviométrie assez importante avec une moyenne de 6,3 jours de précipitations statistiquement. Cependant de nos jours nous assistons à un dérèglement où les précipitations moyennes sont perturbées et les moyennes enregistrées ne sont pas comme elles étaient.

I.4 La potentialité naturelle de la wilaya de Saida :

➤Les ressources hydrauliques :

Selon les données de la direction du secteur hydraulique de Saida les potentialités totales en eau sont environ de **109 m³** dont **79 m³** d'eaux souterraines;

Les ressources mobilisées : **97 m³** dont 90 m³ d'eaux souterraines;

La dotation unitaire moyenne par habitant est de **135 l/habitant/jour**.

La région possède un potentiel hydrique à la fois thermal et minéral. On a découvert de nouvelles sources d'une qualité similaire à celle de l'eau minérale appelée « Saïda ».

Ainsi, la région bénéficie d'une abondance d'eau grâce aux nappes souterraines de Saïda et de chott Chergui (128 813 m³), dont les ressources utilisées s'élèvent à environ 97 559 m³.

Des années durant, les eaux provenant de la nappe du chott Chergui (à Aïn Skhouna) ont été exploitées sur une distance de 100 km, avec un débit de 900 litres par seconde.

Des stations de Hammam Rabbi et Sidi Aissa utilisent les eaux thermales dans le domaine du thermalisme. Il est également crucial pour la wilaya en raison de la qualité reconnue de ses eaux. Le marché est dynamique car il est marqué par une demande en constante augmentation.

On trouve un forage d'une grande importance à Oum Doud, avec des caractéristiques physiques et chimiques qui en font une eau minérale spéciale.

I.5. La potentialité agricole :

La wilaya se distingue par son caractère agro-pastoral. En effet, elle a des potentialités non négligeables en culture maraîchères ; en arboriculture, en espace forestier et dans les espaces pastorales. Cependant, l'agriculture reste la principale activité de la wilaya dont les terres sont extrêmement fertiles. Selon les données de la direction du secteur agricole (D.S.A) la wilaya présente les activités principales comme suit « 50 » :

- La superficie agricole totale (SAT) s'élève à 511 349 Ha.
- La superficie agricole utile (SAU) totalise 308 206 Ha et représente 27 % de la SAT.
- Les terres irriguées représentent une superficie de l'ordre de 32 280 ha, soit 10,47 % de la SAU.
- Les cultures herbacées occupent une superficie de 152 430 Ha, soit 49,45 % de la SAU.
- Les cultures permanentes (arbres fruitiers et la vigne) occupent une superficie de 8 235 Ha, soit 2,67 % de la SAU.
- Les terres en jachère occupent une superficie de 542 Ha, soit 47,87 % de la SAU.
- Les pacages et parcours occupent une superficie de 159 664 ha.
- Les terres improductives des exploitations agricoles sont estimées à 43 479 Ha. « 48 »

I.6. Présentation du site expérimental :

L'université Dr Tahar Moulay de Saïda est une université de l'ouest de l'Algérie, créée en 1986 dans la wilaya de Saïda, elle propose des formations dans divers domaines tels que les sciences et technologies, les sciences de la matière, les mathématiques et l'informatique, ainsi que les sciences de la nature et de la vie etc. « 51 ». Le site retenu pour mener nos expériences se situe près du siège du département de Biologie (Fig.42).



Figure 42: Département de biologie « 49 ».

I.7. Matériel et méthode :

I.7.1 Choix du lieu de plantation :

Le choix du site d'expérimentation a été motivé par un certain nombre de points à savoir :

- Site entouré par des espèces à caractère protecteur, autrement l'espace retenu est entouré de taxon permettant de protéger nos plantations contre les effets naturels qu'ils soient vents violents, grêles et/ou chaleurs estivales élevées. Une ceinture de *Myoporumlaetum* d'une hauteur de 2 m en moyenne entoure le site.
- Disponibilité de l'eau (présence d'un robinet juste à côté) ;
- Nous avons trouvé quelques taxons épars dans le site, à titre d'exemple un pommier d'une hauteur de 12 m, un grenadier de 1 m de hauteur et quelques rosiers de 1 m de hauteur aussi. Il faut noter que les taxons en place sont mal entretenus.
- Un citronnier de 1 m de hauteur a été retrouvé dans le site, cette espèce est dans un état moribond.
- Il est à rappeler que de nombreuses espèces annuelles occupées le site.

- La superficie sur laquelle il a été planté est estimée à une centaine de mètres (20 m de longueur et 6 m de largeur).



Figure 43: Le lieu de la plantation (clichéSaidani 2024).

I.7.2 Nettoyage du lieu e plantation :

Pour une culture parfaite et puisque le nettoyage est une étape très essentielle dans la préparation du terrain,et pour une agriculture réussie, on a éliminé tous les débris végétaux, des mauvaises herbes et de tout autre élément nuisible qui pourrait entraver la croissance des plantes.

➤ Le matériel utilisé pour le nettoyage :

Dans cette opération nous avons un certain nombre de matériel et sont comme suit :

i-Un râteau, ii- une Houe ; iii- une pelle ; iv- une cisaille ; v- une Brouette, etc (Fig.44).



Figure 44: Les outils du nettoyage (cliché saidani 2024).

On a bien nettoyé le terrain, on a créé un environnement propice à l'enracinement des plantes, à la circulation de l'eau et des nutriments dans le sol, et à la réduction des risques de maladies et de ravageurs (fig.45).



Figure 45 : L'endroit de la culture après le nettoyage (cliché Saidani 2024)

1.7.3. Le traçage du lieu de plantation :

➤ **Le traçage a été effectué le 17/01/2024.**

Cette opération obéit à des normes et elle est fonction des espèces à planter. Pour mieux gérer un milieu planter on doit suivre des étapes précises. Dans notre cas on a utilisé le plâtre afin de délimiter et définir précisément les emplacements nos arbres dans le site. On a créé des lignes de délimitation en utilisant du plâtre, qui ont a appliqué de manière stratégique autour des zones où les arbres seront plantés (fig. 46,47).

Nous avons laissé une distance d'environ **2.5 mètres** entre chaque arbre, ce qui permettra un bon développement racinaire, une compétition minimale pour les ressources telles que la lumière et l'eau, et une accessibilité suffisante pour les opérations d'entretien. Cette distance a été déterminée pour assurer une densité de plantation optimale tout en favorisant la santé et la productivité à long terme des arbres.



Figure 46: Le traçage avec le plâtre (cliché saidani 2024).



Figure 47: Le traçage avec le plâtre (cliché Saidani 2024)

Le plâtre offre une bonne visibilité et une résistance suffisante pour maintenir les contours désirés, facilitant ainsi le processus de plantation en garantissant un alignement précis et une répartition uniforme des arbres.

I.7.4. Le creusage des fausses :

➤ **Le creusement a pris trois jours ; du 25/01/2024 jusqu'à 27/01/2024.**

➤ **Les mesures de creusage :**

Dans le but d'assurer une croissance saine et dynamique des plantes, on a creusé les trous de profondeur **40 cm** et de largeur **50 cm** cela permet aux racines de s'étendre librement et de s'enraciner profondément dans le sol, favorisant ainsi une croissance robuste et stable de l'arbre, et contribuer à un bon contact entre les racines et le sol environnant, facilitant l'absorption des nutriments, de l'eau et de l'oxygène.



Figure 48: Prendre des mesures de creusage (Cliché Berrehal 2024)

Dans cette opération nous avons utilisé les outils suivants pour creuser : foreuse, un marteau piqueur, une pelle, pioche etc. Il faut noter que nous avons rencontré quelles contraintes lors de cette opération due principalement à la dureté du sol (fig.48)



Figure 49: Tête de la foreuse (Cliché Berrehal, 2024)



Figure 50: Moteur de la foreuse(Cliché Berrehal, 2024)

Le processus de creusement a été extrêmement difficile en raison de la nature du sol dans les profondeurs. En effet, cette zone est recouverte de la couche supérieure de terre rouge, mais dans les profondeurs, le sol était argileux. En raison de cette nature difficile à pénétrer par la machine pour creuser, nous avons dû utiliser d'autres moyens tels qu'une pelle et réaliser le creusement manuellement pour de quelques trous.



Figure 51 : Les difficultés que nous avons rencontrées lors du forage(Cliché Berrehal, 2024).

Creuser des trous de plantation dans un sol argileux peut présenter des défis particuliers en raison de la nature compacte et collante de ce type de sol. Cela rendait le forage difficile en termes d'effort physique.



Figure 52 :Les difficultés que nous avons rencontrées lors du forage(Cliché Berrehal, 2024).

I.7.5. Plantation :

I.7.5.1. Le matériel végétal : (Fig. 52)

Le choix des plantes est revêt une grande importance pour assurer le succès de la plantation et l'obtention de résultats significatifs. Chaque variété d'agrumes présente des caractéristiques spécifiques en termes de croissance, de rendement, sa productivité et sa résistance aux maladies.

Dans le cadre de notre travail, nous avons planté différents types d'agrumes tels que des citronniers, des clémentiniers et de Thomson, et le nombre total de plantes que nous avons plantées est de onze (11) ; quatre citronniers (4), quatre Thomson (4) et trois clémentines (3).

I.7.5.1.1. Citronnier des 4 saisons:

Le citron Meyer (*Citrus x meyeri*) encore appelé par certains *Citrus limon* ou citronnier des 4 saisons est un agrume reconnu pour sa floraison et sa

fructification qui s'échelonnent sur toute l'année. Cet agrume a des gros fruits jaunes. Il se caractérise par une peau fine et lisse, juteuse et très peu acide. Il a un port buissonnant avec un feuillage persistant et aromatique. Ce citronnier est rustique et peut supporter des températures jusqu'à -11°C, bien abrité du vent. Selon son mode de culture cet agrume peut atteindre 2 à 3 mètres de hauteur. Il est préférable de le cultiver en pot dans des régions hors climat méditerranéen. Pour sa plantation, il a besoin d'un sol léger et bien drainé, ajouter du sable si besoin. Le citronnier Meyer se plaira dans un endroit ensoleillé mais à l'abri du vent. Lorsque les températures sont élevées, il faut veiller à son arrosage, en hiver en revanche il faut les espacer. La floraison a lieu au printemps, avec des fleurs en grappe très parfumées. C'est un arbuste auto-fertile qui produit des fruits que l'on récolte au fur-et-à-mesure tout au long de l'année.

I.7.5.1.2. Thomson navel (*Citrus sinensis*) :

La variété 'Thomson' est appréciée pour ses fruits à la peau lisse et fine et sa pulpe douce et savoureuse. Très cultivée à une époque par les agrumiculteurs. Les orangers forment de beaux arbres au port arrondi et au feuillage vert brillant bien fourni. Vigoureux, l'oranger a une croissance rapide. Ses fleurs blanches sont en bouquet dense. Sa floraison est très abondante et parfumée en mars, avril. *Citrus sinensis* produit des oranges douces. Les oranges douces sont des gros fruits ronds, charnus, très juteux et aux saveurs douces et vitaminées.

I.7.5.1.3. Clémentine : *Citrus reticulata*.

Le Mandarinier ou "*Citrus reticulata*" est un grand agrume ornemental moyennement rustique, pouvant résister au froid jusqu'à -7°C : il est apprécié pour ses qualités ornementales mais également pour ses fruits ronds et à la saveur douce et parfumée.

La clémentine est le cousin du mandarinier a été créé par le père Clément dans la région de Missereghine (Wilaya d'Oran – Algérie) à la fin du XIXe siècle par le croisement de l'orange douce et de la mandarine. La clémentine est un agrume hybride résultant du croisement naturel entre la mandarine commune (*Citrus reticulata*) et l'orange amère (*Citrus aurantium*).



Figure 53: Les différentes plantes qui on a plantés (Cliché Berrehal, 2024).

I.7.5.2. Les principales maladies des agrumes :

Les agrumes sont exposés à différentes maladies qui peuvent compromettre leur production. Il est intéressant de citer les principales :

I.7.5.2.1. - La mineuse :

Il arrive souvent que des plantes de Thomson et de citronnier été attaquées

par la mineuse. Les feuilles des plantes (fig.53, 54) présentent des traces claires/blanches, comme si des parties avaient été évidées. Plutôt se sont des galeries creusées dans les feuilles des agrumes.



Figure 54: L'attaque de la mineuse sur la plante de Thomson (cliché berrehal 2024).



Figure 55: L'attaque de la mineuse sur la plante e citronnier (cliché berrehal 2024).

I.7.5.2.2. La chenille :

Il est courant que l'une des plantes de clémentine été attaqué par la chenille (fig.55). Il manque des morceaux irréguliers sur les feuilles de la plante.



