

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



Université 20 Août 1955 SKIKDA



Faculté des Sciences

Département : Sciences Agronomiques

En vue de l'obtention du diplôme de master 2

Spécialité : système de production agro-écologique

**ESSAI DE PROPAGATION DU LITCHI :
Influence du type de substrat, de la stimulation
hormonale et de la position des boutures et des
marcottes sur leur enracinement**

Présenter par :

AMRAOUI Wafa
GUETTOUCHE Khawla

Jury d'évaluation :

Présidente :	Mme GUERRAD Chahrazed.	(MCB)
Examinatrice :	Mme LARBI Djamilia.	(MCB)
Encadreur :	Mr BOULECHFAR Mohamed.	(MAA)

Année universitaire

2023 – 2024

Remerciements

Tout d'abord nous remercions le Bon Dieu qui nous 'a donné la volonté et l'énergie de réaliser ce travail.

Nous tenons en premier lieu à remercier notre encadreur de thèse,

*Mr **BOULECHFAR Mohamed**, maitre-assistant « A » à l'Université du 20 Août 1955 de Skikda, pour avoir dirigé ce travail et pour ses précieuses recommandations tout au long de la réalisation de la thèse.*

*Nous voulons exprimer aussi nos vifs remerciements à Mme **GUERRAD Chahrazed**, maître de conférence « B » à l'Université du 20 Août 1955 de Skikda, d'avoir accepté de présider le jury.*

Nous souhaitons aussi exprimer nos sincère reconnaissance aumembredu jury

*Mm **LARBI Djamila**, maître de conférence « B » à l'Université du 20 Août 1955 de Skikda, qui a accepté de juger et d'examiner ce travail.*

*Noustenons particulièrement à remercier Mm **NOUAR Houda**, chef de service commun de recherche du jardin botanique à l'Université du 20 Août 1955 de Skikda, qui nous facilite l'accès au jardin botanique de l'ex Ecole régionale d'agriculture de Skikda.*

Nous remercions enfin toute personne qui nous aidée de près ou de loin à réaliser ce travail.

Nous ne pouvons manquer de remercier nos enseignants du département d'agronomie à l'université du 20 Août 1955 de Skikda.

Dédicace

Avec un grand respect, je dédie ce travail à :

La source de la tendresse, mes très chers parents, qui m'ont appris que la patience est le Secret du succès. Et pour leurs encouragements et leurs soutènements durant chaque étape de ma vie.

À mon époux Redouane qui m'a beaucoup soutenue.

À mes très chers petits-enfants : mohamed Iyad, Loudjeine, Assil.

À mon adorable sœur Chaima.

À mes chers frères : Bilel, Mohamed lamine, Walid, Seifeddine, Ramy.

À ma chère amie : zaaber dallel

À tous mes enseignants.

Tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

Toutes les personnes qui ont participé à la réalisation de ce travail.

Je dédie ce modeste travail.

WAFIA

Dédicace

Avec un grand respect, je dédie ce travail à :

*A, mes très chers parents pour leurs encouragements et leurs
soutenances.*

Á mes chers frères.

Á tous mes enseignants.

, tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

Toutes les personnes qui ont participé à la réalisation de ce travail.

Je dédie ce modeste travail.

KHAWLA

Liste des tableaux

N° de tableau	Titre de tableau	Page
01	Principales pays producteurs du litchi dans le monde	04
02	Apports préconisés d'engrais pour fertiliser un arbre de litchi	16
03	Résultat d'essais de bouturage de <i>LITCHI SINENSIS</i> avec l'utilisation d'hormone	40
04	Résultat de bouturage dont le substrat utilisé est un mélange entre le sable et terre du jardin	45
05	Résultat de bouturage dont le substrat utilisé est un 100% sable	45
06	Résultat de bouturage dont le substrat utilisé est la terre du jardin	46
07	Résultat de bouturage dont le substrat utilisé est un mélange entre la perlite et le terreau	46
08	Essais de marcottage aérien de <i>Litchi sinensis</i>	47

Liste des figures

N° de figure	Titre de la figure	Page
01	Le fruit du LITCHI	03
02	Les fleurs et les grappes de fruits du litchi sinensis	06
03	La variété HaakYip	08
04	La variété Kwai May Red	09
05	La variété Kwai May Pink	09
06	La variété Shahi	09
07	La variété Chakrapad	10
08	Attaque d'une mouche de fruit	16
09	Attaque des cochenilles sur feuille	17
10	Attaque des cochenilles mineuses de l'écorce	18
11	Les variations de la température moyenne durant trois périodes dans la zone d'étude	31
12	Les variations de la pluviométrie moyenne durant trois périodes dans la zone d'étude	32
13	Diagramme Ombrothermique de Gausson de la période 2016-2018	32

Liste des photos

N° Photo	Titre de la photo	PAGE
01	Position géographique du site d'étude	30
02	Serre à nébulisation	33
03	L'arbre de litchi qui se trouve au niveau du jardin mexicain de l'université de 20 Août 1955	35
04	Feuille d'Aloe-verra	35
05	Matériels utilisés pour le bouturage	37
06	Matériels utilisés pour le marcottage aérien	38
07	Opération de préparation des boutures et extraction du gel d'Alo-vera	39
06	Boutures plantées dans la perlite et le terreau	40
07	Boutures plantées dans un substrat de terre du jardin	40
08	Boutures plantées dans un mélange de sable et terre du jardin	41
09	Boutures plantées dans le sable	41
10	Les étapes du marcottage aérien du litchi dans le jardin d'essais de l'université 20 Août 1955	42
11	Les marcottes des parties apicales et médianes du litchi	43
12	Marcotte aérienne morte de la partie médiane	48
13	Début de formation des calls (calogénèse)	48

SOMMAIRE

Remerciement	
Dédicace	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des photos	
Résumé	
Introduction générale.....	01

Chapitre I : Généralités sur le litchi

I.1.Description	03
I.2. Production du litchi dans le monde.....	03
I.3. Caractéristiques morphologiques.....	05
I.3.1. Aspect général.....	05
I.3.2. Système racinaire.....	05
I.3.3. Fleurs et fruits.....	05
I.4. Classification.....	06
I.5.Principales Variétés	07
I.6. La culture du litchi.....	10
I.6.1. Zones de culture.....	10
I.6.2. Sols.....	10
I.6.3. Irrigation-drainage.....	10
I.6.4. Brise vent.....	11
I.6.5. Approvisionnement en plants	11
I.6.6. Distance de plantation.....	12
I.6.7. Le piquetage.....	13
I.6.8. La plantation.....	13
I.6.9. Entretien du verger.....	14
I.6.9.1. Entretien du sol entre les rangs.....	14
I.6.9.2. Entretien du sol entre les lignes.....	15
I.6.10. Fertilisation.....	15
I.7. Ravageurs du litchi	16
I.7.1. Principaux ravageurs des fruits	16
I.7.2. Principaux ravageurs du feuillage	16
I.7.3. Ravageurs du tronc et des branches	17
I.8. Maladies du litchi	18
I.8.1. Système racinaires.....	18
I.8.2. Système aérien.....	18

I.9. Post-récolte et soufrage.....	18
I.10. La conservation des fruits après la récolte	19

Chapitre II : modes de propagation chez le litchi

II.1. Les grands types de multiplication végétative	20
II.1.1. Le greffage.....	20
II.1.2. Le marcottage.....	21
II.1.3. Le bouturage	21
II.1.4. Culture in-vitro.....	23
II.2. Méthodes de propagation du litchi.....	24
II.2.1. Multiplication par marcottage aérien.....	25
II.2.2. Propagation par les selles.....	25
II.2.3. Multiplication par boutures.....	25
II.2.4. Multiplication par graines.....	27
II.2.5. Propagation par greffage.....	27

Chapitre III : matériels et méthodes

III.1. Présentation de la région d'étude.....	28
III.1.1. Site d'étude.....	28
III.1.2. Climat de la zone d'étude.....	28

III.2. Matériels

III.2.1. Serre à nébulisation.....	31
III.2.2. Matériel végétal.....	32
III.2.3. Substrat de culture.....	33
III.2.4. Autres outils	35

III.3. Méthodes

III.3.1. Dispositif expérimental.....	36
III.3.2. Préparation des boutures pour le premier essai (effet d'Aloe-vera).....	37
III. 3.3. Préparation des boutures pour le deuxième essai (effet du substrat)	38
III.3.4. Préparation des marcottes aériennes.....	39
III.4. Résultats.....	41
III.5. Discussion.....	46
Conclusion.....	48

Références bibliographiques

Résumé :

L'insuffisance de connaissance sur la régénération des ligneux fruitiers exotiques et leurs enracinement, est une contrainte majeure à la domestication de ceux-ci en Algérie, les essais de marcottage aérien et bouturage ont été conduits sur le *litchi sinensis*, les résultats montrent après 2 mois d'essais que le bouturage ne donne aucun résultat, soit avec l'utilisation d'hormone, ou les différents substrats, par contre l'essai de marcottage aérien a été positif principalement pour les marcottes de deux ans avec un taux de réussite de 67%, soit 2/3 des marcottes sont calogènes et les cals débutent à apparaître et ceci considéré comme la première étape d'enracinement après 2 mois d'essais, et pour les marcottes de trois ans le taux de réussite a été de 33% soit 1/3 des marcottes est calogène.

Mots clés : exotique, bouturage, marcottage aérien, hormone naturel, substrats, enracinement, *litchi sinensis*.

ملخص

يشكل نقص المعرفة حول تجديد أشجار الفاكهة الغريبة وتجديدها عائقا رئيسيا امام تدجينها في الجزائر وعليه قمنا بإجراء اختبارات حول عمليات القطع وطبقات الهواء على شجرة الليتشي وقد أظهرت النتائج بعد شهرين من اجراء الاختبار ان الفسائل لا تعطي أي نتائج سواء باستخدام الهرمونات الطبيعية او الركائز المختلفة. من ناحية أخرى جاءت اختبارات الطبقات الهوائية إيجابية بشكل رئيسي للطبقات عامين بنسبة نجاح 67 بالمئة أي ما يعادل 2 من 3 طبقات بدأت بتكوين الجذور وهذا بعد شهرين فقط من اجراء الاختبار. اما بالنسبة للأجزاء ذات ثلاث سنوات فكانت نسبة النجاح 33 بالمئة أي ما يعادل 1 من 3 طبقات هوائية.

الكلمات المفتاحية: دخيل- القطع- طبقات الهواء- هرمون طبيعي-ركائز-تجدير- *litchi sinensis*

Abstract :

The lack of knowledge on the regeneration of exotique fruit trees is a major constraint to the domestication of these in Algeria, air layering and cutting tests were carried out on lychee, the results show after two months of tests that the cutting do not give any results, either with the use of natural hormones or different substrates, on the other hand the layering tests were positive mainly for two years old layers with a success rate of 67% or 2/3 of layers are calogenic and calluses begin to appear after 2 months of testing, and for the parts have been 03 years old with a success rate of 33% or 1/3 of layers.