Figure 56: L'attaque de la chenille sur la plante de clémentine (cliche Berrehal 2024).

I.8. Caractéristiques des plantes retenues dans la plantation :

Les plantes que nous avons plantées sont classées en deux catégories selon leur lieu de culture :

- a) - Celles cultivées dans des sachets,
- b) - Celles qui ont été cultivées en pleine terre et déplacées en les transplantant en utilisant un extracteur (machine pour extraire les plantes).

Dans notre cas nous avons numéroté les plantes pour un bon suivi. Les plantes (b) ont été découpées du sol et placées en mottes : les plantes numéros 1,2,3,4 ; deux citronniers et deux plantes de Thomson ; les trois plantes de la première ligne et une autre plante appartiennent à la deuxième ligne.

Les plantes cultivées dans des sachets (a): Le reste des plantes numéros 5,6,7,8,9,10,11 ; deux citronniers et deux plantes de Thomson et les trois plantes de clémentine.

De ce fait, nous établirons des comparaisons entre les plantes en ce qui concerne leur développement et les diverses évolutions qui y se produisent en fonction des conditions climatiques qui caractérisent la région.



Figure 57 : Les racines des plantes cultivées dans les sachets (Cliché Berrehal, 2024)

I.9. La plantation :

La plantation a été réalisée avec minutie et en respectant des normes rigoureuses afin de garantir des conditions de croissance optimales. Les trous de plantation, de **40 cm** de profondeur et de **50 cm** de largeur, ont été réalisés en respectant les consignes particulières visant à encourager un enracinement solide et profond des arbres. Grâce à cette profondeur, les racines peuvent s'étendre de manière efficace et extraire les nutriments essentiels du sol. On a également calculé la taille des trous afin de fournir un espace suffisant aux racines et de leur permettre de se développer sans obstacle.

Le sol rouge a été sélectionné pour la plantation en raison de ses caractéristiques propices à la croissance des agrumes, telles que sa texture et sa capacité à retenir l'humidité nécessaire aux racines. Afin d'éviter de placer directement les plants sur le sol argileux du site, une quantité importante du sol rouge a été incorporée. Avec un diamètre de **25 cm** et une hauteur de **20 cm** pour ces mottes compactes de terre et de racines, et une densité estimée à **1400 kg/m³** pour un sol meuble, il a été calculé qu'une motte de ces dimensions contiendrait environ 9,8 kg de terre.

C'est pourquoi plus de **70 kg** de terre rouge supplémentaire ont été ajoutés à chaque plante, répartis dans le trou de plantation. Cela fournit un environnement favorable à la croissance initiale des racines, leur permettant de s'étendre dans un sol approprié avec une bonne absorption de l'eau et des nutriments. En outre, lors de la plantation, on a ajouté du fumier de moutons autour des racines des plantes, environ **3 kg** pour chaque plante, apportant des nutriments supplémentaires.

(Volume = $\pi \times r^2 \times h = 3,14 \times (0,125 \text{ m})^2 \times 0,2 \text{ m} = 0,007 \text{ m}^3$; Masse = Densité x Volume = $1400 \text{ kg/m}^3 \times 0,007 \text{ m}^3 = 9,8 \text{ kg}$).



Figure 58: Positionnement du plant (cliche Berrehal 2024)



Figure 59: Pose du plant et découpe du sac plastique et l'ajout du sol rouge et du fumier (cliché Berrehal, 2024).



Figure 60: Formation de la double butte at l'arrosage du plant (cliché Berrahal, 2024).

I.10. L'arrosage des plantes :

Une fois que nous avons planté nos jeunes plants d'agrumes, il est essentiel d'être particulièrement attentif à leur arrosage pendant les premières semaines. Lors de la première plantation, il est essentiel de bien tremper le sol, en humidifiant abondamment la motte et la terre environnante. Ensuite, nous nous assurerons de répéter régulièrement et abondamment des arrosages pour maintenir le sol humide en profondeur.

Cette période essentielle nécessite des quantités d'eau considérables afin de permettre l'enracinement et l'implantation durable de nos arbres.

D'où notre vigilance envers l'humidité du sol au pied de chaque plante, en adaptant la fréquence des arrosages en fonction de leurs besoins. Grâce à cette rigueur initiale, nous pourrions garantir de manière pérenne la vitalité et la productivité optimales de notre verger d'agrumes.

RESULTATS ET DISCUSSION

Chapitre II : RESULTATS ET DISCUSSION

II.1. Résultats :

L'objectif de cette surveillance phréologique était d'analyser les principales étapes du développement végétatif et de la floraison de jeunes agrumes, en prenant en compte deux itinéraires techniques différents avant la plantation. On a obtenu un premier groupe deux citronniers, et deux Thomson par découpe et repiquage en mottes intactes (plantes n°1 à 4). D'un autre côté, un groupe a été planté à partir de plants provenant de sachets de pépinière à savoir : deux citronniers et deux Thomson et trois de clémentine (plantes n°5 à 11).

Les conditions situationnelles du site choisi pour cette étude sont spécifiques, avec un climat semi-aride à aride et des sols principalement argileux. On a observé le débourrement, l'apparition des 9*nouvelles pousses feuillées et leur croissance chez les clémentiniers d'une part, et l'initiation florale, l'épanouissement des fleurs et leur chute chez les citronniers et Thomson d'autre part. Globalement on peut résumer les différentes étapes du développement et de suivi comme suit :

II.1.1 Développement végétatif des clémentiniers :

En ce qui concerne les Clémentiniers, nous avons fait des observations régulières et approfondies. Nous avons pour but de surveiller avec précision le débourrement des bourgeons, l'apparition des jeunes rameaux feuillés et leur croissance naturelle. Ces observations ont été effectuées tant sur les plants provenant directement de sachets de pépinière. Au cours de cette étape, nous avons réalisé des évaluations qualitatives approfondies, principalement en ce qui concerne la force des pousses et leur couleur. Le tableau 3 résume toutes les observations constatées dans cet environnement hostile aux agrumes.

Tableau 3 : La croissance des feuilles des plantes de clémentine.

		T p	T1	T2	T3	T4	T5
CLEMENTINES	1	A	0.55mm	0.95	1.85		5.25
		B	0.55mm	0.95	1.85	5	5.25
		C	0.55mm	0.95	1.3	4.7	5.5
	2	A	/	/	/	L'apparition des bourgeons foliaires	L'apparition des bourgeons des fleurs
		B	/	/	/	L'apparition des bourgeons foliaires	Un petit développement des feuilles
		C	/	/	/	L'apparition des bourgeons foliaires	Un petit développement des feuilles
	3	A	1.7	1.95	3.05	5.1	5
		B	1.7	1.95	3.2	5.75	5.5
		C	1.7	1.95	3.1	5.6	5.35
	Moyenne		1.3	1.95	3.1	5.6	5.35

(A, B, C) ce sont des branches marquées d'un ruban noir pour suivre leur développement.

En utilisant les mesures et observations effectuées chaque mois sur les clémentiniers, ce tableau présente leur évolution sur quatre mois, mettant en évidence la prolifération des feuilles et l'apparition des premiers boutons floraux à un stade donné.

- **La moyenne entre T1 et T5 :**

La moyenne entre T1 et T5 pour chaque branche (A, B, C) :

Plante 1 :

- Branche A :

$$\text{Moyenne} = (0.55 + 5.25) / 2 = 2.9$$

- Branche B :

$$\text{Moyenne} = (0.55 + 5.25) / 2 = 2.9$$

- Branche C :

$$\text{Moyenne} = (0.55 + 5.5) / 2 = 3.02$$

Plante 3 :

- Branche A :

$$\text{Moyenne} = (1.3 + 4.5) / 2 = 2.9$$

- Branche B :

$$\text{Moyenne} = (1.3 + 5.5) / 2 = 3.4$$

- Branche C :

$$\text{Moyenne} = (1.3 + 5.35) / 2 = 3.32$$

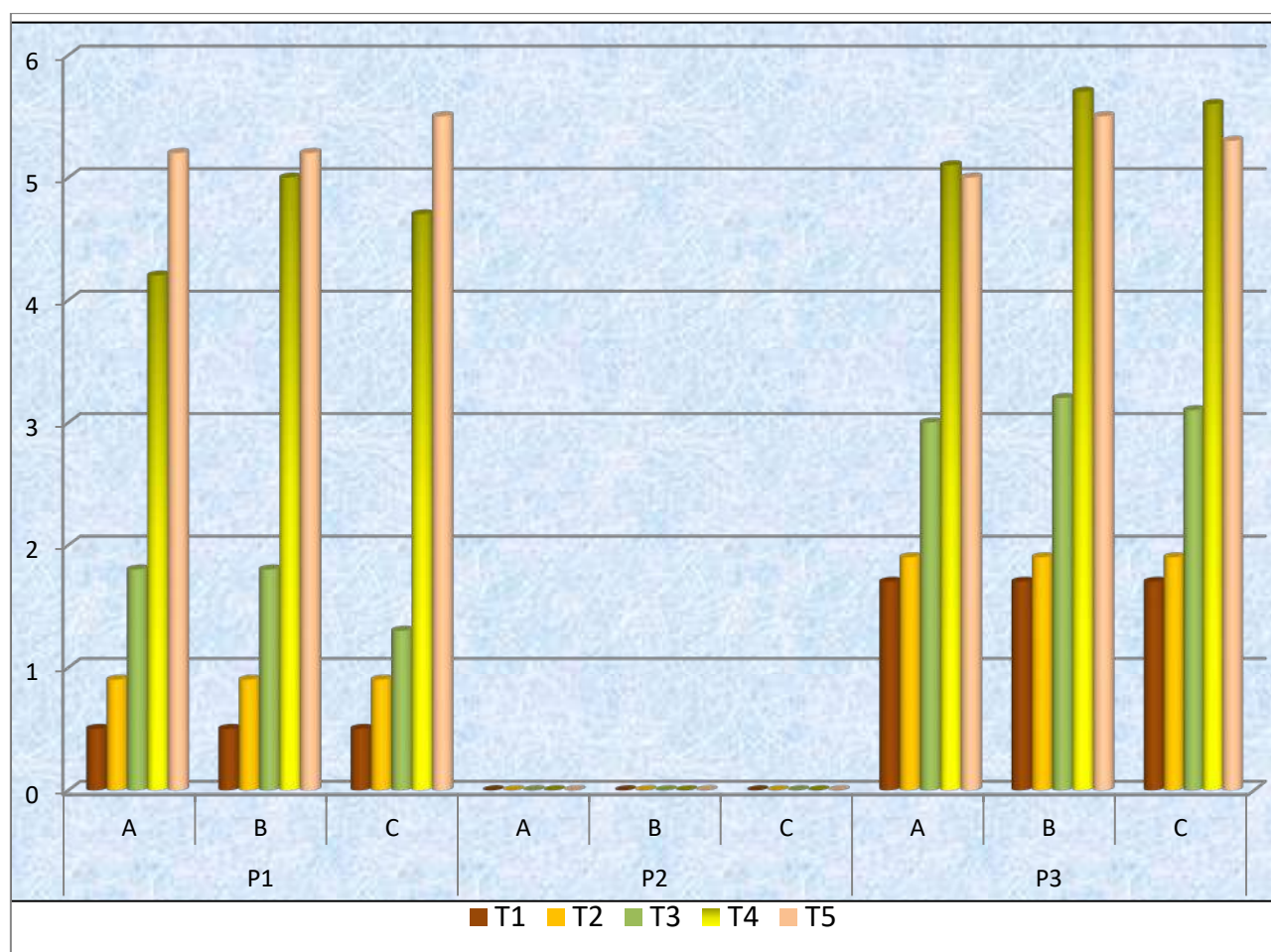


Figure 61 : Graphique à barres représente les observations réalisées sur la croissance des feuilles et l'apparition des bourgeons floraux sur des plants de clémentiniers, sur une période de quatre mois.

Légendes :

T1 : 2^e semaine
T2 : 4^e semaine
T3 : 6^e semaine
T4 : 8^e semaine
T5 : 10^e semaine

P1 : 1^{er} arbre
P2 : 2^e arbre
P3 : 3^e arbre

A, B, C : les branches

	
Clémentine 1 (03/03/2024)	Clémentine 2 (03 /032024)
	
Clémentine 3 (22/04/2024)	Clémentine 1 (09/04/2024)

Figure 62 : La croissance des feuilles des plantes Clémentiniers (Cliché Berrehal, 2024)

	
Clémentine 1 (09/04/2024)	Clémentine 2 (09/04/2024)
	
Clémentine2 (22/04/2024)	Clémentine 2 (19/05/2024)

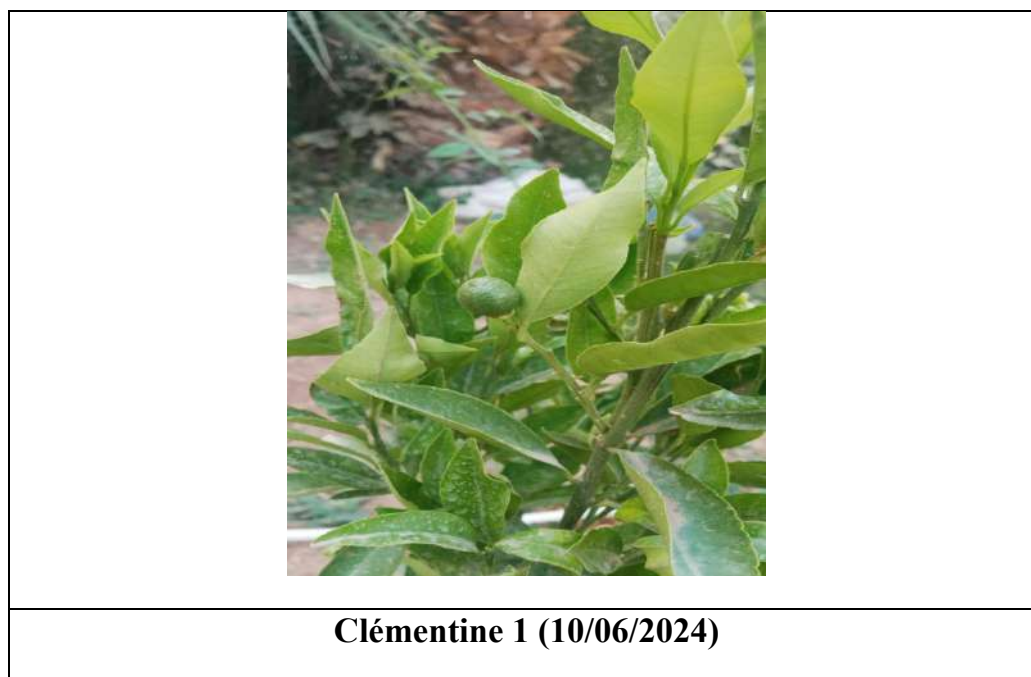


Figure 63 : Le cycle de floraison et de fructification des clémentiniers(Cliché Berrehal, 2024).

En explorant ces images, nous pouvons suivre le cycle de vie des clémentiniers. Au mois de février-mars, nous voyons s'ouvrir les premiers bourgeons floraux, avec de petites fleurs blanches entourées d'un feuillage vert tendre : c'est le début de la floraison. Ensuite, en avril-mai, ces fleurs ont commencé à s'épanouir, produisant au centre des ovaires verts qui seront les fruits à venir. L'une des fleurs est encore visible, l'autre s'est déjà transformée en petites boules vertes naissantes, les noix : cette étape essentielle est la nouaison, où les fleurs fécondées commencent à se développer en clémentines.

Ces clichés capturent ainsi les principales étapes du cycle reproductif fascinant de l'agrumes, de l'éclosion printanière des fleurs à la formation initiale des fruits, précurseur de la récolte à venir quelques mois plus tard.

II.1.2 L'attaque des insectes sur les plantes clémentines :

Plusieurs pieds de clémentiniers ont été infectés par des pucerons lors du suivi de printemps. Ces petits insectes de couleur verte foncée se sont établis en colonies sur les jeunes pousses et bourgeons, comme on peut le voir (planche 3). Les pucerons sont des insectes nuisibles qui attaquent souvent les agrumes pendant leur croissance printanière.

D'après nos observations, ces petits insectes se nourrissent de la sève des plantes, ce qui affaiblit leur croissance et favorise souvent la propagation de virus. Ils peuvent causer de graves dommages aux boutons floraux, aux feuilles et aux tiges, ce qui compromet la floraison et la fructification future des clémentiniers infestés.



Figure 64: L'attaque du puceron sur plante de clémentine(Cliché Berrehal, 2024).

Face à cette situation préoccupante, nous avons dû recourir à l'utilisation de traitements insecticides spécifiques pour éradiquer les pucerons sur les plants infectés. Ces produits phytosanitaires nous ont permis de préserver les cultures menacées. Ils ont également été appliqués de manière préventive sur d'autres pieds pour éviter une propagation rapide des pucerons et protéger les futurs fruits en

formation. Après une semaine et grâce au traitement appliqué, la plante semble revigorée et libérée des ravageurs.



Figure 65: L'insecticide utilisé contre les pucerons (Cliché Saidani,2024).

II.1.3 Le développement et la floraison des citronniers et Thomson :

II.1.3.1 Les plants issus de sachets :

Pour les citronniers et Thomson cultivés initialement en sachets de pépinière, nous avons pu observer des comportements phénologiques quelque peu différenciés.

Cependant, c'est surtout au niveau de la floraison que le développement de ces plants issus de sachets s'est révélé distinct. Dès les premières semaines suivant leur plantation, nous avons assisté à l'initiation de boutons floraux puis à leur lente évolution jusqu'à l'anthèse des fleurs. Ce processus s'est déroulé de manière échelonnée, avec des degrés de floraison variables selon les rameaux et les plants.

➤ Citronnier :

	
Citronnier 4(09/04/2024)	
	
Citronnier 3 (22/04/2024)	Citronnier 4 (22/04/2024)
	
Citronnier 3 (15/05/2024/)	Citronnier 4 (03/06/2024)

Figure 66 : Suivi phénologique des bourgeons floraux et de la floraison des deux citronniers issues de sachets (Cliché Berrehal, 2024).

➤ Thomson :

	
Thomson 3(20/03/2024)	
	
(09/04/2024)Thomson 4(22/04/2024)	
	
Thomson 4(09/04/2024)	Thomson 3(22/04/2024)

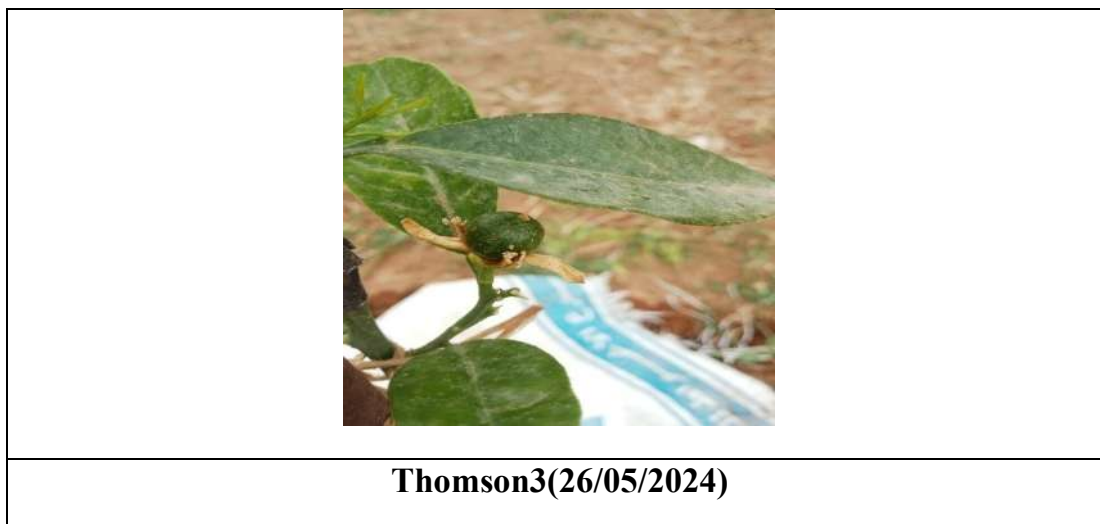


Figure 67: Suivi phénologique des bourgeons floraux et de la floraison des deux Thomsonissus de sachets (Cliché Berrehal, 2024).

- On observe l'émergence des bourgeons floraux roses(citronnier)et blanches(Thomson), stade initial de la floraison à partir des bourgeons végétatifs.
- Les boutons se sont épanouis en fleurs tubulaires roses pâles caractéristiques(citronnier) et fleurs blanches en forme de petites grappes sphériques(Thomson), marquant le stade de pleine floraison.
- Les plantes sont au stade de floraison terminale, avec les fleurs vives complètement ouvertes et prêtes pour la pollinisation.
- La floraison est terminée : la majorité des pétales ont chuté.
- La nouaison du fruit marque le début de la croissance de l'ovaire et l'apparition de jeunes fruits.
- La croissance des fruits et leur croissance progressive au fil du temps.

II.1.3.2 Les plants issus des mottes :

Le développement phénologique des citronniers et Thomson repiqués en mottes a été nettement plus lent que celui des plants issus de sachets. Aux citronniers, les feuilles n'ont connu qu'un léger développement au cours des premières semaines et les bourgeons floraux n'ont commencé que tardivement, vers la fin du mois d'avril et le mois de mai.

➤ Citronnier :

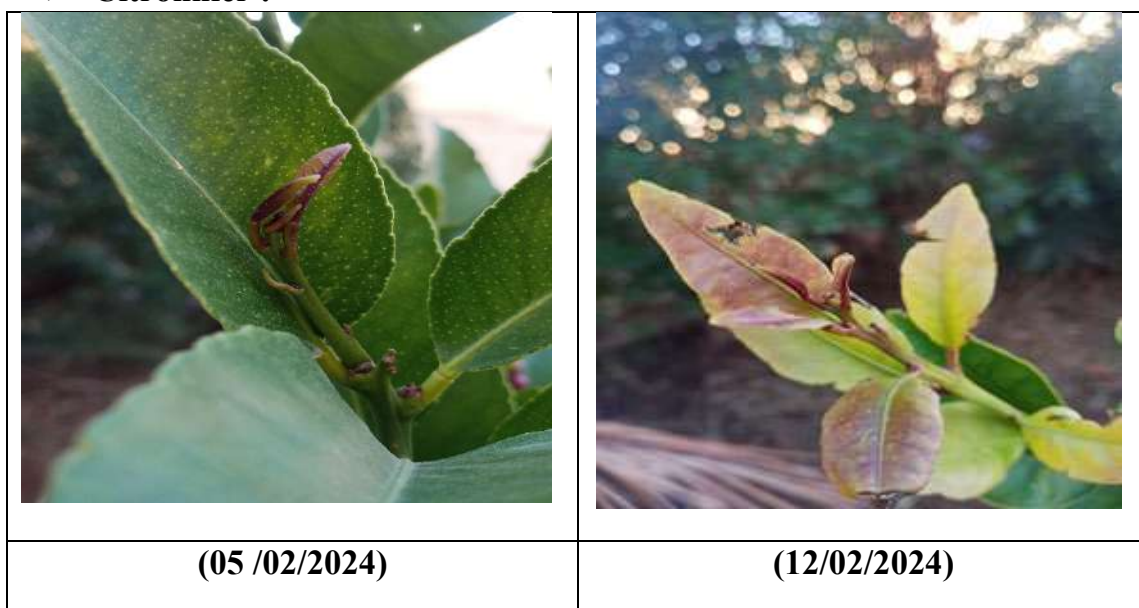


Figure 68 : Le développement de quelques feuilles de citronnier issue de motte (Cliché Berrehal,2024).