Key words : exotic, cutting, layering, natural hormone, substrate, rooting, *lychee chinensis*

INTRODUCTION
GÉNÉRALE

Introduction générale:

L'arboriculture fruitière fait partie intégrante de la vie économique et sociale en Algérie. Ce vaste pays, du fait de sa position géographique privilégiée et ses diverses conditions pédoclimatiques, a en effet le privilège de mettre en culture plusieurs espèces fruitières (Bouchoukh I, 2021).

En période coloniale, des milliers de plantes exotiques ont été acclimatées en Algérie, dont plusieurs ont développé progressivement une capacité à se multiplier spontanément dans leurs milieux de culture augmentant ainsi considérablement leurs chances d'échapper à ces milieux pour coloniser les habitats adjacents et plus particulièrement certains milieux perturbés tels que les bords de routes. En effet, l'échappement de dizaines d'espèces exotiques a déjà été enregistré dans différentes régions du pays et beaucoup ont réussi à surmonter les barrières locales de dispersion et les barrières environnementales définies par Richardson et al, 2000, leurs permettant de s'installer de façon définitive et d'être considérée comme complètement naturalisées, c'est ainsi que la flore exotique naturalisée en Algérie a été estimée à 143 espèces par Vila et al, 1999 et à seulement 108 espèces par Meddour et al, 2020 in Sakhraoui, 2023 ; quoi qu'il en soit, la flore exotique en Algérie ne cesse d'augmenter avec les nouveaux signalements rapportés de temps à autre dans les différents travaux (Sakhraoui, 2023).

L'ancienne école d'agriculture de Skikda (Université 20 Août 1955 de Skikda actuellement) a été créée pendant la période coloniale sur des sols alluviaux. Elle a un patrimoine végétal d'une valeur inestimable et où les arbres fruitiers ont une place importante. Parmi ces arbres, diverses espèces fruitières exotiques sont acclimatées et sauvegardées au niveau des différents jardins dont plusieurs d'entre elles sont mal connues par la population locale, Parmi les espèces fruitières exotiques de l'ancienne école d'agriculture de Skikda, il existe un seul arbre tropical appartenant à la famille des Sapindacées, qui est le *litchi sinensis*, il est continuellement exposé à des aléas tels que les nocivités de l'urbanisation, la sécheresse, le manque d'entretien et les maladies. Ces conditions difficiles ont conduit à la disparition de cet arbre fruitier exotique. (Bouchoukh I, 2021).

Aussi, les difficultés dans les méthodes de propagation de cet arbre sont dues au manque de graines du litchi ou les faibles capacités germinatives restreignent la production de semis en pépinière. (Galán Saúco, 2018)

Selon GalánSaúco, 2018 le caractère hautement hétérozygote de cette espèce empêche la propagation commerciale par graines. De plus, les graines de litchi ont une viabilité très courte et commencent à perdre leur capacité germinative en moins de 5 jours et, même dans des conditions d'humidité élevée, elles la perdent complètement en 14 jours maximum, sauf si elles sont conservées à l'intérieur du fruit qui préserve sa viabilité pendant au moins 3 à 4 semaines (Galán Saúco et Menini, 1989).

La multiplication du litchi, point de départ de sa propagation est une pratique ancestrale qui demeure sujet à des recherches interminables, pour répondre aux nouvelles exigences économiques d'intensification de sa culture.

Il s'avère donc nécessaire d'explorer d'autres techniques, notamment celles de la multiplication végétative à faible coût (Bellefontaine *et al*, 2000) afin de contribuer au maintien et à la pré-domestication de cette espèce.

L'objet de cette étude est de tester la multiplication par marcottage et bouturage du *litchi sinensis* localement menacées, afin de favoriser dans un futur proche leur domestication à moindre coût par les communautés rurales. De cet objectif, nous formulons l'hypothèse que le litchi réagit favorablement à des degrés divers à la multiplication par marcottage aérien et bouturage et à contribuer soit peu à la recherche de l'influence du substrat ainsi que l'influence de l'Aloe-vera sur la rhizogénèse pour le litchi.

Le travail comportera trois chapitres bien distincts :

- le premier chapitre présentera des généralités sur le litchi
- le deuxième chapitre présentera les méthodes de multiplication de litchi
- le troisième chapitre décrira les matériels et les méthodes utilisés avec une discussion des résultats obtenus.

CHAPITRE I
GÉNÉRALITÉS SUR
LE LITCHI

I.1. Description :

Le **litchi**, est un fruit comestible produit par un arbre tropical de la famille des Sapindaceae ; Le litchi est cultivé pour ses fruits ; consommés en général crus, ils sont riches en vitamine C et glucides.

Le fruit d'une belle coloration rouge, à la chair juteuse et sucrée est très apprécié par les consommateurs.

La fécondation est assurée par les insectes, principalement par les abeilles c'est pourquoi il est classé parmi les plantes mellifères. (Rakotondraparany ML., 2011)

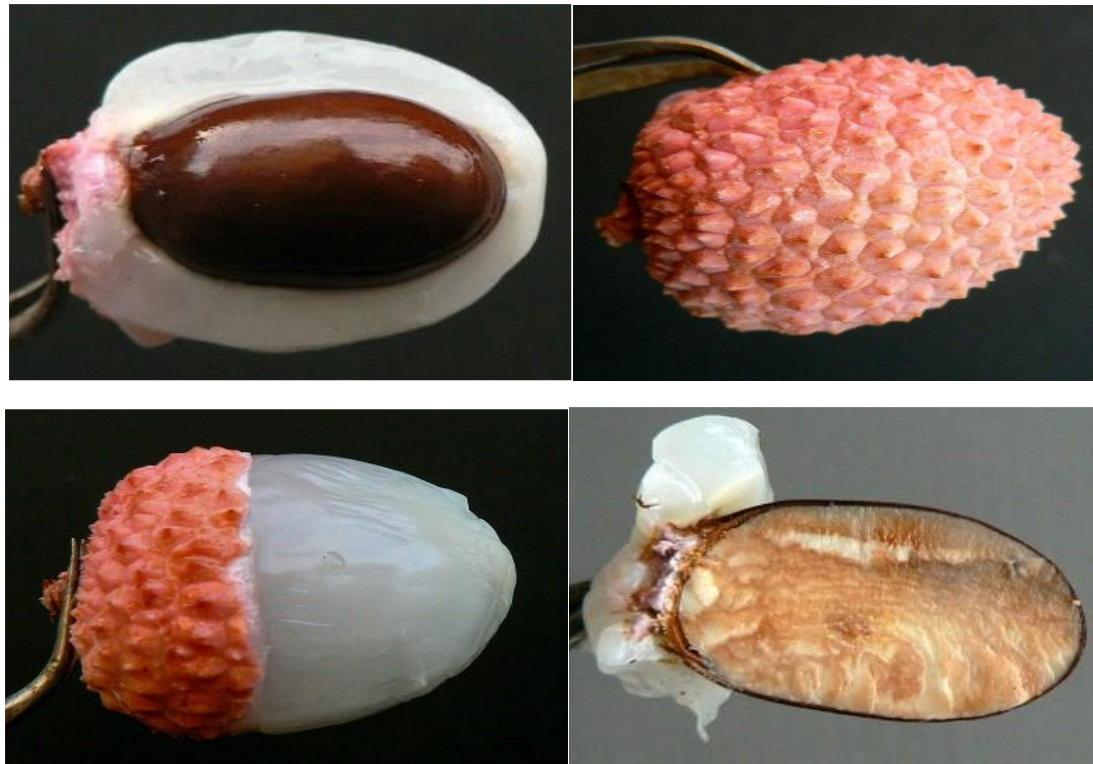


Figure N°01 : le fruit et la graine du litchi (REILLE M, 2014)

I.2. La production du litchi dans le monde :

Le litchi fut introduit à Madagascar par Cossigny en 1764. Le litchi malgache est le plus précoce sur les marchés européens en période de fin d'année. Madagascar est le premier exportateur mondial sur l'Europe (Emeline S, 2007).

La production repose sur la collecte. La campagne a lieu de mi-novembre à Janvier. La zone principale de production exploitée pour le litchi d'exportation est la zone de Toamasina avec 95% des volumes exportés en 1992 et quasiment 100 % en 1998 (sachant qu'en dehors de quelques envois par avion de Mananjary- Manakary, 100% des exportations conventionnelles ont été faites par bateaux à partir de Toamasina). (Emeline S, 2007)

La production de litchi concerne 20 000 à 30 000 familles de paysans réparties sur 800 Km le long de la côte Est.

Les plus gros concurrents pour le marché du litchi sont le Brésil, Maurice, la Réunion, l'Australie, le Zimbabwe, la Chine et l'Afrique du Sud (Emeline S, 2007).

Le tableau N° 01 présent les principaux pays producteurs du litchi dans le monde

Tableau N° 01 : Principale pays producteur du litchi dans le monde (Emeline S, 2007)

Cultivars	Autres noms	Pays producteurs
Bengal	/	Inde, Brésil, Australie
Brewster	/	Floride
Calcutta	/	Inde
Deradhuma	D2	Inde
Haakyip	/	Chine, Taiwan, Thaïlande, Hawaï
Kaimana	/	Hawaï
Kwai May	Boswoth	Chine, Australie,
Pink	B3	Floride
Taiso	/	Chine, Thaïlande, Madagascar, Afrique du sud, Maurice, La réunion, Australie, Nouvelle-calédonie, Hawaï

I.3. Caractéristiques morphologiques

I.3.1. Aspect général :

Le litchi est un arbre tropical, mesurant ordinairement de 5 à 6 m de hauteur, atteignant rarement 10 m. avec un port de croissance variable à partir d'un dressé jusqu'à l'apparence d'un saule pleureur selon les cultivars; les méthodes de propagation et la taille il y a une tendance produire des branches basses, les branches de litchi ont également tendance à former des croix en forme de V, facilement brisées par le vent, qui rend une formation et une taille appropriées très importantes pour cette espèce. (Galán Saúco et Menini, 1989)

I.3.2. Système racinaire :

Selon (Galán Saúco et Menini, 1989), Le système racinaire du litchi dépend en grande partie de la méthode de propagation

- Ceux cultivés à partir de graines soient directement plantés ou comme porte-greffes pour un greffage ultérieur possèdent une racine pivotante solide avec une racine secondaire et bien répartie système racinaire tertiaire.
- Ceux propagés par marcottage, se développent un système racinaire très superficiel, presque sans racine pivotante et avec les racines nourricières commençant au niveau du sol et s'étendant sur le premier mètre de profondeur du sol

I.3.3. Fleurs et fruits :

Cet arbre à feuilles persistantes produit un nombre variable de pousses annuelles commençant en été peu après la récolte et continue jusqu'à la floraison printanière sauf en cas de conditions climatiques ou autre type de stress ou de traitement chimique (c'est-à-dire éthrel) arrêtez de rincer. Des pousses végétatives peuvent également être produites au printemps ou au début de l'été sur les branches qui n'ont pas fleuri. (Galán Saúco, 2018).

Les petites fleurs de litchi sont regroupées en panicules, généralement des panicules terminales produites par le courant assaisonner le bois. Il existe trois types de fleurs (I ; II et III) qui s'ouvrent généralement dans l'ordre I-II-III et qui varient dans le degré de développement sexuel, mais seulement la femelle le type II donnera des fruits, c'est une caractéristique commune à certains cultivars de litchi de produire des fruits avec des graines avortées, ce qu'on appelle la « langue de poulet graines », dans laquelle

l'arille du fruit est généralement occupé l'espace laissé par la graine et de ce fait ils sont très appréciés en raison du pourcentage plus élevé de pulpe comestible.