- Dans un premier temps, cette croissance ralentie s'est traduite par une augmentation de seulement quelques centimètres des feuilles existantes et un développement limité. (fig.61)

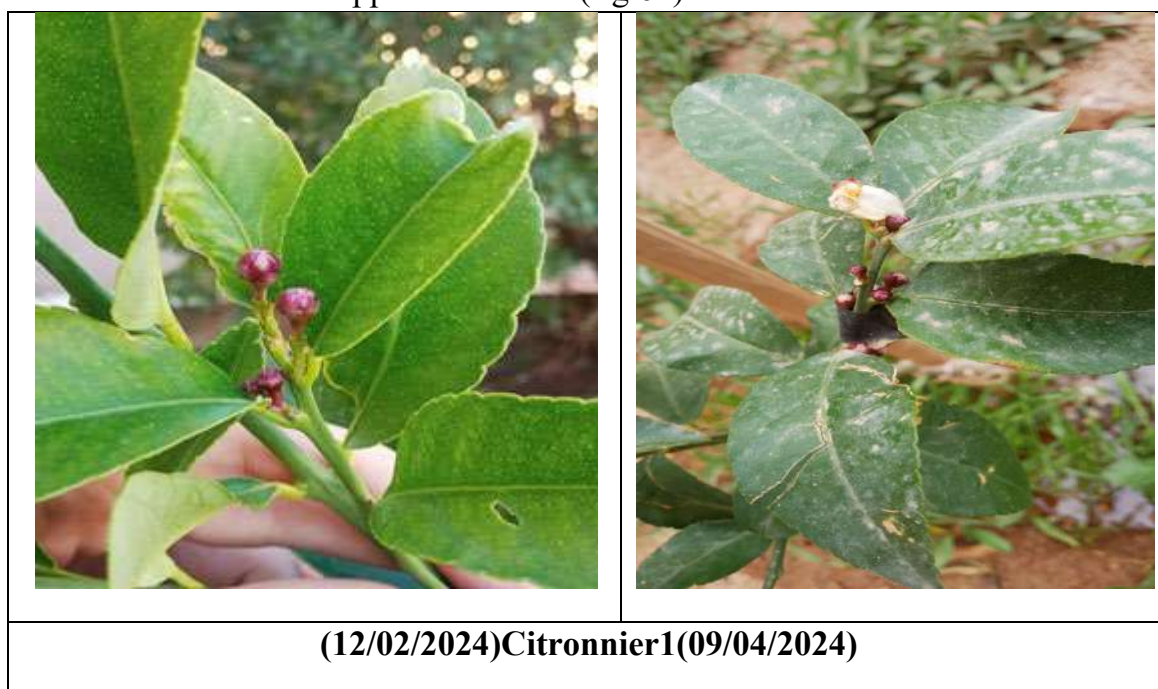
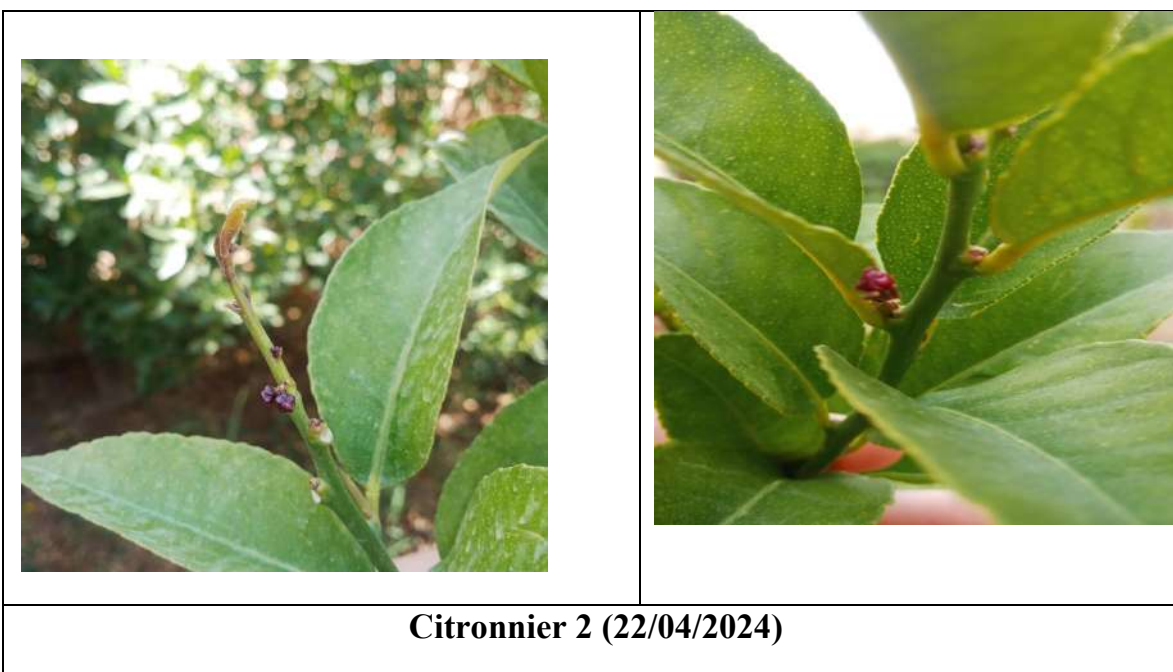




Figure 69 : Le développement des fleurs et des feuilles existantes des 2 citronniers issues des mottes (Cliché Berrehal, 2024).



Citronnier 2 (22/04/2024)

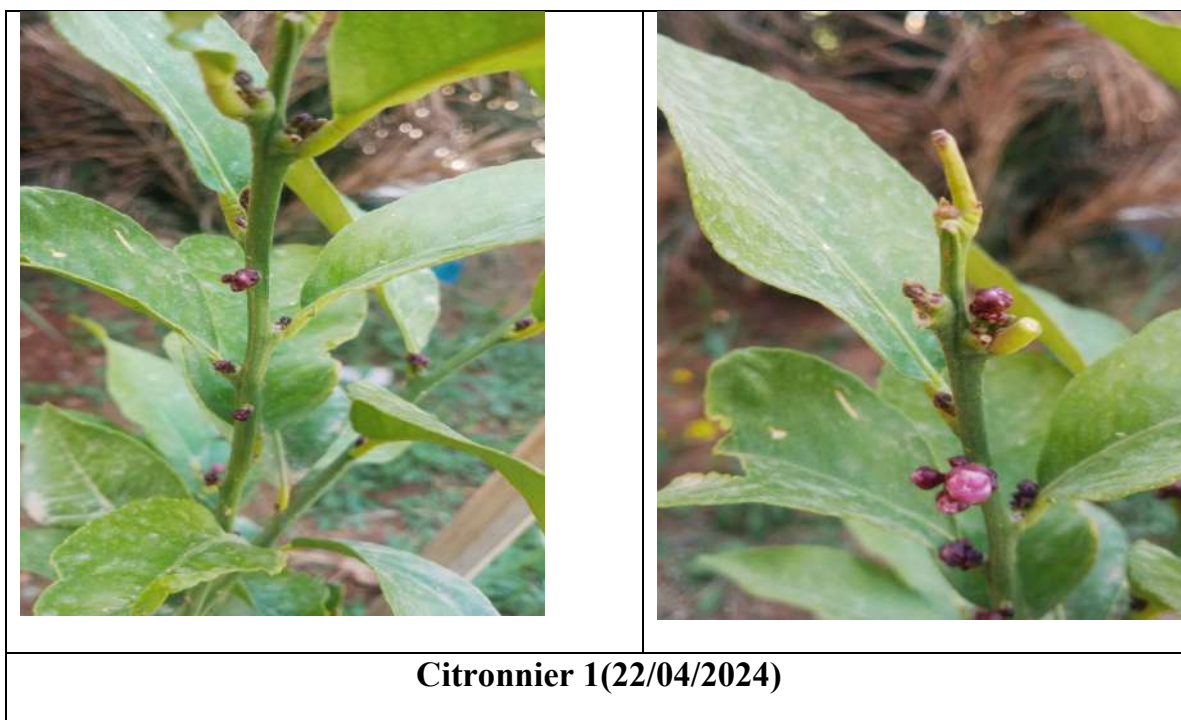
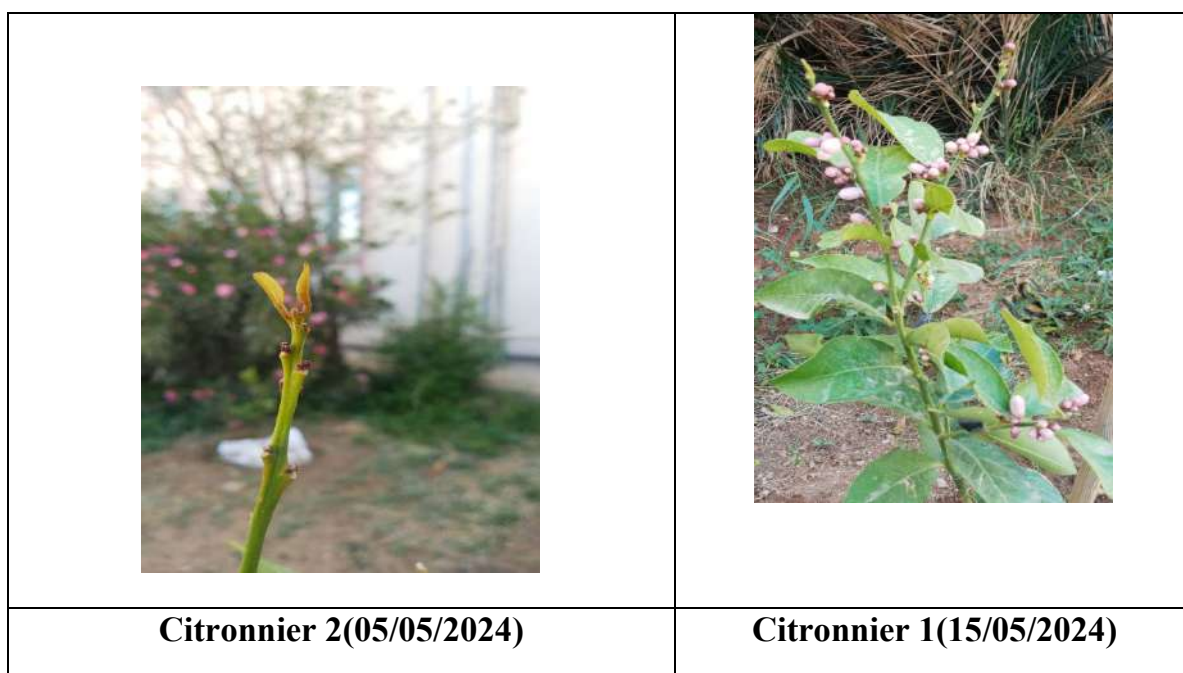


Figure 70: Planche 7 L'apparition de nouveaux bourgeons à la mi-avril des 2 citronniers issus des mottes (Cliché Berrehal,2024).

Cependant, après un certain temps, c'est-à-dire jusqu'à la mi-avril, de nouveaux bourgeons de feuilles et de fleurs ont commencé à apparaître (planche7), indiquant une reprise de croissance plus active des plants, et a également accompagné par le développement de bourgeons déjà existants (planche 6).



	
Citronnier 2(19/05/2024)	
	
Citronnier 1 (19/05/2024)	

Figure 71/Planche 8 La croissance des nouveaux bourgeons des 2 citronniers issus des mottes (Cliché Berrehal ,2024).

➤ **Thomson :**

Jusqu'au 22 avril, Les bourgeons déjà présents commencent à se former (Thomsonnuméro 2) et de nouveaux bourgeons à la fois pour les feuilles et les fleurs ont commencé à apparaître sur Thomsonnuméro 1, marquant une reprise active de leur croissance végétative et reproductive au printemps.

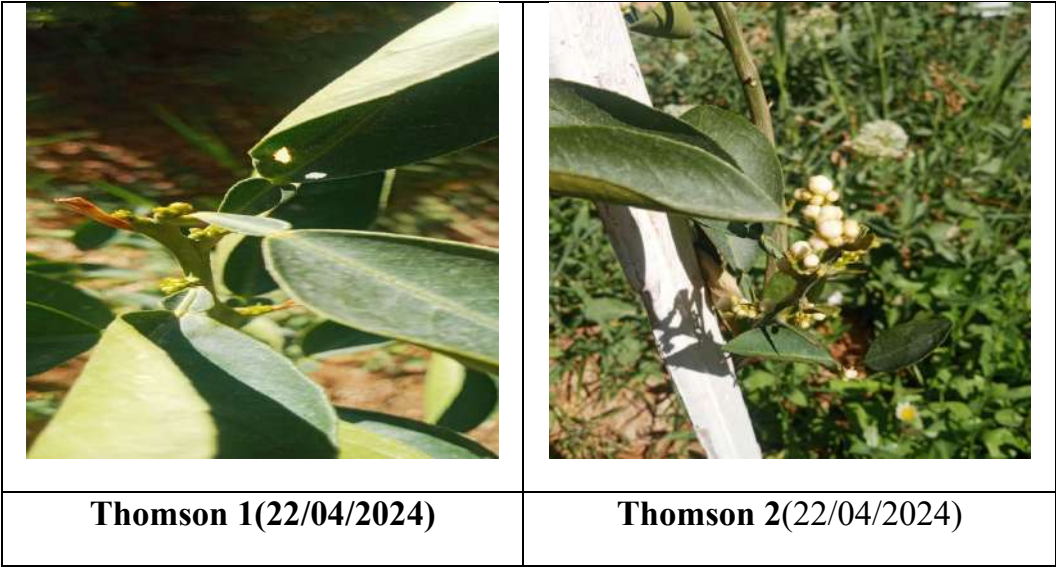


Figure 72 : L'apparition et croissance des bourgeons de fleurs des Thomson issues des mottes(Cliché Berrehal, 2024).

- On observe clairement les bourgeons floraux jaunes ainsi que les pétales blancs délicats des fleurs en développement (fig.62).