Le litchi est produit par des petites grappes de deux à vingt fruits. C'est un fruit à péricarpe sec (un akène) orné de petits tubercules. Il contient une seule grosse graine pourvue d'un arille blanc épais et charnu d'une délicieuse saveur à arrière-goût de muscat. (Galán Saúco, 2018).



Figure N°02 : grappes de fruits et fleurs du *Litchi sinensis*.
(Rakotondraparany ML., 2011)

I.4. Classification :

Selon (Rakotondraparany ML., 2011), la classification du litchi était la suivante :

Règne : *PLANTAE*

Sous-règne : *TRACHEOBIONTA*

Division : *MAGNOLIOPHYTA*

Classe : *MAGNOLIOPSIDA*

Sous-classe : *ROSIDAE*

Ordre : *SAPINDALES*

Famille : *SAPINDA*

Genre : *Litchi*

Espèce : *sinensis*

I.5.Principales Variétés :

Selon Bruno, 2012 les principales variétés du litchi sont les suivantes :

***Groff :**

Fruit petit (14g) en grappes de 20-40 fruits. Couleur rose rouge foncé, les pointes des protubérances sont vert jaune, en forme de cœur. Peau dure et coriace mais fragile. Cette variété produit un haut pourcentage de graines en forme de langue de poule (90-100%). La chair est blanche, transparente, de texture ferme, douce, un peu acide et de qualité excellente. Très tardive. Arbres de vigueur moyenne, branches formant une couronne relativement ouverte.

***HaakYip :**

Fruit de taille moyenne (20g) en grappes de 15-25. De couleur rouge foncé ou marron. Peau lisse et dure. Graines moyennes à grandes. La chair est de bonne à excellente qualité, douce, aromatique. La chair représente 72% du fruit; une petite proportion des fruits produit des graines en forme de langue de poule. Les feuilles sont grandes et de couleur très foncée. Arbres de vigueur moyenne, droits et compacts. Bonne production.



Figure n° 03 : La variété Haak Yip (Source : Christian Didier, 2010)

***Heong Lai :**

Fruit très petit (10g). La peau est fragile. Graines petites. Fruits de qualité excellente, aromatiques, doux-amers, secs, croquants. De saison à tardif.

***Kwai May Red :**

Fruit petit (15g) de couleur rouge vif, en grappes de 15 à 30. Le pourcentage de graines en forme de langue de poule est variable. La qualité du fruit est bonne. Les fruits sont doux et aromatiques bien avant la maturité. Folioles larges. Arbres de vigueur moyenne, élancés. Les ramifications forment des « V » très cassables. L'écorce est de couleur gris cendre. Variété de saison à tardive.



Figure n° 04 : La variété Kwai May Red (Source : Christian Didier, 2010)

***Kwai May Pink :**

Fruit petit (17g) et de couleur rose. La chair représente 72% du fruit. Les graines sont de taille moyenne et 50% est en forme de langue de poule. La qualité du fruit est acceptable. Variété de saison. Les arbres sont de vigueur moyenne, le développement des branches est fort. Production régulière.



Figure n° 05 : La variété Kwai May Pink (Source : Christian Didier, 2010)

***Shahi (Muzaffarpur) :**

Le fruit est moyen (20 à 25 g), de couleur rose vif, en grappes. La pulpe est sucrée. C'est la variété la plus répandue dans l'Etat de Bihar en Inde. Elle est d'une très bonne qualité export, mais est sensible aux craquelures et aux brûlures du soleil. Les arbres sont vigoureux et de production régulière (80 à 100 kg par arbre).



Figure n° 06 : La variété Shahi (Source : Christian Didier, 2018)

***Chakrapad (Emperor) :**

Le fruit est gros et en forme de cœur (32 g). La peau, fine et souple, est rouge foncé avec des taches jaunes. La pulpe est modérément juteuse et peut rester légèrement acide. Le noyau est assez gros. Les arbres sont de vigueur moyenne, à port érigé, avec de longues branches et un feuillage dense.



Figure n° 07 : La variété Chakrapad (Emperor)(Source : Christian Didier, 2018)

I.6. La culture du litchi

I.6.1. Zones de culture

Le litchi est une espèce qui demande un climat chaud et humide. Il lui faut cependant une courte période de stress où un climat sec et/ou plus frais favorise l'induction florale(Christian Didier, 2010).

I.6.2. Sols

Le litchi s'adapte à de nombreux types de sols avec une préférence pour les sols légèrement acides (pH 5,5 à 6,5), riches en matière organique, profonds et bien drainés. Bien que le litchi supporte de vivre temporairement «les pieds dans l'eau», une immersion prolongée peut conduire à des asphyxies racinaires (Christian Didier, 2010)

Le sol doit être homogène jusqu'à 80 cm de profondeur, et évitera de choisir un ancien emplacement de verger; et il faut éviter les sols très humides, même s'ils ne sont inondés que pendant une courte période de l'année. Une légère pente convient aux vergers d'arbres fruitiers. (Bruno T, 2012)

I.6.3. Irrigation – Drainage

Ces deux opérations sont également considérées comme des aménagements du terrain car elles doivent être étudiées dès le départ d'une façon rationnelle et, d'autre part, sont souvent très liées l'une à l'autre: il est parfois délicat de faire l'irrigation sans drainage. (Bruno T, 2012)

Bruno T, 2012, affirme que pour ces deux opérations, l'avis de techniciens spécialisés est indispensable. Leur intervention permettra:

- de définir les quantités d'eau nécessaires pour irriguer correctement la parcelle en fonction de la zone climatique.

- de choisir le système d'irrigation compatible à l'exploitation et aux disponibilités en eau.

Pour le drainage, de situer les zones où les risques d'accumulation d'eau sont possibles et donc de prévoir des drains à ciel ouvert pour collecter ces excédents d'eau (rappelons que les arbres fruitiers sont très sensibles à l'asphyxie).

I.6.4. Brise vent

Les brise-vent permanents seront constitués d'arbres à développement rapide et de bon ancrage au sol, par exemple filaos (*Casuarina*), *Leucena*, *Gbelina*, *Cajanuscajan*, *longanis* issus de semis, etc.)

Les brise-vent, comme les autres aménagements, doivent être implantés longtemps avant plantation et de préférence dans un délai d'un an qui précède cette opération, ceci afin de permettre une protection efficace des arbres dès le départ. (Christian Didier, 2010)

Un bon brise-vent protège une surface de 10 fois sa hauteur, dans un verger à grande superficie il peut être nécessaire d'implanter plusieurs brise-vent. Dans tous les cas, il est recommandé de recouper la parcelle par des brise-vent temporaires en cas si implantés selon deux directions perpendiculaires dans les intervalles entre les plants, ne nécessitant donc pas d'emplacement particulier, et destinés à disparaître lorsque les plants seront suffisamment développés. (Christian Didier, 2010)

Par la suite, une taille régulière, voire un éclaircissage, sera effectué périodiquement pour garder toute son efficacité au brise-vent. (Bruno T, 2012)

I.6.5. Approvisionnement en plants :

Les plants sont obtenus par marcottage aérien d'arbres repérés pour la qualité de leur production, ou par le greffage de ces arbres sur des plants de semis. Selon la disponibilité en matériel végétal, on préférera les plants greffés qui bénéficient de l'enracinement puissant du porte-greffe (issu de semis), assurant ainsi un bon ancrage au sol et une meilleure alimentation du plant tout en permettant, comme la marcotte une mise à fruit précoce.

A défaut de plants greffés, on plantera des marcottes obtenues pendant la saison chaude et humide à partir de rameaux mesurant 10 à 15 mm de diamètre et 0,50 à 0,70 m de long. Par rapport aux grosses marcottes plantées traditionnellement, ces petites marcottes ont une nécrose racinaire réduite au point de coupe qui cicatrise rapidement. De plus, leur système racinaire est mieux équilibré avec la partie

aérienne. Après sevrage, de façon à garantir leur reprise, les marcottes sont cultivées en pots, en pépinière, pendant 3 à 4 mois avant d'être transplantées en verger. (Bruno T, 2012)

Les arbres ont été commandés depuis plus d'un an chez un pépiniériste et les choix de variétés ont été effectués à ce moment-là avec l'aide d'un technicien du service développement. Quelques jours avant la date prévue pour la plantation (Christian Didier, 2010)

Selon Christian Didier, 2010 avant la livraison des plants en ayant soin de prendre certaines précautions:

- vérification des variétés.
- homogénéité suffisante de la motte (afin d'éviter des ruptures de racines au transport).
- transporter les plants dans un véhicule couvert afin d'éviter le dessèchement par le vent.
- éviter de stocker les plants, et sinon stocker les plants près d'un point d'eau dans les mêmes conditions d'ensoleillement que la pépinière en veillant à leur arrosage (des plants stockés à l'ombre sous un arbre par exemple pendant quelques jours supporteront plus difficilement l'ensoleillement et le choc de plantation).
- Le jour de la plantation on distribuera les plants sur le terrain au fur et à mesure des possibilités de mise en terre.

I.6.6. Distance de plantation

Le litchi est un arbre à grand développement. Les distances de plantation sont de 10 x 10 m ou 8 x 10 m, soit une densité de 100 arbres ou 125 arbres à l'hectare.

Cependant, pour une culture plus intensive, on peut envisager des plantations à 8 x 6 (208 arbres/ha) ou 8 x 5 (250 arbres/ha). Dans ce cas, on utilisera de préférence les plants greffés qui conviennent davantage à la haute densité. Le verger pourra être éclairci quand les arbres commenceront à se gêner, en rabattant progressivement, puis en supprimant 1 arbre sur 2 sur la ligne, en l'absence de méthode de taille efficace. (Christian Didier, 2010)

I.6.7. Le piquetage

Chaque emplacement d'arbre est matérialisé par un piquet, en veillant au bon alignement des rangs et des diagonales ainsi qu'à la perpendicularité des alignements.

Lors de la trouaison pour ne pas perdre le bénéfice d'un bon tracé, le piquet marquant l'emplacement de chaque arbre sera remplacé par deux autres piquets à l'aide d'une règle à planter. Ceci permettra de planter l'arbre à l'emplacement exact piqueté lors du tracé. (Bruno T, 2012)

I.6.8. La plantation

D'après Bruno T, 2012, la plantation du litchi se fait de la manière suivante:

- creuser un trou de 80 x 80 x 80 cm (volume 500 litres).
- mélanger la terre sortie du trou avec :
 - 50 litres de fumier bien décomposé,
 - Sulfate de potasse, (quantités à apporter selon résultats d'analyse)
 - Phosphate tricalcique dolomie.
- reboucher le trou avec le mélange, par suite des apports de fumier et du foisonnement de la terre, celle-ci forme une butte qui doit être bien élevée par rapport au niveau du sol.
- sortir le plant de son sachet ou pot.
- gratter la terre à la périphérie de la motte pour dégager les racines et couper celles qui dépassent (rabattre éventuellement la partie aérienne si les racines ont été fortement diminuées).
- poser le plant sur une butte et le chausser en tassant moyennement avec de la terre de surface prélevée au centre des interlignes, jusqu'à former une butte de 1,40 m de diamètre à la base et de 0,5 m de diamètre au sommet et une hauteur d'environ 40 cm.
- ménager au sommet de la butte un canal circulaire permettant d'arroser sans que l'eau ne touche le collet (double cuvette).
- arroser avec 30 litres d'eau par plant quel que soit le climat pour tasser correctement la terre et supprimer les poches d'air.
- si l'on craint des vents violents, les plants peuvent être tuteurés dans un premier temps à l'aide d'un piquet planté en oblique à côté de la motte. Le lien sera serré

fortement sur le tuteur mais formera une boucle lâche sur le plant pour ne pas le blesser.

- les marcottes seront plantées inclinées dans le sens contraire du vent et tuteurées. Elles offrent ainsi moins de prise au vent, et développent un meilleur enracinement.
- durant la saison sèche on paillera le pied des arbres pour diminuer l'évaporation.

I.6.9. Entretien du verger

I.6.9.1. Entretien du sol entre les rangs

D'après Bruno, 2012 il est effectué d'une façon régulière, il est peu coûteux et facile à réaliser.

➤ Désherbage sur le rang d'arbre

Le désherbage sur le rang d'arbre offre de nombreux avantages:

- facilité d'observations,
- suppression de la concurrence avec les adventices (eau - fumure),
- limitation des populations d'insectes,
- limitation d'un microclimat humide qui provoque souvent diverses attaques fongiques.

Le désherbage chimique sur le rang est appliqué de façon quasi systématique un peu partout et a prouvé son efficacité, de plus il évite de blesser les arbres avec les outils. En cas de possibilité d'utiliser les produits, cela ne se fait pas avant la quatrième année après plantation.

➤ Le paillage

Le paillage du sol sous la frondaison empêche le dessèchement du terrain, gêne la croissance des mauvaises herbes et enrichit le sol en matière organique au cours de sa décomposition. Ses effets sont donc extrêmement positifs. Lors de son installation, veiller à laisser un espace dégagé autour de la base du tronc de l'arbre.

Le paillage peut toutefois favoriser les pullulations de petits rongeurs et de termites mais aussi, dans les situations où les incendies sont à craindre, en aggraver les dégâts.

I.6.9.2. Entretien du sol entre les lignes

Selon Christian dédier, 2018 Le sol entre ligne du fait du relief où sont plantés la majorité des vergers se doit d'être enherbé pour:

- protéger le sol contre l'érosion et en freinant le ruissellement de l'eau, favoriser son absorption dans le sol,
- faciliter le passage de matériel,
- diminuer le tassement de sol,
- favoriser la porosité du sol,
- apporter de la matière organique.

I.6.10. Fertilisation

La fertilisation est l'un des facteurs du rendement. Aussi, est-il nécessaire de permettre une bonne poussée végétative après la récolte et de répondre aux exportations dues au grossissement et à la maturation des fruits. Après la période de croissance végétative active qui dure environ 4 mois, le litchi a besoin d'une courte période de stress (nutritionnel, hydrique, thermique ou autre) pour permettre l'induction florale. (Christian dédier, 2018)

Aussi, d'après Christian dédier, 2018 les apports préconisés sont mentionnés dans le tableau 02:

Tableau N° 02 : apports préconisés d'engrais pour fertiliser un arbre de litchi
(Christian dédier, 2018)

Apports préconisés en grammes/arbres				
Année (ans)	N	P	K	MGO
1	50	10	40	15
2	80	10	60	20
3	140	30	105	40
4	210	45	160	55
5	230	65	265	80
6	380	85	345	105
7	470	105	430	125
8	570	125	520	155
9	670	150	610	180
10 ans et +	920	210	840	240

I.7. Maladies et ravageurs :**I.7.1. Principal ravageur des fruits :**

- ***Cryptophlebiapeltastica* et la mouche des fruits :** Le *Cryptophlebia* pond ses œufs sur le fruit immature. La larve, une petite chenille, pénètre dans le fruit jusqu'à la graine où elle fait sa nymphose. Cette blessure constitue une porte d'entrée pour d'autres parasites, notamment des champignons et des drosophiles. (Christian Didier, 2018)



Figure n°08 : attaque d'une mouche de fruit (Source : Christian Didier, 2018)

I.7.2. Principaux ravageurs du feuillage :

D'après Christian Didier, 2018 les principaux ravageurs qui attaquent les feuilles du litchi sont :

- **Cochenilles :**

Elles peuvent infester les fruits, les feuilles, les tiges, les branches et le tronc. Lorsqu'elles sont nombreuses, elles entraînent le dessèchement des feuilles et des rameaux. Généralement, à la place des piqûres, les feuilles se marquent de taches jaunes. La fumagine est souvent associée à l'infestation de cochenilles. (Christian Didier, 2018)



Figure n°09 : attaque des cochenilles sur feuille (Source : Christian Didier, 2016)

➤ **Acariens** : *Aceria litchi* (Erinose)

C'est une peste importante en Inde et en Chine, qui attaque les fleurs et les feuilles. Les feuilles se recroquevillent et se recouvrent d'une pellicule brune sur la face inférieure.

I.7.3. Ravageurs du tronc et des branches :

➤ **Chenilles mineuses de l'écorce** (*Indarbela quadrinotata* et *I. tetroanis*) :

Très communes en Inde. Les ravages sont provoqués par les larves qui rongent l'écorce et forent le tronc, limitant la circulation de la sève et affaiblissant la croissance.

➤ **Borers du tronc** : *Salagenaspp.*

Les larves se nourrissent de l'écorce et du bois des arbres. L'arbre atteint ne meurt pas, mais les branches dépérissent.

Traitement : ces larves peuvent être contrôlées en bouchant les trous avec du coton imbibé d'insecticide systémique.



Figure n°10 : attaque des chenilles mineuses de l'écorce (Source : Christian Didier, 2016)

➤ **Thrips** *Dolicothrips indicus* et *Magalurothrips usitatus* entraînent des dommages aux fleurs. *Selenothrips rubrocinctus*, *Heliothrips haemoidalis* et *Frankliniella cephalica* provoquent le dessèchement des fleurs et des feuilles. (Christian Didier, 2016)

I.8. Maladies :

I.8.1. Système racinaires

➤ **Root rot (pourriture des racines)**

Elle est provoquée par un champignon : *Clitocybe tulescens*. De nombreux dégâts sont signalés en Floride. *Botryodiplodia theobromae* peut provoquer la mort soudaine de l'arbre (Australie).

I.8.2. Système aérien

Nécrose des feuilles provoquées par *Gloeosporium* spp. Se rencontre dans quelques vergers mal gérés.

I.9. Post-récolte et soufrage :

Christian Mille, 2021 trouve que le litchi a la particularité de ne plus mûrir après sa récolte, aussi est-il essentiel d'attendre sa pleine maturité pour le cueillir. Mais, à température ambiante, il évolue très rapidement. En deux ou trois jours, la coque brunit, se dessèche et devient craquante. La perte de coloration provient de l'oxydation des pigments anthocyaniques, qui est une réaction irréversible. Le fruit est alors plus sensible à l'éclatement et à la contamination secondaire par des champignons.

Pour éviter sa sénescence trop rapide et permettre sa commercialisation, le litchi peut être soumis à un traitement par fumigation de soufre (anhydride sulfureux) qui a pour effet d'inhiber sa respiration et donc de lui conserver consistance et qualités organoleptiques pendant plusieurs semaines.

Le soufre a une action fongicide, anti-oxydante et conserve à la coque sa souplesse. Ce traitement est applicable à des fruits égrenés ou en grappe, sains, mûrs, sans tache, sans piqûre d'insecte, ni trace d'humidité sur la coque. Le soufre brûle dans

une enceinte close où sont placés les fruits. Il entraîne la décoloration de la coque qui vire au jaune, alors que sa couleur naturelle à maturité est rose rouge.

Les fruits sont ensuite à nouveau triés et conditionnés. Ils gardent cette couleur jaune aussi longtemps qu'ils sont maintenus au froid. Ils retrouvent progressivement une couleur rose ocre, voire rouge violacé, lorsqu'ils sont placés dans des conditions plus chaudes, humides et ventilées qui permettent l'élimination du soufre. (Christian Mille, 2021)

I.10. La conservation des fruits après la récolte

Selon Christian Mille, 2021, différents emballages ont été testés afin de définir le meilleur conditionnement pour les litchis de la variété Taï So, en conservation à 5°C,

- Sans emballage
- Barquettes Bantec, Cryovac, Danisco 120,
- Danisco 190, LLS et AEP

Pour Freshaway, certaines conditions de remplissage sont à respecter afin de créer l'atmosphère modifiée la plus adéquate au litchi. Le meilleur résultat est obtenu avec un remplissage d'1kg de fruits pour 5 dm³ (Freshaway AEP 3 kg).

La perte de poids des litchis dans les emballages plastiques est négligeable du fait d'un dessèchement limité.

Les emballages influent sur les caractéristiques chimiques des litchis (brix et acidité) dès le 14^{ième} jour de conservation pour se stabiliser par la suite.

Seuls Freshaway AEP 3 kg et Cryovac n'altèrent pas la qualité gustative du fruit au bout de 14 jours à 5°C. A ce stade, le goût des litchis en Danisco 120 est acceptable.

Après 21 jours à 5°C, les litchis en Freshaway AEP 3 kg perdent légèrement leur saveur, alors qu'on n'observe pas de différence de goût pour Danisco 120 entre 14 et 21 jours.

Les litchis de l'emballage Danisco 190 sont mauvais au bout de 21 jours à 5°C.

CHAPITRE II
MODES DE PROPAGATION
CHEZ LE LITCHI

La multiplication végétative est un mode de reproduction des végétaux qui n'implique pas de fécondation, elle s'oppose à la reproduction sexuée. Un seul parent est donc nécessaire, et on parle souvent de ce parent comme étant le pied mère. On parle aussi de reproduction végétative, de reproduction asexuée, ou encore d'apomixie. Lors de la reproduction végétative, un fragment évolue pour donner un individu complet.

Chaque nouvel individu formé par reproduction végétative possède le même patrimoine génétique que la plante mère, il s'agit donc de clone. Cette caractéristique permet à une espèce végétale de coloniser rapidement un milieu qui lui est favorable. Cela peut également devenir un point faible, car le manque de diversité génétique rend les clones vulnérables face aux changements du milieu dans lequel ils vivent. (Akehila.K et Guellil. S, 2022).

II.1. Les grands types de multiplication végétative :

II.1.1. Le greffage

Le greffage est l'union d'un fragment végétal (appelé greffon ou objet) à une autre plante (appelée porte-greffe ou sujet) en vue de la constitution d'un seul individu qui bénéficie des qualités des deux végétaux réunis (Abdessemed Sofiane et Ledra Amir, 2021)

Attention, le greffon et le porte-greffe doivent être compatibles, ce qui est plus souvent le cas s'ils sont de la même famille botanique. Il y a plusieurs techniques de greffage dont les plus connues sont :

- La greffe en écusson.
- La greffe en fente.