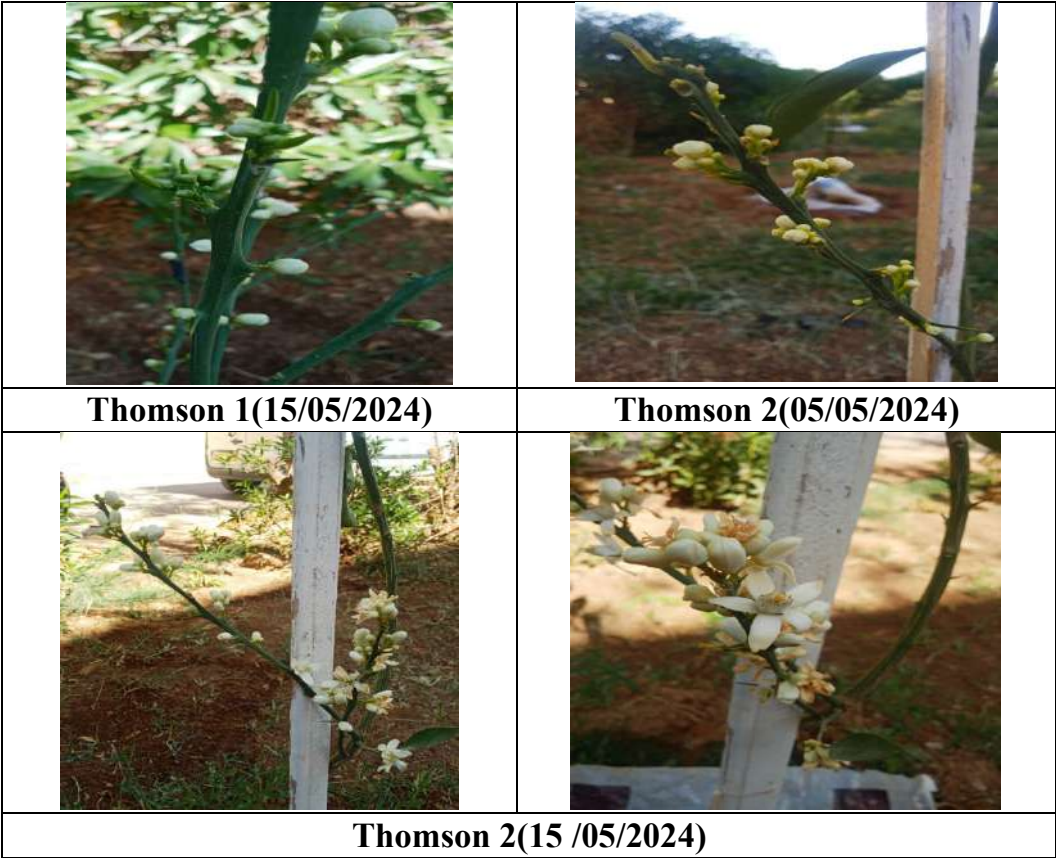


Figure 73: Planche 9 La croissance des bourgeons des Thomson issues des mottes (Cliché Berrehal, 2024).

- Les jeunes pousses vertes avec les bourgeons à venir sont visibles sous la forme de petites protubérances blanches longeant les tiges.
- L'apparition des fleurs, avec leurs pétales charnus blancs compactés en petits pompons floraux.

II.1.4 Procédure d'arrosage adaptée aux conditions météorologiques et au type de sol :

Durant le mois de février, la plupart des jours ont été pluvieux, ce qui a permis de s'affranchir de l'arrosage manuel des plantes. Les précipitations naturelles ont été suffisantes pour répondre aux besoins en eau des végétaux au cours de cette période.

Tableau 4: les jours de pluie pour le mois de février 2024 à Saïda.

Jour	Précipitations
9 février	Pluie (13°C)
10 février	Pluie (9°C)
11 février	Pluie (12°C)
17 février	Pluie (8°C)
18 février	Pluie (8°C)
24 février	Pluie (6°C)
25 février	Pluie (8°C)
26 février	Pluie (6°C)
27 février	Pluie (1°C)
28 février	Pluie (7°C)
29 février	Pluie (4°C)

Cependant, pour les autres mois de suivi, une procédure d'arrosage spécifique a été mise en place afin de prendre en compte la nature du sol argileux en profondeur. Afin d'éviter tout risque de pourriture racinaire, un arrosage hebdomadaire d'environ 20 litres d'eau par plante a été pratiqué. Pour les mois de mai et juin, la fréquence d'arrosage a été augmentée à 2 à 3 jours par semaine afin de prévenir le flétrissement des plantes dû aux températures élevées durant ces mois.

Il est à noter que cette procédure d'arrosage a été ajustée en fonction des précipitations naturelles survenues pendant la période de suivi. Lors des jours de pluie, l'arrosage manuel a été réduit ou supprimé selon les besoins, afin d'éviter un apport d'eau excessif au niveau des racines.

II.1.5. Interventions de renforcement des plantes suite aux effets d'une vague de chaleur :

Les températures élevées de la dernière semaine d'avril ont eu un effet important sur la santé des plantes de la zone d'étude. Bien que les plants aient été arrosés régulièrement, certains ont présenté des signes de flétrissement et de défoliation.

Un clémentinier a été complètement défolié, avec la perte de toutes ses feuilles pendant cette période, un autre clémentinier a été moins touché, ne perdant que quelques feuilles. Toutefois, deux plantes Thomson ont également été complètement défoliés.

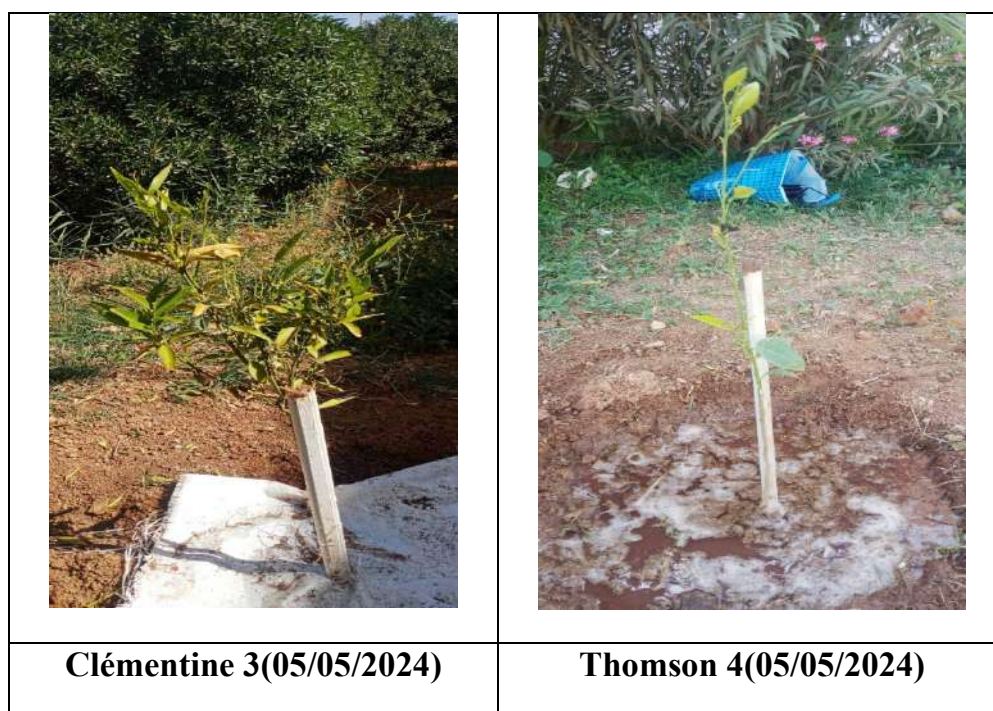


Figure 74: Deux des plants présentés des signes de flétrissement et de défoliation (Cliché Berrehal, 2024).

Le flétrissement des plantes et la chute des feuilles n'ont pas tardé à être traités pour renforcer leur force et encourager leur reprise. En premier lieu, on a supprimé les mauvaises herbes pour diminuer la compétition pour les ressources nutritives et hydriques.

Par la suite, un apport en fer et un fortifiant NPK ont été effectués. Un total de 600 grammes de fer ont été répartis sur les 11 plantes en fonction de leurs besoins respectifs, soit environ 54 grammes par arbre, appliqués à deux reprises. De plus, un engrais NPK a également été apporté pour favoriser une croissance optimale des agrumes.

➤ **30/04/2024 : Administration de la première dose.**

➤ **05/05/2024 : Administration de la deuxième dose.**

L'apport de fer a pour objectif non seulement de favoriser la production de chlorophylle, mais également de renforcer les défenses naturelles des plants contre certains agents pathogènes naturels et d'assurer l'entretien de la floraison en évitant la chute prématurée des fleurs. Le fer aide également à développer et à élargir les racines, ce qui facilite leur exploration du sol et leur absorption des nutriments et de l'eau. Quant au NPK, il fournit les éléments nutritifs essentiels (azote, phosphore et potassium) nécessaires à la croissance végétative et reproductive des plantes.

Après ces apports, la surface autour de chaque plante a été recouverte de sacs de semoule et de farine, formant une couche protectrice. Cette couverture a pour objectif de limiter l'évaporation de l'eau après l'arrosage, particulièrement dans des conditions de températures élevées, tout en empêchant la croissance de mauvaises herbes à proximité immédiate des plantes. Cette méthode permet de maintenir un environnement humide et propice à la reprise de la croissance des plants.



Figure 75: Soins aux plantes après de fortes chaleurs(Cliché Berrehal, 2024).

II.1.6. Reprise de la croissance végétative après un stress hydrique :

Après les changements survenus sur certaines plantes, tels que le flétrissement et la chute des feuilles, une reprise remarquable de l'activité végétative a été observée chez les plantes de Thomson et Clémentine au début du mois de mai. Malgré les conditions défavorables précédentes, ces plants ont manifesté une capacité de résilience en produisant de nouveaux bourgeons foliaires le long de leurs branches.

Ces bourgeons, initialement à l'état de repos, ont commencé à gonfler et à se développer, marquant le début d'un nouveau cycle de croissance. Au fur et à mesure que les jours passaient, ces bourgeons se sont épanouis en de nouvelles pousses feuillues.

	
Thomson 1(15/05/2024)	Thomson 4(26/05/2024)
	

Thomson 3(03/06/2024)	Thomson 4(03/06/2024)
------------------------------	------------------------------

Figure 76: Planche 10 La reprise de la croissance des feuilles des Thomson après un stress hydrique(Cliché Berrehal, 2024).

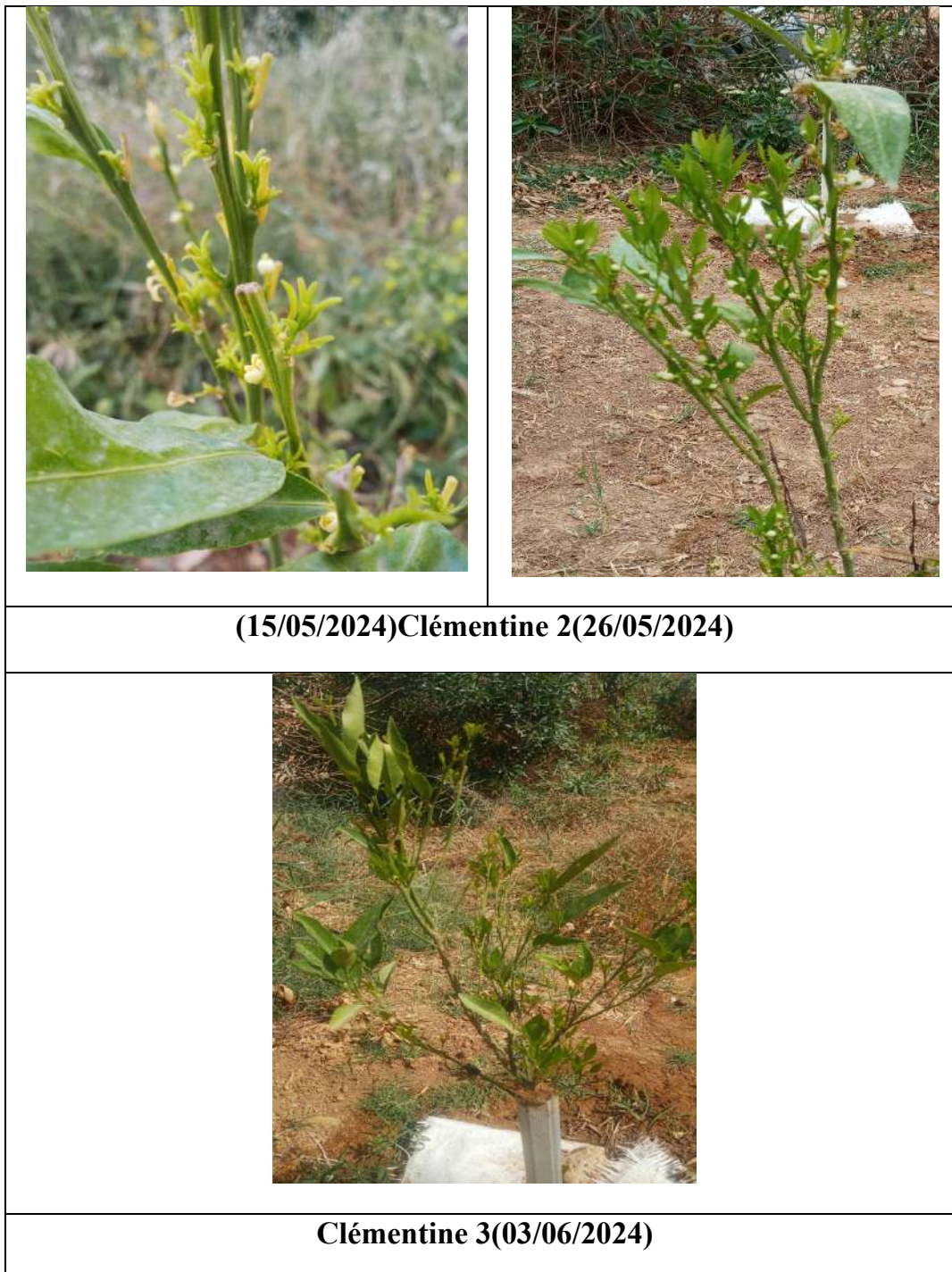


Figure 77: Planche 11 La reprise de la croissance des feuilles des clémentines après un stress hydrique(Cliché Berrehal, 2024).