✓ La réussite du greffage

Dépend de la bonne mise en contact des cambiums du porte-greffe et du greffon. Il faut également qu'il y ait compatibilité ou affinité (même famille botanique) entre porte greffe et greffon (même genre). Le greffage ne concerne que les plantes dicotylédones. (Jean-Claude. M, 2021)

II.1.2. Le marcottage

Le terme « marcottage » recouvre toutes les méthodes de multiplication qui consistent à laisser des racines se former tandis que la tige est encore attachée à la plante-mère. Ce n'est qu'après la formation des racines que l'on détache la marcotte et qu'on la met en terre. En agroforesterie, les techniques de marcottage les plus répandues sont le marcottage aérien, le marcottage par couchage et le marcottage par buttage. Le marcottage aérien joue un rôle important dans la multiplication des arbres fruitiers tropicaux (Jaenicke et Beniést, 2003).

Le marcottage est une technique qui s'applique en particulier lorsque les plantes sont difficiles à bouturer (Jean-Claude. M, 2021)

✓ La réussite du marcottage

Pour réussir, il faut choisir un rameau souple dont le bois est aoûté. Il doit être enterré dans un substrat de qualité, riche et gardant l'humidité. Les meilleures périodes sont le printemps et le mois d'août. (Jean-Claude. M, 2021)

II.1.3. Le bouturage

Le bouturage est un mode de multiplication végétative de certaines plantes permettant de multiplier des plantes sans passer par la reproduction par des gamètes. Le bouturage consiste à cloner une plante (fille) à partir d'un fragment d'organe isolé de la plante mère (morceau de feuille, tige, racine, rameau, écaille de bulbe), pour ainsi obtenir un nouvel individu, génétiquement identique à la plante d'origine.

Il faut ensuite déposer l'organe précédemment prélevé dans le sol, puis l'arroser pour que des racines se développent, le processus qui va alors se dérouler est semblable à une cicatrisation', une dédifférenciation (division) cellulaire se produit au niveau du méristème qui est un amas de cellules indifférenciées capables de se diviser (mitoses), puis de se différencier en acquérant une structure et une fonction, en l'occurrence, ici l'organe prélevé se transforme en racines qui permettront de donner naissance à la nouvelle plante (Abdessemed Sofiane et LedraAmir, 2021)

✓ Hormones de bouturage

Les hormones végétales jouent un rôle primordial dans le processus de multiplication. Certaines hormones, notamment les auxines (AIB, AIA, ANA) influent sur le développement des racines, tandis que d'autres, comme les gibbérellines, influent sur l'élongation des tiges et le développement des bourgeons. (Akehila.K et Guellil. S, 2022).

L'équilibre hormonal de la plante-mère et des boutures affecte l'enracinement, dans le sens positif ou dans le sens négatif. C'est pourquoi il est parfois nécessaire d'augmenter l'apport en hormones de bouturage. Il existe des hormones de synthèse qui agissent soit directement en favorisant le développement des racines, soit indirectement en neutralisant les hormones qui inhibent leur croissance. (Akehila.K et Guellil. S, 2022).

Selon Gilbert B et Dominique B. 2010, les principales hormones de synthèse sont :

➤ Acide « *B*-indole butyrique » ou AIB :

Produit de synthèse assez peu toxique pour la plante. Il a une mauvaise activité auxinique générale, mais une excellente action rhizogène. Il migre peu dans la plante, d'où une action très localisée. Il est assez stable à la lumière.

➤ Acide « *a*-naphtyle acétique » ou ANA :

Il est obtenu par synthèse ; il a une large activité auxinique générale et rhizogène. Il est assez stable et est légèrement plus toxique pour la plante que l'AIB.

➤ Acide « *B*-indole acétique » ou AIA :

Obtenu par synthèse, peu toxique pour la plante, il a une faible stabilité à la lumière ; il est rapidement dégradé par les bactéries du sol. Il possède une excellente activité auxinique au sens large et une bonne activité rhizogène ; ce n'est pas le plus utilisé.

✓ La réussite du bouturage :

Différents facteurs clefs influencent l'enracinement des boutures et la réussite de la filière de bouturage, notamment l'origine génétique, l'espèce, l'âge du pied-mère ou de l'arbre, l'état physiologique du plant donneur de boutures, la période ou la hauteur de prélèvement des boutures et les techniques culturales (période de bouturage, conditions du bouturage, manipulations, traitement hormonal des boutures, etc.).

Par exemple, l'enracinement des boutures diminue selon l'augmentation de l'âge des pieds-mères. A l'inverse, les boutures issues de jeunes pieds-mères permettent d'obtenir un excellent taux d'enracinement. Ce phénomène de maturation, sous contrôle génétique et physiologique, constitue un handicap majeur lors du bouturage des arbres âgés. L'état physiologique des boutures varie selon la saison de croissance (fin hiver et avant débourrement, croissance active, aoutement et lignification). (Akehila.K et Guellil. S, 2022).

D'autres facteurs reliés aux techniques culturales, aussi bien pendant la phase d'enracinement que de croissance, peuvent aussi avoir des effets sur la survie et la physiologie des boutures. (Sbay et Lamhamedi, 2015)

II.1.4.Culture in-vitro

La culture in-vitro est étendue depuis quelques années aux espèces fruitières et ligneuses, on cultive les fragments de végétaux en aspect totale sur des milieux nutritifs artificiels adaptés à leurs besoins et dans des conditions de photopériode et de température bien définies. (Bouchoukh I, 2021)

D'après Bouchoukh I 2021, Les principales raisons qui permettent d'envisager la culture in-vitro sont :

- Pour multiplier un arbre de qui ne peut pas l'être facilement à partir des graines ou des méthodes de multiplication végétative de type classique.
- Pour multiplier rapidement de grandes quantités de propagules de provenances d'essences supérieures.
- Pour débarrasser le matériel végétal cloné de tout agent pathogène.
- Pour rajeunir de vieux arbres par micro greffage répété in vitro.

II.2.Méthodes de propagation du litchi :**II.2.1. Multiplication par marcottage aérien**

C'est la méthode de propagation du litchi la plus utilisée et celle qui donne les meilleurs résultats. Les principaux avantages sont qu'il est simple à utiliser et que des plantes génétiquement identiques à la plante mère sont produites. Les principaux inconvénients proviennent des dommages causés à la plante mère si un grand nombre de couches est nécessaire et du fait que le cultivar nécessaire à la propagation peut ne pas être bien adapté aux conditions défavorables de l'eau, du sol ou du climat, faute de possibilités d'adaptation par l'utilisation d'un porte-greffe comme dans le cas du greffage. La procédure de marcottage aérien a été décrite par plusieurs auteurs (Yee, 1971 ; Kadman et Slor, 1974 ; Ireta Ojeda, 1975 ; Bolt, 1983 ; Menzel, 1985 ; Galán Saúco et Menini, 1989 ; Mitra et Ray, 2005 et passim) mais sera résumé ci-dessous par Galán Saúco et al, 2018.

➤ Critères de sélection des plantes mères pour le marcottage aérien

Les plantes mères sélectionnées pour le marcottage aérien doivent être jeunes (de préférence âgées de moins de 15 ans), vigoureuses et saines. Les plantes mères doivent être nourries avec les doses recommandées de nutrition pour favoriser des pousses plus vigoureuses. Il doit être exempt de toute infection parasitaire ou maladie pour laquelle une gestion intégrée régulière des ravageurs et des maladies doit être pratiquée. Les blocs de plantes mères de la pépinière doivent être situés dans la situation la plus ensoleillée et disposer des installations d'irrigation nécessaires.

➤ Critères de sélection de la branche pour le marcottage aérien

Les critères sélection de la branche pour le marcottage arien sont les suivants :

*Les couches d'air sont constituées de pousses dressées saines et matures (âgées de \geq 1 an).

*Le diamètre de la tige au point d'annelage doit être de 1 à 2 cm et sa longueur au-dessus de ce point doit être de 40 à 60 cm.

*Les racines se sont généralement développées plus rapidement sur les branches à croissance végétative mature que sur le bois récemment lavé. Les branches fines donnent naissance à des couches d'air avec un système racinaire médiocre et des arbres plus petits qui mettent plus de temps à germer.

*Des tiges de plus de deux ans (> 2,0 cm de diamètre) peuvent être utilisées dans certains cas, mais l'enracinement est moins satisfaisant et les plantes plus grandes produites sont un peu plus difficiles à manipuler après l'enracinement.

*Les pousses en plein soleil s'enracinent mieux que les pousses à l'ombre.

*De même, les pousses situées dans les parties nord-est et nord-ouest de la couronne s'enracinent mieux.

*Les pousses des jeunes plantes mères s'enracinent généralement plus facilement que les arbres plus âgés.

II.2.2. Propagation par les selles

Propagation par les selles, également appelé marcottage, consiste à rabattre la tige principale de la plante jusqu'au sol en hiver et à recouvrir les jeunes tiges nouvellement développées d'une motte de terre au printemps. Ces tiges juvéniles produisent des racines adventives dans le sol et sont retirées au fil du temps pour former des plantes distinctes. Le cintrage des pousses et l'application de régulateurs de croissance des plantes avant le montage favorisent la formation des racines. (Galán Saúco, 2018)

Les litchis sont particulièrement adaptés à ce mode de propagation, car ils ont des branches rigides, qui ne se plient pas facilement et sont capables de produire plusieurs pousses chaque année (Menzel, 1985). Dans cette méthode, la plante mère peut être utilisée année après année. Ram et Majumder, 1981 en Inde ont enregistré un taux de réussite de 84 pour cent avec les selles, contre 71 pour cent avec le marcottage aérien. Le pourcentage de survie était également plus élevé en cas de selles (82 %) par rapport au marcottage aérien (46 %). Le nombre, la longueur et l'épaisseur moyenne des racines étaient tous supérieurs aux selles.