II.1.7. Application de l'échelle BBCH pour l'étude de développement des fruits des agrumes :

Pour cette étude, nous avons pris l'initiative d'utiliser le code BBCH afin de décrire certains stades phénologiques de variétés d'agrumes cultivées importantes :

➤ Stade principal 0 : développement des bourgeons :

- ✓ Le code 00 : dormance : les bourgeons foliaires ainsi que ceux des inflorescences sont indifférenciés, ils sont fermés et recouverts d'écailles vertes.



Figure 78: Dormance : du schéma au réel (Cliché Berrehal,2024)

- ✓ Le code 01 : début du gonflement des bourgeons.



Figure 79: Début du gonflement des bourgeons (Cliché Berrehal,2024)

➤ **Stade principal 1 : développement des feuilles :**

- ✓ Le code 10 : les premières feuilles se séparent : les écailles vertes s'ouvrent et les feuilles émergent.

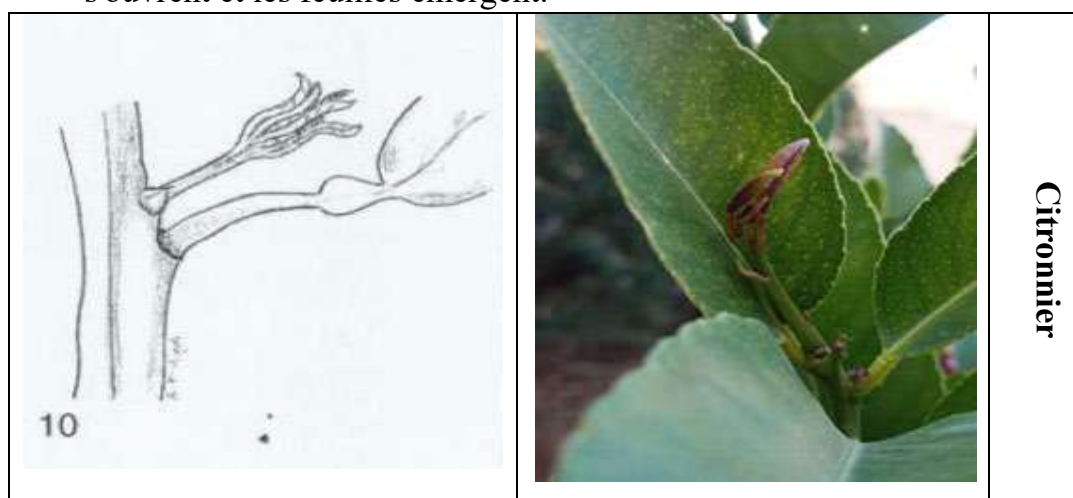


Figure 80 : Débourrement d'un jeune rameau de citronnier (Cliché Berrehal,2024)

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

- ✓ Le code 55 : les fleurs sont fermées (stade bouton vert). Elles sont isolées ou arrangées en racèmes. On trouve ou non des feuilles à l'intérieur des inflorescences.

		Citronnier
		Thomson

Figure 81: Boutons floraux avant éclosion (Cliché Berrehal, 2024)

- ✓ Le code 56 : les pétales s'allongent et les sépales recouvrent la corolle à moitié (stade bouton blanc)

		Citronnier

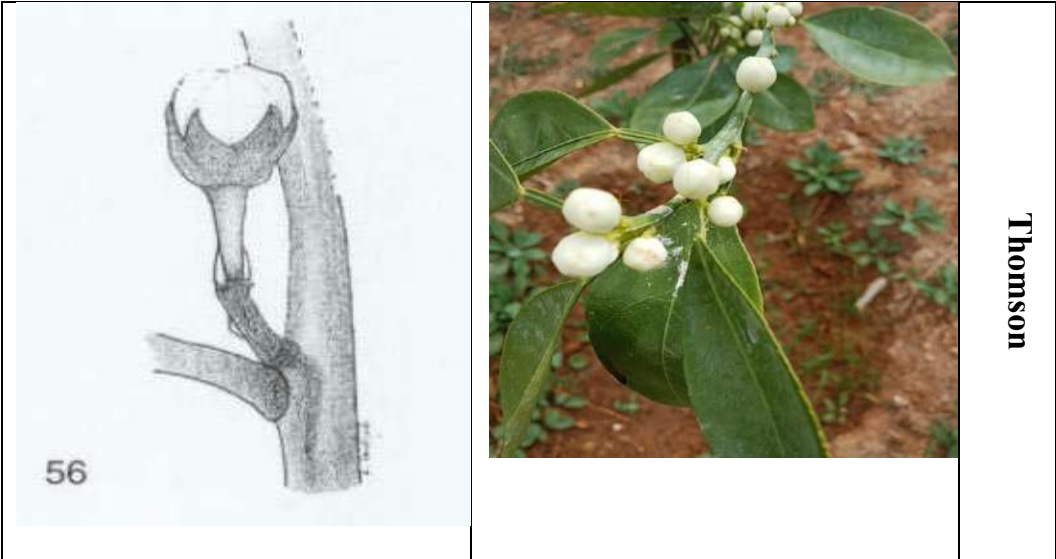


Figure 82: Le stade bouton blanc du schéma au réel (Cliché Berrehal, 2024)

✓ Le code 59 : la plupart de fleurs forment, avec les pétales, un ballon creux



Figure 83: Les fleurs forment un ballon creux (Cliché Berrehal, 2024)

➤ **Stade principal 6 : la floraison :**

✓ Le code 61 : début de la floraison : environ 10 % des fleurs sont ouvertes

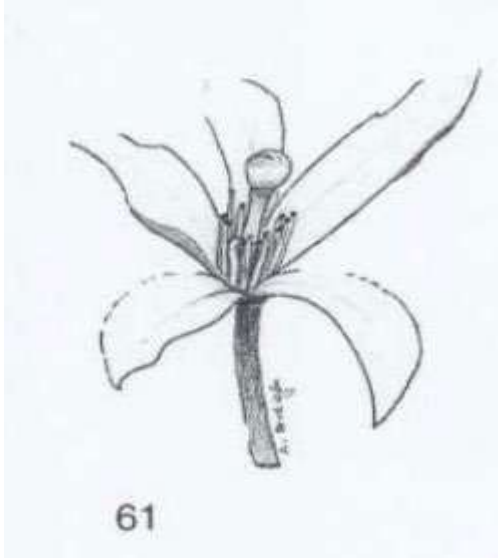
		Citronnier
		Thomson

Figure 84:Début de la floraison (Cliché Berrehal, 2024)

✓ Le code 67 : la floraison s'achève : la plupart des pétales sont tombés

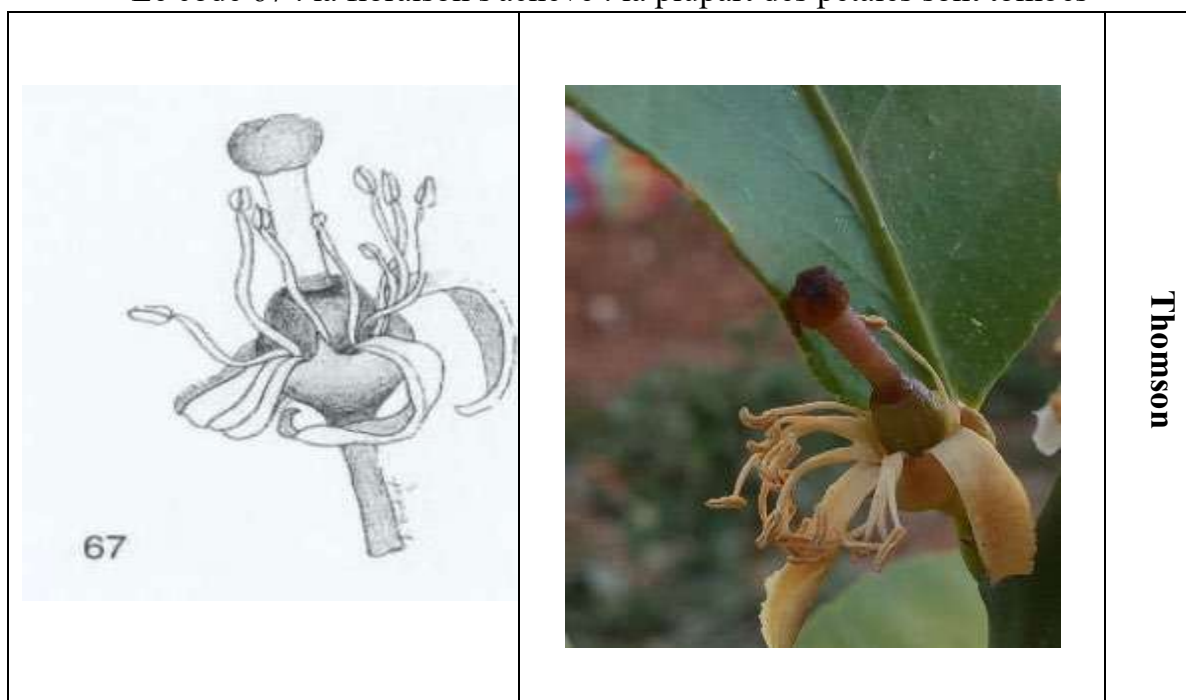


Figure 85 : La majorité des pétales sont tombés (Cliché Berrehal, 2024)

✓ Le code 69 : fin de la floraison : tous les pétales sont tombés.



Figure 86: La fin des fleurs (Cliché Berrehal, 2024)

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

- ✓ Le code 72 : le petit fruit vert est couronné par les sépales.

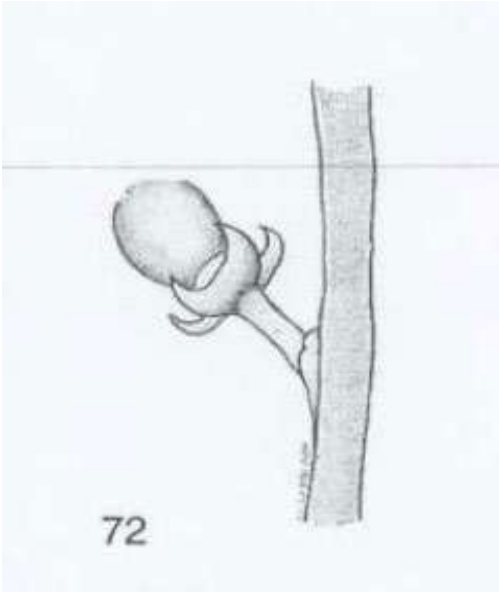
		Citronnier
		Thomson

Figure 87 : L'apparition des fruits et le début de leur développement (Cliché Berrehal, 2024)

II.2. Discussion :

II.2.1 Les raisons, les effets et les avantages de l'incorporation du fumier :

Les agrumes bénéficient de nombreux avantages du fumier de moutons pour leur croissance.

Tout d'abord, il offre une abondance de nutriments indispensables tels que l'azote, le phosphore et le potassium, indispensables à la croissance et à la santé des plantes. Par ailleurs, le fumier de moutons améliore la structure du sol en augmentant sa capacité à retenir l'eau et à apporter progressivement les nutriments aux racines. En ajoutant du fumier de moutons à la plantation, on améliore les conditions du sol afin de fournir aux agrumes les nutriments indispensables à leur croissance harmonieuse, tout en favorisant une agriculture plus durable et respectueuse de l'environnement.

Nous avons soigneusement placé la plante dans le trou, de sorte que le sommet de la motte soit aligné avec le sommet de la butte de terre qui entoure le trou. La plantation de la plante au-dessous du collet était nécessaire pour assurer un bon enracinement et une croissance optimale. Ce processus, réalisé consciemment, encourage une croissance saine des racines et garantit une adaptation harmonieuse de la plante à son nouvel environnement (figure 57).

II.2.2 Première observation des plantes (30/01/2024) :

Dès le jour même de la mise en terre de nos jeunes agrumes, nous avons fait une observation approfondie. Il s'agissait en effet de surveiller dès le départ les éventuelles conséquences du stress de transplantation sur l'état physiologique des plants. Nous avons commencé notre examen par une inspection visuelle minutieuse du feuillage.

Nous avons été particulièrement attentifs à repérer tout signe de flétrissement, de jaunissement anormal ou de chute prématurée des feuilles, signes indiquant un manque d'eau ou un problème de racines.

Nous avons également examiné l'émergence possible de nouvelles pousses et boutons floraux, ce qui peut être un indicateur favorable d'une reprise rapide de l'activité végétative. L'étude a continué sur les tiges et les rameaux afin de repérer d'éventuels dessèchements, lésions ou décolorations préoccupantes.



Figure 88: Bouton florales d'un clémentinier (Cliché Berrehal, 2024)



Figure 89: Jeunes pousses d'un citronnier (Cliché Berrehal, 2024).

- On peut observer (fig.75) les feuilles vertes brillantes typiques d'un arbre d'agrumes et un petit bouton floral vert pâle qui émerge entre les feuilles, ce qui laisse supposer qu'il s'agit d'un clémentinier entrant en phase de floraison.
- On voit sur la (fig.76)des feuilles d'un vert vif et brillant, caractéristiques du citronnier, avec de jeunes bourgeons rougeâtres/bruns émergeant au centre, représentant de nouvelles pousses végétatives en pleine croissance sur un plant de citronnier. Ce moment où les jeunes rameaux se débourent et se développent est une étape essentielle de la plante.



Figure 90: Un petit bourgeon floral d'un citronnier(Cliché Berrehal, 2024)



Figure 91: Petites fleurs blanches formées d'un Thomson (Cliché Berrehal, 2024)

- La (fig.90) présente un petit bourgeon floral violet qui marque le commencement de la floraison.

N.B : Nous avons constaté la présence dans le site retenu pour notre travail un ancien citronnier moribond suite à entretien inexistant (fig.91). Cet agrume avait été mal entretenu. Les signes de manque de fer et de stress et de croissance limitée étaient présents en raison de conditions inadéquates. Nous allons analyser et comparer les différences entre cette plante négligée et les plantes que nous avons plantées au fil du temps avec une approche consciente, comparative et attentive.



Figure 92: Citronnier témoin (Cliché Berrehal, 2024).

II.2.3 Analyse comparée du développement végétatif entre les clémentiniers :

II.2.3.1 Facteurs influençant la vigueur et la vitesse de croissance :

- a) Conditions climatiques arides avec un faible cumul de pluies, limitant l'apport en eau nécessaire à une croissance optimale.
- b) Nature argileuse des sols, pouvant entraver le développement racinaire et l'absorption des nutriments.

Par exemple : à T5 (22/04/2024), les longueurs maximales des feuilles atteignent seulement 4 cm pour les plantes 1 et 3, tandis que la plante 2 n'a développé que des bourgeons foliaires à cette date.

II.2.3.2 Hétérogénéité observée et ses causes possibles :

Malgré des conditions stationnelles similaires, on remarque une hétérogénéité dans le développement végétatif entre les différentes plantes et leurs sous-groupes (A, B, C). Cette hétérogénéité peut être attribuée à plusieurs facteurs :

- a) Variabilité génétique entre les individus, influençant leur vigueur et leur capacité de croissance.
- b) Conditions microlocales variables (sol, exposition, apport en eau) au niveau de chaque plant.
- c) Dommages ou stress subis par certaines plantes (pathogènes, ravageurs, blessures) pouvant affecter leur développement.

Par exemple : plusieurs pieds de clémentiniers ont été infestés par des colonies de pucerons lors du suivi de printemps. Ces insectes nuisibles se nourrissent de la sève des plantes, affaiblissant leur croissance et pouvant causer des dommages aux boutons floraux, feuilles et tiges.

d) Stades de développement initial différents au moment de la plantation. Cependant, les mesures initiales à T1 (20/02/2024) et T2 (03/03/2024) montrent des valeurs identiques pour toutes les plantes (respectivement 0,4 mm et 0,9 mm), suggérant une croissance homogène avant que les facteurs environnementaux n'induisent une hétérogénéité au fil du temps.

Cette analyse met en évidence l'impact des conditions environnementales stressantes, notamment l'aridité et la nature argileuse des sols, sur le développement végétatif des clémentiniers. Cependant, la variabilité naturelle liée à des facteurs génétiques, microlocaux ou au stade de développement initial des plants peut également contribuer à l'hétérogénéité observée dans leur croissance.

II.2.4. Comparaison entre les plants cultivés en sachets et ceux transplantés en mottes :

II.2.4.1 Différences liées à l'état des racines :

Les différences observées entre les plantes issues de sachets et celles repiquées en mottes s'expliquent principalement par l'état des racines et leur développement. Les plantes cultivées en sachets ont développé un système racinaire compact et ramifié, favorisant une absorption efficace des nutriments et de l'eau dans un espace restreint. En revanche, lors de la découpe des racines pour le repiquage en mottes, il y a eu un risque de dommages et de blessures, compromettant la capacité des racines à absorber efficacement l'eau et les nutriments du sol. Cela a conduit à un système racinaire moins développé et moins fonctionnel, limitant l'ancrage solide de la plante et son accès aux ressources nécessaires à sa croissance optimale.

II.2.4.2 Comparaison du développement végétatif :

Les plants issus des mottes (citronniers et Thomson : plantes n°1 à 4) ont connu un développement phénologique nettement plus lent que ceux issus de sachets. Leurs feuilles n'ont connu qu'un léger développement au cours des premières semaines, et les bourgeons floraux n'ont commencé à apparaître que tardivement, vers la fin du mois d'avril et le mois de mai. Ce retard peut être expliqué par le fait que ces végétaux devaient reconstruire un système racinaire fonctionnel après la découpe et la transplantation. La contrainte racinaire initiale a engendré un ralentissement marqué de la reprise végétative, se traduisant par une croissance foliaire particulièrement lente pendant les premières semaines.

En revanche, les plants issus de sachets (citronniers, Thomson et clémentiniers : plantes n°5 à 11) ont montré un développement végétatif plus rapide. Leur système racinaire dense et structuré, conservé lors de la transplantation, a vraisemblablement facilité la reprise initiale et permis d'alimenter précocement les ébauches foliaires et les pousses feuillées.

II.2.4.3 Comparaison du développement reproducteur :

Le développement reproducteur a également été affecté par les différences liées à l'état des racines. Alors que les plants issus de sachets entamaient déjà leur floraison, les citronniers et Thomson repiqués en mottes n'avaient à peine ébaucher quelques boutons floraux à cette période. Ce n'est que plusieurs semaines plus tard que leurs premières fleurs se sont épanouies. Le handicap racinaire temporaire lié au repiquage en mottes a donc retardé l'initiation florale et l'épanouissement des fleurs chez ces plants.

D'autre part, pour les citronniers et Thomson cultivés initialement en sachets de pépinière, l'initiation de boutons floraux et leur évolution jusqu'à l'anthèse des fleurs se sont déroulées de manière échelonnée dès les premières semaines suivant leur plantation. Ce démarrage rapide de la floraison peut être attribué à leur système racinaire particulier, dense et structuré, favorisant une alimentation précoce des ébauches florales.

II.2.5 Effet du stress de transplantation :

Les conditions stationnelles difficiles de la région, avec un climat semi-aride et des sols argileux, ont sans aucun doute exercé une pression supplémentaire sur les plants récemment transplantés. Le stress hydrique et les températures élevées, comme la vague de chaleur fin avril, ont déclenché des réponses de défense chez les végétaux.

Le flétrissement observé chez certains plants, notamment deux Thomson, témoigne des difficultés d'absorption de l'eau dans ce nouvel environnement. La chute des

feuilles, touchant gravement un clémentinier qui a été complètement défolié, et dans une moindre mesure un autre individu, représente un mécanisme d'adaptation visant à réduire les pertes en eau par transpiration.

Bien que ces signes puissent paraître alarmants, ils reflètent en réalité les ajustements physiologiques que doivent opérer les plantes pour s'acclimater aux nouvelles conditions de croissance. Il est crucial de comprendre que ces réponses font partie intégrante du processus d'établissement post-transplantation.

Les interventions de renforcement, telles que l'élimination des mauvaises herbes, l'apport de fer et la couverture du sol, ont été des mesures judicieuses pour atténuer les effets du stress et favoriser la reprise des plants. L'apport de fer, en particulier, a probablement contribué à stimuler la production de chlorophylle, renforcer les défenses naturelles et encourager le développement racinaire, améliorant ainsi la capacité des plantes à puiser les ressources nécessaires dans le sol.

La reprise remarquable de l'activité végétative observée chez les Thomson et les clémentiniers au début du mois de mai témoigne de la résilience de ces espèces face aux conditions difficiles. La production de nouveaux bourgeons foliaires et de pousses feuillues indique que les plants ont réussi à s'adapter et à mobiliser leurs ressources pour entamer un nouveau cycle de croissance.

Cependant, il est important de souligner l'hétérogénéité des réponses entre les individus et les espèces. Certains plants ont manifestement mieux toléré le stress que d'autres, ce qui pourrait être lié à des différences génétiques, à leur stade de développement initial ou à des facteurs microlocaux.

II.2.6. Le développement de la santé et de la vitalité du citronnier témoin pendant la période de suivi :

Confronté à des conditions extrêmement défavorables - un sol argileux, une région semi-aride et un cruel manque d'entretien - l'ancien citronnier moribond a fait preuve d'une vitalité inattendue. Par une observation consciencieuse et rigoureuse, nous avons constaté l'éclosion de ses bourgeons donnant naissance à des fleurs au mois de mars.



(20/03/2024)

Figure 93: L'apparaitre et l'éclosion des fleurs de citronnier témoin (Cliché Berrehal, 2024)

Peu de temps après, en mai, de nouvelles pousses feuillues commencèrent à se développer sur ses branches. Ce regain d'activité végétative, bien que modeste, montre la grande résistance de cet agrume, qui a survécu à un milieu hostile et à des années de négligence qui auraient pu lui être fatales. En observant attentivement son développement, nous avons pu constater qu'une plante abandonnée possède un potentiel de renouvellement inattendu, à condition de lui porter l'attention nécessaire.