L'utilisation d'IBA à raison de 2 500 à 5 000 ppm dans une pâte de lanoline sur la zone cintrée avant le regroupement du sol autour des bases cintrées a amélioré la formation des racines. La méthode a été signalée comme plus simple, plus rapide et plus économique que l'ancien marcottage aérien. (Galán Saúco, 2018)

II.2.3. Multiplication par boutures

Le litchi n'est pas multiplié commercialement par bouturage, bien que la méthode soit simple et peu coûteuse. Les boutures peuvent être utilisées comme porte-greffe pour bénéficier des avantages d'un greffage précoce par rapport au porte-greffe. Le

litchi est une espèce ligneuse vivace difficile à enraciner, nécessitant des installations élaborées telles que la brumisation, le contrôle de la température et de l'humidité pour un meilleur succès d'enracinement. Plusieurs facteurs comme le type de bois, le stade de croissance utilisé pour le prélèvement des boutures, la période de l'année à laquelle les boutures sont prélevées, les génotypes, etc. peuvent influencer le succès des boutures à s'enraciner. (Galán Saúco, 2018)

➤ **Principes de bases de la multiplication par bouturage :**

Selon Claude V, 2017 les principes de bases de la multiplication par bouturage sont les suivants :

- ❖ Ne bouturer que des plants jeunes, sains, réguliers et en croissance active.
- ❖ Les plants mère doivent être en croissance végétative et non en fleur.
- ❖ Plus le plant n'est jeune, meilleure sera la capacité de rhizogénèse des boutures. La plupart du temps, les plants mère sont de jeunes plants en production.
- ❖ Si de gros plants mères sont utilisés, tailler les tiges plusieurs semaines avant la prise de boutures, afin d'avoir une récolte de tiges uniformes (même âge, même longueur), jeunes et vigoureuses.
- ❖ Utiliser des outils de taille tranchants et propres (les désinfecter très régulièrement ou changer les lames).
- ❖ Les boutures doivent être courtes et ne posséder qu'une à quelques feuilles matures.
- ❖ De la récolte à l'enracinement, le feuillage des boutures ne doit pas flétrir.
- ❖ Ne pas enfoncer profondément les boutures dans le substrat. Plus elles sont piquées profondément, plus on force la formation du calus (cal) dans une zone peu aérée, souvent saturée en eau. La formation de la cal nécessite beaucoup d'oxygène. Le point de coupe de la bouture devrait se situer à une profondeur de 1 ou 2 cm sous la surface du substrat.
- ❖ Utiliser des contenants de multiplication propres, du substrat de qualité et des équipements permettant un contrôle précis de l'environnement (température, éclairage, humidité).
- ❖ Les meilleurs moments pour la récolte de boutures sont le matin tôt et les journées nuageuses. À ces périodes, les tissus sont au maximum de leurs turgescences

II.2.4. Multiplication par graines

La viabilité des graines de litchi est extrêmement courte. S'ils sont exposés à l'air à l'ombre et dans des conditions d'humidité ambiante, ils commencent à se ratatiner en moins de 24 heures et ne sont plus capables de germer au bout de cinq jours. Ils peuvent cependant être conservés jusqu'à 8 semaines entre deux couches de spaghnum de 2,5 cm d'épaisseur, ou pendant une période plus courte enveloppés dans de la tourbe au réfrigérateur (Cull et Paxton, 1983), ou pendant au moins un mois à l'ombre dans des boîtes de Pétri fermées et saupoudrées d'un fongicide approprié (Galán Saúco et Menini, 1989).

Menzel, 1985 a rapporté que les graines peuvent également être conservées jusqu'à 56 jours à 8°C, ce qui est à peu près en accord avec Fu et al 1990, qui indiquaient que les graines sont viables jusqu'à 60 jours lorsqu'elles sont conservées à 5°C. Bien que Mc Clelland, 1944 ait trouvé des températures de 3°C préjudiciables aux graines de litchi.

Après avoir été séparées du fruit et retirées de la chair entière, les graines doivent être semées horizontalement sur une profondeur de 1 à 2,5 cm dans des bacs dans un substrat bien drainé.

L'incorporation de terre provenant d'anciennes plantations dans le substrat a été recommandée en raison des avantages potentiels de la présence de mycorhizes dans le sol, mais le sol doit être exempt de parasites et de maladies et la désinfection requise tuera les arbusculaires. Champignons mycorhizes. La germination devrait normalement commencer dans les 3 jours. Lorsque les jeunes plants ont atteint une hauteur de 10 à 15 cm, ils doivent être repiqués dans des sacs individuels. Pour faciliter le repiquage, ils doivent être placés à une distance d'au moins le double de leur longueur semée (environ 8 à 10 cm). (Galán Saúco et al, 2018)

II.2.5. Propagation par greffage

Le greffage est une méthode de propagation asexuée qui consiste à unir deux parties, le porte-greffe et le scion, provenant de plantes différentes en une seule plante. La plante unitaire est autorisée à croître, le porte-greffe contribuant au système racinaire tandis que le scion contribue à la canopée. En conséquence, le cultivar scion est multiplié. Le greffage est utilisé depuis longtemps en Chine et reste une méthode majeure de propagation du litchi. (Galán Saúco et al, 2018)

CHAPITRE III
MATÉRIELS ET MÉTHODES

III.1. Présentation de la région d'étude

III.1.1. position géographique du site d'étude :

L'étude a été menée à l'université 20 Août 1955 est installée sur les anciennes terres de l'école régionale d'agriculture. Elle est située au Sud de la wilaya de Skikda (ex Philippe ville), à égale distance des villes de Skikda et d'El Hadaïk (ex Saint Antoine) soit à environ 2 km de ces localités.

Elle est située dans la partie de la vallée de Zeramna à flanc Nord de Msiouene. Elle occupe une superficie de 246 ha et est limitée par les montagnes et les forêts au Nord, l'EAC (Exploitation Agricole Collective) n° 66 issue de l'ex DAS (Domaine Agricole Socialiste) Beni Messous à l'Ouest, l'EAC n° 2 issue de l'ex DAS Bedaï Chaabane à l'Est et la route nationale n°3 au Sud (Chalabi, 2014).



Photo N°01 : position géographique du site d'étude (Google Earth, 2024)

III.1.2. Climat de la zone d'étude

Le climat est l'ensemble des phénomènes qui caractérisent l'atmosphère et dont l'action influence l'existence des êtres qui y sont soumis (Chalabi R, 2014), Il constitue un facteur particulièrement actif de la formation des sols. Le climat est l'état moyen de l'atmosphère en un point de la surface terrestre.

Le climat de la Wilaya de Skikda appartient au régime méditerranéen, il est caractérisé par une saison froide relativement tempérée durant laquelle les perturbations cycloniques

apportent des pluies souvent substantielles surtout sur les reliefs, suivie d’une période sèche et atmosphère calme. (Bouchoukh I, 2021)

La Wilaya appartient aux domaines bioclimatiques humides et subhumides. Il est à variante douce et tempérée au niveau du littoral et froid à l’intérieur. L’étage humide couvre la zone occidentale montagneuse ainsi que les sommets à l’Est et au Sud.(Bouchoukh I, 2021)

Les graphiques ci-dessous présentent la variation mensuelle de la température moyenne et de la pluviométrie durant ces périodes, ainsi que le diagramme ombrothermique de la période (2016-2018).

Les données climatiques montrent que pour les trois périodes, la température moyenne maximale est atteinte en mois d’août alors que la température la plus basse est enregistrée au mois de janvier à février (Figure 11), en ce qui concerne la pluviométrie, des précipitations maximales sont enregistrées en mois de novembre, décembre ou janvier (Figure 12).

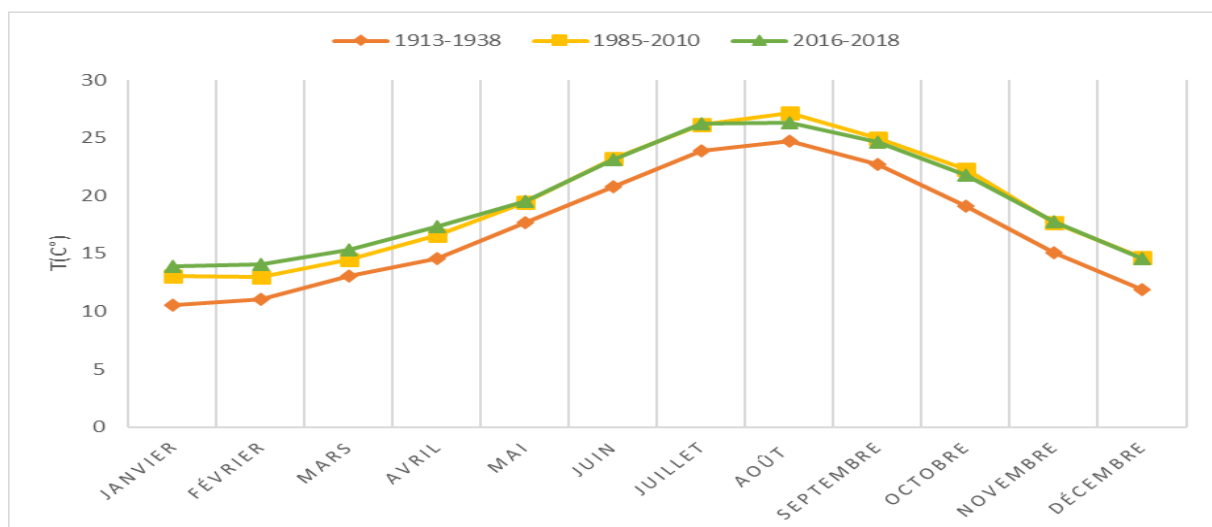


Figure 11: Les variations de la température moyenne durant trois périodes dans la zone d’étude.

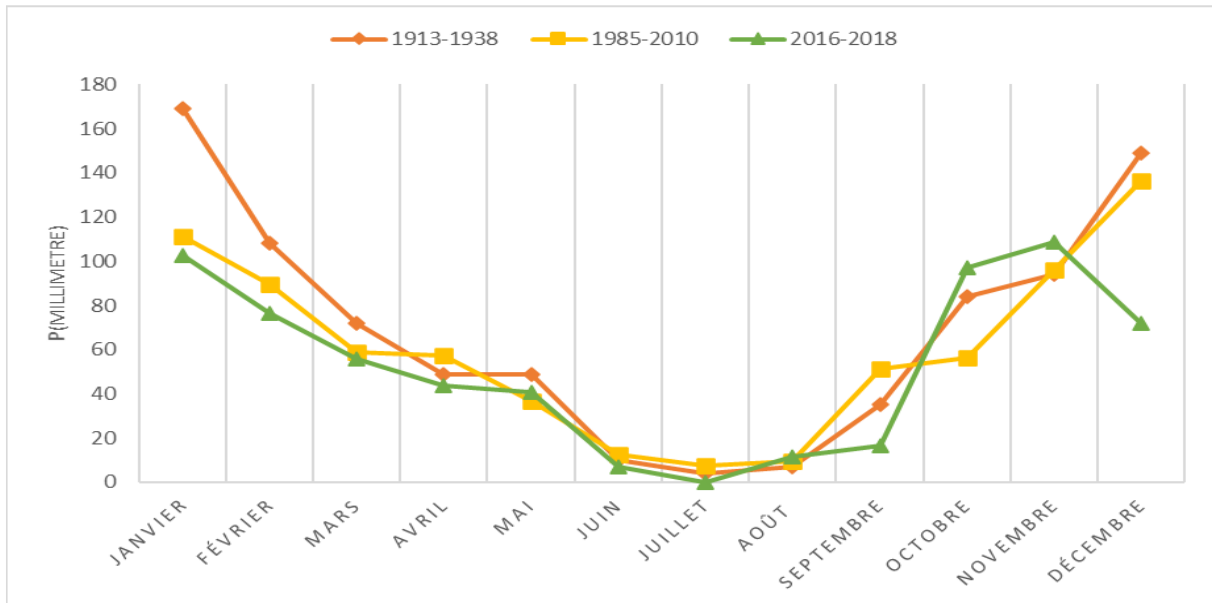


Figure 12 : Les variations de la pluviométrie moyenne durant trois périodes dans la zone d'étude.

Le diagramme ombrothermique montre que la période de sécheresse à Skikda s'étale entre du mois de mai au mois de septembre (Figure 13)

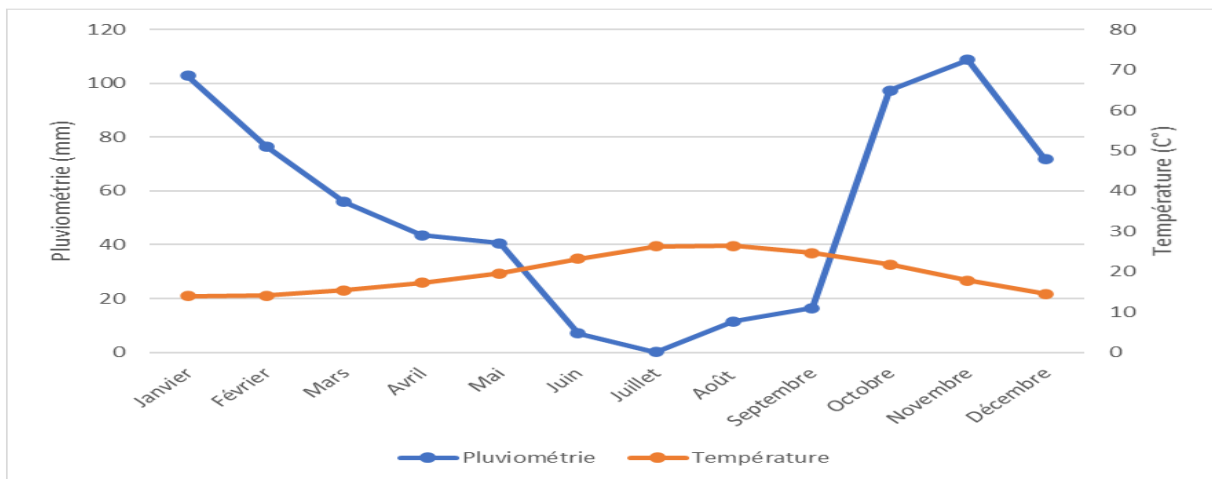


Figure 13 : Diagramme Ombrothermique de Gausson de la période 2016-2018.

III.2. Matériels :**III.2.1. Serre à nébulisation (Multiplication) :*****Essais de bouturage**

C'est le premier site où se déroule la première étape du bouturage, dont l'objectif est d'induire l'émission des racines en conditions contrôlées (site1, photo n° 02)

La serre s'étale sur une superficie de 82 m², C'est une serre en plaques PVC BI-ORIENTE en cristal neutre, ces plaques offrent une résistance aux chocs de 100% supérieure aux matériaux ordinaires, le traitement anti UV appliqué aux plaques permet de garantir la durabilité et la résistance mécanique, les plaques résistent aux agressions naturelles, présente une tenue aux ALCALIS, acides et sels.

Elle est menée des équipements spécifiques qui forment un microclimat à l'intérieur de la serre pédagogique :

- Chauffage air chaud
- Cooling réfrigérant
- Ecran thermique d'ombrage
- Tablette de culture
- Irrigation pendulaire aspersion et brumisation
- Irrigation goutte à goutte
- Fog système humidification
- Eclairage de croissance
- Nappe chauffante hors sol

***Essais de marcottage**

Pour le marcottage aérien, l'opération a été réalisé fin du mois d'avril dans le jardin mexicain de l'université sur des jeunes ligneux, de deux et trois années francs de pied, de hauteur variante entre 1 à 2 m. (site 2, photo n°03)



Photo N° 02 : Serre à nébulisation

III.2.2. Matériel végétal:

Le prélèvement des rameaux de litchi a été effectué sur le seul arbre qui existe au niveau du jardin mexicain de l'université et qui âgée de plus de 70 ans.

Pour le processus de bouturage les rameaux ont été prélevés le matin avant les périodes de fortes chaleurs pour limiter la déshydratation de celles-ci. Ils ont été prélevés à des différentes époques : la première s'était le 28 février 2024 et la seconde du 28 mars 2024, et la dernière le 25 avril 2024 et à trois niveaux sur de jeunes branches : basal, médian et apical.

Les boutures préparées avaient une longueur de 15 à 20 cm et un diamètre médian compris entre 1 et 3 cm

Nous avons utilisé également des feuilles d'Aloe-vera.

La présente expérimentation de marcottage aérien a été réalisée sur des rameaux de tiges de litchi ayant un diamètre moyen de 10mm, sur ces tiges choisies en fonction de leurs âges de deux et trois ans, une annulation complète de 5cm de long a été pratiquée.



Photo n° 03 : l'arbre de litchi qui se trouve au niveau du jardin mexicain de l'université de 20
Août 1955



Photo N°04 : feuille d'Aloe-vera

III.2.3.Substrat de culture

Le substrat de culture utilisé dans l'essai de bouturage est de deux types :

- Un mélange composé de 50% de terreau et 50% de perlite
- Un autre mélange composé de terre du jardin et du sable

*** Les caractéristiques du substrat de culture utilisé :****Le premier substrat est un mélange entre le terreau et la perlite :**

Loussert et Brousse, 1978, ont défini la perlite comme du silicate d'alumine d'origine volcanique, chauffé pendant une minute à 100 °C, elle présente les avantages suivants :

- Densité et fermeté adéquate.
- Volume d'humidité pratiquement constant
- Capacité de rétention en eau suffisante.
- Porosité élevée.
- Capacité de drainage élevée.
- Absence d'organismes nocifs.

Le terreau utilisé lors du processus de bouturage est fabriqué de :

- Mélange de fibre de coco
- Tourbe blanche
- Tourbe noire
- Matière végétale compostée
- Matière organique avec 0.05g d'activateur racinaire par litre de substrat et 1g d'engrais NPK par litre de substrat
- Matière organique sur matière sèche : 67%
- Densité apparente compactée en laboratoire 0.357kg/L
- Matière sèche : 38%
- Conductivité électrique : 75ms/m
- Teneur en éléments nutritifs : 1% azote, 0.4% phosphore, 0.75% potassium

Le deuxième est un mélange entre le sable et terre du jardin :

Nous avons préparé un mélange de sable et terre du jardin avec plusieurs ratios comme suite :

50% terre du jardin – 50% sable

100% sable ;

100% terre du jardin.

Pendant le processus du marcottage nous avons utilisé le substrat du Floragard, il est fabriqué de :

- Engrais composé NPK, tourbe blonde de sphaigne et autres constituants spécifiés,
- La matière sèche en pourcentage du produit brut : 25 à 40%

- Matière organique en pourcentage du sec : 55 à 90%
- Conductivité électrique : 10 à 65ms/m
- Capacité de rétention pour l'eau : 500 à 780 ml/l
- PH (H₂O) : 4.3 à 6.

III.2.4. Autres outils :

Pour le bouturage :

- Pots transparents
- Sécateur
- Couteau
- Arrosoir



Photo N° 05 : matériels utilisés pour le bouturage

Pour le marcottage

- Couteau
- Sacs transparents
- Raphia (ruban adhésif)
- Seringues



Photo N° 6 : matériels utilisés pour le marcottage aérien

III.3. Méthodes :

Notre travail est réalisé en deux essais :

- le premier concerne la multiplication du litchi par bouturage, consacré à l'étude de l'effet du substrat (un mélange de terreau et de perlite et un mélange de sable et de terre du jardin) sur l'enracinement des boutures. Ainsi que l'effet de l'extrait naturel (gel) de l'Aloe-vera. Cet essai est réalisé dans la serre pédagogique du département d'agronomie (site 1, photo 02).
- le second essai est réalisé au jardin botanique de l'université de Skikda (site 2, photo 03), Concerne la multiplication du litchi par marcottage dans lequel nous avons étudié l'effet de l'âge du rameau sur l'enracinement

III.3.1. Dispositif expérimental :

Le dispositif expérimental utilisé est la randomisation totale

- **L'effet du substrat :**

04 répétitions est constituées de 108 pots de boutures. Ces boutures de tiges sont réparties en quatre grandes variantes à savoir : 27 pots contenant du sable et 27 autres contenant de la terre de jardin et 27 pots contenant un mélange entre la perlite et le terreau ainsi qu'un autre 27 est un mélange entre le sable et la terre du jardin.

Chaque grande variante de 27 pots est traitée et répartie en trois sous - variantes de 09 pots de boutures selon la position sur la branche coupée (basale, médiane et apicale)

- **L'effet de L'Aloe-verra :**

02 répétitions est constituées de 54 pots de boutures. Ces boutures de tiges sont réparties en deux grandes variantes à savoir : 27 pots contenant des boutures témoin et 27 autres contenant des boutures traitées avec l'Aloe-vera.

Chaque grande variante de 27 pots est traitée et répartie en trois sous - variantes de 09 pots de boutures selon la position sur la branche coupée (basale, médiane et apicale)

Au cours de la conduite de l'essai, les pots contenant les boutures sont restées à l'intérieur de la serre de nébulisation, le nombre des boutures vivantes et mortes, ont été comptés à l'intervalle de 3 jours pour chaque traitement.

III.3.2. Préparation des boutures pour le premier essai (effet de l'Aloe-vera)

Le 28 février, nous sommes rendus au jardin mexicain pour prendre les branches afin d'effectuer l'opération de bouturage et pour cela, on utilise un sécateur bien aiguisé et bien désinfecté, nous avons coupé les boutures de 15 à 20cm de longueur à différentes positions de la branche (apical, médiane et basal), après nous avons retiré les feuilles de la partie apicale, en laissant que quelques-unes au sommet de bouture ensuite nous avons trempé les extrémités des boutures après avoir fait une plaie à l'extrémité inférieure dans le gel d'Aloe-vera pendant 10 à 15 minutes ; à deux façons laquelle :

- Tremper la base des boutures dans l'Aloe-vera comme une hormone d'enracinement naturelle.
- Nous laissons les boutures sans hormone, comme un témoin.

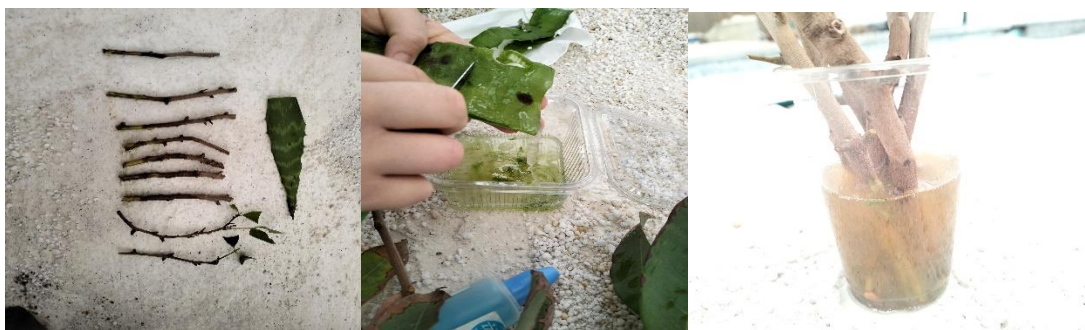


Photo n°07 : opération de préparation des boutures et extraction du gel d'Alo-vera
(28février 2024)

Sur un sol humide, nous avons fait un trou avec un crayon et placé la bouture dans le trou et remplacé délicatement le substrat.

III. 3.3. Préparation des boutures pour le deuxième essai (effet des types de substrats) :

Le 28 mars et le 25 avril nous sommes retournés au jardin d'essais situé au niveau de l'université de SKIKDA pour prélever des branches de litchi, nous avons ensuite préparé les boutures de la même manière mentionnée ci-dessus (effet de l'Aloe-vera), puis nous avons planté ces boutures dans les différents types de substrats préparés précédemment.