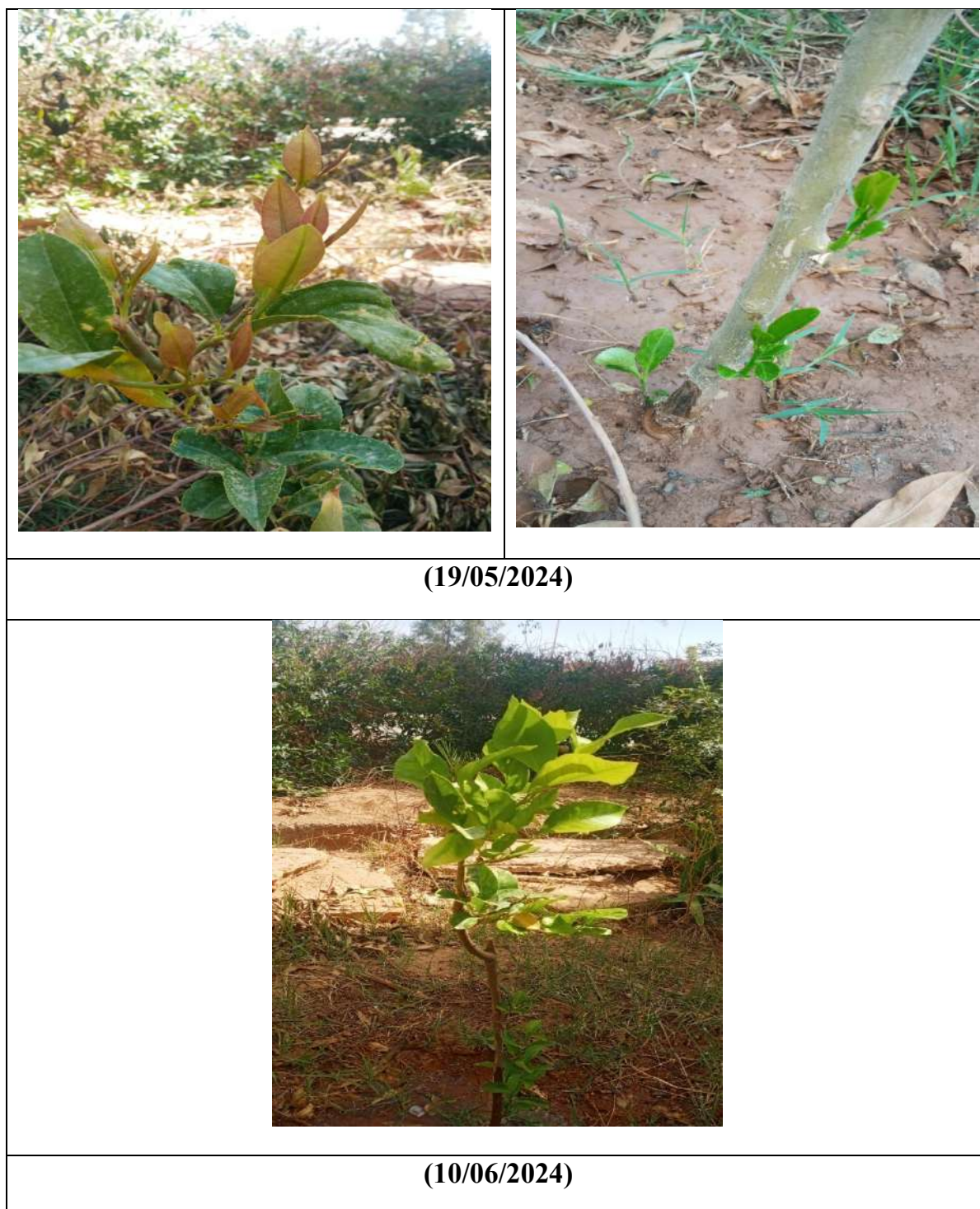


Figure 94: Des nouvelles pousses feuillues de citronnier témoin (Cliché Berrehal, 2024)

Toutefois, l'entretien de cet arbre pendant la période de suivi des nouvelles plantes a permis de mettre en évidence le potentiel de développement des agrumes dans cette région indépendamment des conditions climatiques et pédologiques. Avec un entretien et un arrosage appropriés, le citronnier moribond a connu une remarquable reprise au printemps, produisant des fleurs épanouies le mois de mars et développant de nouvelles feuilles en mai.

Ce changement contrasté met en évidence l'importance capitale des méthodes de culture pour favoriser l'installation et la croissance des agrumes dans des zones semi-arides à sols argileux. Tandis que la négligence entraîne inévitablement un déclin, une approche consciente, comparative et attentive, qui comprend un suivi rigoureux, des apports en nutriments essentiels tels que le fer et un arrosage régulier adapté aux besoins, peut encourager le développement optimal de ces cultures. Cette observation est confirmée par les résultats obtenus avec les plantes observées pendant cette période. Ces agrumes ont réussi à traverser des étapes phénologiques importantes, malgré les conditions stationnelles difficiles, marquées par l'aridité et la nature argileuse des sols, grâce aux interventions mises en œuvre, comme les apports en fer et la gestion de l'irrigation.

Conclusion et perspectives

Conclusion générale

Cette étude comparative souligne que les agrumes peuvent être cultivés avec succès dans des régions semi-arides, à condition de mettre en œuvre des pratiques culturales adaptées et un suivi rigoureux. En fournissant les soins nécessaires pour répondre à leurs besoins spécifiques, comme un suivi étroit, des apports en nutriments adaptés et une gestion rigoureuse de l'irrigation, ces cultures peuvent s'épanouir malgré les défis liés au climat et aux sols contraignants. Le citronnier négligé que nous avons pris pour témoin représente un exemple frappant des conséquences de l'abandon, tandis que les plantes suivies démontrent les bénéfices d'une approche consciente et d'un entretien régulier. Nous avons constaté une dynamique phénologique assez intéressante pour nos plantes sur le terrain. A contrario le témoin a pu répondre positivement après l'avoir pris en charge.

Ainsi, cette analyse met en évidence le potentiel de développement des agrumes en milieu semi-aride, ouvrant la voie à de nouvelles perspectives pour l'optimisation de leur culture dans ces conditions. Une compréhension approfondie des limites fonctionnelles régissant leur développement, couplée à des recherches supplémentaires et à l'amélioration continue des techniques agricoles, permettra de relever les défis liés à la production durable de ces cultures dans des environnements contraignants.

Perspectives d'amélioration :

Sur la base des observations effectuées et des connaissances acquises lors de ce suivi phénologique des agrumes, plusieurs pistes d'amélioration des pratiques agricoles peuvent être envisagées :

- a) Gestion optimale de l'irrigation : l'importance d'un arrosage régulier et adapté aux besoins des plantes, en particulier pendant les phases critiques comme la transplantation et les périodes de chaleur intense, est cruciale. Un système d'irrigation goutte-à-goutte ou de micro-aspersion permettrait une utilisation plus efficace de l'eau tout en maintenant une humidité constante au niveau des racines.
- b) Amendements du sol : l'ajout régulier d'amendements organiques comme le compost ou le fumier de mouton améliorerait la structure du sol argileux et augmenterait sa capacité de rétention en eau et en nutriments. Cela favoriserait un meilleur développement racinaire et une meilleure absorption des éléments nutritifs par les plantes.

- c) Lutte intégrée contre les ravageurs : une surveillance régulière des cultures et l'adoption de méthodes de lutte intégrée, combinant des moyens physiques, biologiques et chimiques si nécessaire, permettrait de contrôler les infestations de ravageurs comme les pucerons tout en réduisant l'impact sur l'environnement.
- d) Sélection variétale : l'évaluation des performances des différentes variétés d'agrumes dans les conditions locales permettrait d'identifier les cultivars les mieux adaptés en termes de vigueur, de résistance aux stress hydriques et thermiques, ainsi que de productivité.
- e) Techniques culturales : l'adoption de techniques telles que le paillage, la taille raisonnée ou encore l'utilisation de porte-greffes adaptés pourrait contribuer à améliorer la croissance et la productivité des agrumes dans cette région semi-aride.
- f) Suivi à long terme : Un suivi phénologique à plus long terme, sur plusieurs cycles de production, permettrait d'acquérir une compréhension plus fine des interactions entre les facteurs environnementaux locaux et le développement des agrumes. Cela fournirait des informations précieuses pour optimiser les pratiques culturales et maximiser les rendements de manière durable.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

(<https://www.jardinsdefrance.org/les-ravageurs-des-citrus-quelques-donnees-dactualite/>)

Boukerche, B. (2014). Évaluation de l'état phytosanitaire des vergers agrumicoles dans l'Est Algérien.

Boukerche, B. (2014). Évaluation de l'état phytosanitaire des vergers agrumicoles dans l'Est Algérien.

BSV Guyane (2000) ; Timmer, L. W., et al. "Epidemiology and control of citrus greasy spot in different citrus-growing areas in Florida." Plant disease 84.12 : 1294-1298. Plantwise knowledge bank

Cavalloro, R. (1986). Integrated pest control in citrus groves. CRC Press.

Chikhi, A. (2019). Contribution à l'étude de la fertilité des sols sous agrumes cas de l'orangerie de la région de Draâ Ben Khedda (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

ChingchaiChaisiri, Xiangyu Liu, Yang Lin andChaoxi Luo (2022) ; Diaporthecitri: A Fungal Pathogen Causing Melanose Disease ; Plants 2022, 11(12), 1600;

cliniquedesplantes.fr

entifoliabio.fr

FAO, 2014 . FAOSTAT <http://faostat3.fao.org/home/E>.

Google maps, 2024

Houchine, A. (2017). Etude sur l'entomofaune des serres d'agrumes au niveau de la pépinière de Tadmait (région de Tizi-Ouzou) (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

<http://luchyprimeurs.com/les-agrumes/15-orange-maltaise.html>

<https://agrichem.dz/detailfleur/19/la-mineuse-des-agrumes/>

<https://agronomie.info/fr/les-agrumes/>

<https://bsvguyane.wordpress.com/les-cochenilles/>

<https://doi.org/10.3390/plants11121600>

https://fr.weatherspark.com/y/42379/M%C3%A9t%C3%A9o-moyenne-%C3%A0-Sa%C3%AFda-Alg%C3%A9rie-tout-au-long-de-l'ann%C3%A9e#google_vignette

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Agrume>

<https://jardinage.lemonde.fr/dossier-816-maladies-citronnier-agrumes.html>

<https://jardin-extraordinaire.com/11-ravageurs-et-maladies-des-agrumes-qui-peuvent-detruire-votre-bosquet/>

<https://journals.openedition.org/physio-geo/686?file=1>

<https://maisondesagrumes.com/2011/05/18/botanique-des-agrumes>

<https://maisondesagrumes.com/2011/12/11/lorigine-des-agrumes/#:~:text=L'origine%20des%20agrumes&text=Ils%20sont%20cultiv%C3%A9s%20depuis%20environ,vers%20l'Inde%20et%20res.>

<https://maisondesagrumes.com/2012/08/08/la-cochenille-australienne/>

<https://monde-vegetal.fr/blogs/blog/differents-agrumes>

<https://saida.mta.gov.dz/fr/notre-wilaya/>

<https://www.agrialgerie.com/la-filiere-agrume-se-porte-bien-en-2023-2024-avec-une-production-estimee-a-18-million-de-tonnes/>

https://www.agro.basf.fr/fr/cultures/arboriculture/ravageurs_des_arbres_fruitiers/mouche_mediterraneenne_des_fruits/#:~:text=Solutions%20de%20lutte%20contre%20la,de%20masse%20est%20%C3%A9galement%20pratiq%C3%A9

<https://www.aniref.dz/index.php?layout=edit&id=174>

<https://www.ciprex.se/inside-the-orange/>

<https://www.crowdfarming.com/blog/fr/le-vaste-monde-des-varietes-dagrumes-et-leurs-nutriments/>

<https://www.fruitrop.com/content/download/55341/967633/version/2/file/F272+recueil+statistique+agrumes+2019-2020+FRA.pdf>

<https://www.inra.org.ma/fr/content/l%E2%80%99orange-salustiana>

https://www.plantes-botanique.org/famille_Rutaceae

<https://www.rapport-gratuit.com/taxonomie-des-agrumes/>

<https://www.viverosalcanar.com/produits/verna/?lang=f>

<https://www.yara.fr/fertilisation/solutions-pour-cultures/agrumes/production-mondiale-agrumes/>.

INRA, 2016

Jacquemond, C., Curk, F. and Heuzet, M. 2013. Les clémentiniers et autres petits agrumes Quae., Versailles:Quae. phytogénétiques, Rome, Italie

Khefifi, H. S, 2015. Etudes physiologiques et genetiques de caracteres morpho-physicochimiques des fruits d'agrumes au cours de la maturation jusqu'à l'abscission. montpellier.france.pp18-31.

M.A.D.R., 2003

Mehouachi, J., Serna, D., Zaragoza, S., Agusti, M., Talon, M., & Primo-Millo, E. (1995). Defoliation increases fruit abscission and reduces carbohydrate levels in developing fruits and woody tissues of Citrus unshiu. Plant Science, 107(2), 189-197.

Nassim, B. M., & Mostafa, D. J. O. U. R. D. E. M. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention d'un diplôme master 2 en agronomie.

planeteagrobio.com

plantix.net/fr

Reece, P. C., & Swingle, W. T. (1967). The botany of Citrus and its wild relatives. The citrus industry, 1, 190-430..

Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture | Vol. 45 (2): 128–131, 201

Spiegel-Roy, P., & Goldschmidt, E. E. (1996). The biology of citrus. Cambridge university press.

Tanaka, T. (1961). Citologia: semi-centennial commemoration papers on Citrus studies. Osaka:CitologiaSupportingFoundation.

YAMINA, C. Etude de la variabilité morphologique au sein d'une collection d'agrumes cultivée à l'Est Algérien, W. Skikda