Photo n°08 : boutures plantées dans la perlite et le terreau (28 mars 2024)



Photo n° 09 : boutures plantées dans la terre du jardin (25 avril 2024)



Photo n° 10 : boutures plantées dans un mélange de sable et de la terre de jardin (50%-50%)
(25 avril 2024)



Photo n° 11 : boutures plantées dans le sable (100%)

(25 avril 2024)

•Essais de marcottage aérien :

III.3.4. Préparation des marcottes aériennes :

A l'aide d'un couteau la partie cambiale mise à nu par l'annulation corticale est immédiatement recouverte d'un manchon en polyéthylène transparent qui renferme le terreau qu'est bien humidifié et maintenu autour de la tige grâce à un ruban adhésif attaché aux extrémités de façon à éviter le dessèchement du substrat, ce manchon est laissé en place pendant toute la période requise pour la néoformation des racines apparaissent sous la surface du film plastique.

Chaque fois que l'humidité du substrat semblait faible, celui-ci était humidifié à l'aide d'une seringue de 5 ml.



Photo n° 12 : les étapes du marcottage aérien du litchi dans le jardin d'essais de l'université
20 Août 1955

Deux types de traitement ont été effectués : le marcottage aérien de deux ans (MA2) et de trois ans (MA3) afin de déterminer l'âge du rameau le plus favorable au marcottage aérien.

Au total, 06 marcottes aériennes ont été posées : trois marcottes des rameaux de deux ans et trois de trois ans, une étiquette indiquait l'âge des marcottes aériennes, et la date de mise en place.



Photo n° 13 : les marcottes aériennes du litchi

La durée de l'essai a été de 60 jours en fonction de la vitesse d'apparition des racines, observables à travers le sac plastique. À la fin de l'essai, le taux de marcottes enracinées, vivantes et mortes par traitement a été relevé.

III.4. Résultats:

•Essai de bouturage

***Effet de l'Aloe-vera sur l'enracinement des boutures :**

Le tableau suivant nous montre les résultats obtenus à partir de nos expériences sur la multiplication végétative par bouturage et l'influence de l'Aloe-vera sur l'enracinement des boutures.

Tableau N° 03 : Résultats d'essais de bouturage de *litchi sinensis* avec l'utilisation d'Aloe-vera

type des boutures	Nombre de boutures installées	Durée du test (jours)	Boutures enracinées		Boutures vivantes		Boutures mortes	
			Nombre	Proportion	Nombre	Proportion	Nombre	Proportion
base témoin	9	75	0	0%	0	0%	9	100%
Médiane témoin	9	75	0	0%	1	11%	8	89%
Apicale témoin	9	75	0	0%	1	11%	8	89%
Base hormone	9	75	0	0%	2	22%	7	78%
Médiane hormone	9	75	0	0%	2	22%	7	78%
Apicale hormone	9	75	0	0%	6	66%	3	34%

Le tableau N° 03 montre que les boutures de fragments aériens (BFA) de *LITCHI SINENSIS* ne se sont pas enracinées, quel que soit le niveau de prélèvement (apical, médian, et basal) ou quel que soit l'utilisation d'Aloe-vera ou non. Après 75 jours, les boutures s'étaient complètement asséchées.

Deux boutures témoins vivantes, mais non enracinées, 1/9 de la partie médiane témoin soit 11% et 1/9 partie apicale témoin soit 11% après 2 mois d’essai.

Des boutures vivantes, mais non enracinée sont été également notées pour les boutures traitées avec l’Aloe-vera à raison de 22 %, 22% et 66 % respectivement pour les parties basales, médianes et apicales, après 02 mois d’essai.

***Effet du type de substrat sur l’enracinement des boutures :**

Les tableaux suivants nous montrent les résultats obtenus à partir de nos expériences sur l’effet du type de substrat sur l’enracinement des boutures de litchi :

Tableau N° 04 : résultats de bouturage dont le substrat utilisé est un mélange entre le sable et terre du jardin

Types de substrat	50%Sable-50% terre du jardin							
Position de prélèvement	Nombre de boutures	Durée de Test (jours)	Boutures enracinées		Bouture vivantes		Boutures mortes	
			Nombre	Proportion	Nombre	Proportion	Nombre	Proportion
Partie Apicale	9	60	0	0%	6	67%	3	33%
Partie Médiane	9	60	0	0%	2	22%	7	78%
Partie Basale	9	60	0	0%	0	0%	9	100%

Tableau N° 05 : résultat de bouturage dont le substrat utilisé est un 100% sable

Types de substrat	100% sable							
Position de prélèvement	Nombre de boutures	Durée de test (jours)	Boutures enracinées		Bouture vivantes		Boutures mortes	
			Nombre	Proportion	Nombre	Proportion	Nombre	Proportion
Partie Apicale	9	60	0	0%	6	67%	3	33%
Partie Médiane	9	60	0	0%	4	44%	5	56%
Partie Basale	9	60	0	0%	0	0%	9	100%

Tableau N° 06 : résultat de bouturage dont le substrat utilisé est terre du jardin

Types de substrat	100% Terre du jardin							
Position de prélèvement	Nombre de boutures	Durée de Test (jours)	Boutures enracinées		Bouture vivantes		Boutures mortes	
			Nombre	Proportion	Nombre	proportion	Nombre	Proportion
Partie Apicale	9	60	0	0%	0	0%	9	100%
Partie Médiane	9	60	0	0%	0	0%	9	100%
Partie Basale	9	60	0	0%	0	0%	9	100%

Tableau N° 07 : résultat de bouturage dont le substrat utilisé est un mélange entre la perlite et le terreau

Types de substrat	50% perlite – 50% terreau							
Position de prélèvement	Nombre de boutures	Durée de Test (jours)	Boutures enracinées		Bouture vivantes		Boutures mortes	
			Nombre	Proportion	Nombre	proportion	Nombre	Proportion
Partie Apicale	9	60	0	0%	4	44%	5	56%
Partie Médiane	9	60	0	0%	2	22%	7	78%
Partie Basale	9	60	0	0%	0	0%	9	100%

Les tableaux ci-dessus (04, 05, 06 et 07) nous montrent que toutes les boutures ne sont pas enracinées dans tous les types de substrats utilisés, on remarque également que certaines boutures plantées dans le sable et le mélange de sable et terre du jardin ainsi que le mélange de la perlite et terreau restent vivantes, notamment la partie apicale et médiane comme en témoigne le fait que les feuilles restent vertes longtemps et les boutures ne se dessèchent pas, dans le cas des autres substrats la chute des feuilles des boutures a eu un effet négatif sur leur enracinement et cela quel que soit le type de substrat, cent pour cent (100) des boutures mortes sont des boutures dépourvues de feuilles par contre entre 44 et 67 % des boutures restent vivantes longtemps mais non enracinées sont des boutures feuillées.

Selon Bouzard, 1976 le premier stade de la rhizogénèse doit se faire le plus tôt possible (au cours des 18 jours qui suivent la mise en place des boutures), car une compétition s'établit entre les agents de pourriture (champignons, excès d'eau, température) et la rhizogénèse.

Grace à leurs feuillages les boutures gardent les fonctions physiologiques (respiration, fonctions chlorophylliennes, élaboration des substances rhizogènes), qui peuvent et doivent se poursuivre en serre de nébulisation (Renaud P, 1968).

•Essais de marcottage :

Le tableau suivant nous montre les résultats obtenus à partir de notre expérience sur la multiplication végétative par marcottage.

Tableau N° 08 : Résultats d'essais de marcottage aérien de *litchi sinensis*

type des marcottes	Nombre de marcottes posées	Durée du test (jours)	Marcottes enracinées		Marcottes vivantes non enracinées		Marcottes mortes	
			Nombre	Proportion	Nombre	Proportion	Nombre	Proportion
BA2	3	60	2	67%	1	33%	0	0%
BA3	3	60	1	33%	1	33%	1	33%

Les essais de marcottage aérien sur l'espèce de litchi étudiée ont montré à des degrés divers des résultats plus intéressants pour les marcottes qui sont âgées de deux ans avec un taux d'enracinement de 67% contre 33% pour les marcottes de trois ans, et cela 60 jours après l'installation de l'essai (tableau 8)

Nous avons observé une marcotte vivante mais non enracinée pour la branche de deux ans soit 33%, et pour la branche de trois ans.

Le taux de mortalité est de 33% pour les marcottes de trois ans (photo n° 12), et nous n'enregistrons aucune marcotte morte pour les branches de deux ans.



Photo N° 14 : la marcotte aérienne indiquée par la flèche est morte



Photo N° 15 :une marcotte avant et après formation des cals (calogénèse)

III.5. Discussion :

•Essai e bouturage

- D'après Jaenicke et Beniast, 2003 in Bodjrenou, 2018, dès que la bouture est prélevée de la plante mère, elle ne peut plus absorber l'eau nécessaire à sa survie et à son développement, c'est pourquoi il est vital de maintenir l'humidité ambiante à un degré optimal, qui ne sera ni trop faible, ce qui provoquerait le flétrissement et le dessèchement des boutures, ni trop élevé, ce qui favoriserait l'apparition des maladies.
- L'eau est donc un facteur externe crucial pour le succès de l'enracinement des boutures. On admit que toutes les conditions de la manipulation de notre essai étaient non contrôlées : L'un des facteurs décisifs pour le succès de notre essai c'est l'humidité qui était trop faible dans la serre, mentionnons également la température dans la serre où nous avons placé les boutures était plutôt élevée, l'évaporation est également importante et contrôle la méthode d'irrigation, ce qui est important pour maintenir le rapport d'eau approprié pour les boutures.(Bodjrenou, 2018).
- L'arrosage a été fait jour après jour, mais le grand effet du manque de croissance des boutures était dû aux conditions inégales, et la factrice le plus négatif est l'augmentation soudaine de la température. Bien que nous ayons mené notre expérience dans une serre dotée de toutes les technologies avancées, cette dernière n'a pas fonctionné et ne nous a fourni le micro climat approprié pour le succès de notre expérience.

- Des travaux menés par Lambert 1988, Rugini et Marioti 1991 et Mankessi 2005, suggèrent que l'induction, l'initiation et le développement racinaire dépendent de l'âge des tissus et que le pourcentage de l'enracinement décroît avec l'âge du matériel végétal utilisé.
- A l'issue de cette expérience, nous achevons que les conditions climatiques non favorables, ainsi que l'âge et l'état physiologique de l'arbre conduisant aux pertes ; 100% de bouture, ont été préjudiciable au succès de notre essai, Il s'avère important de poursuivre l'étude en conditions d'enracinement mieux contrôlées, avec une durée d'essai bien longue. Il est probable que, la plante mère par ses caractéristiques (génotype, âge, conditions de croissance), les qualités de la bouture, les conditions de prélèvement et de préparation des boutures puis le maintien de l'humidité relative, exerce à divers degrés une influence sur le taux d'enracinement.

•Essai de marcottage

Les résultats obtenus de cette étude confirment notre hypothèse de départ, le *litchi sinensis* réagit favorablement à au moins une des techniques de multiplication végétative qui est le marcottage aérien.

Nous avons observé la formation des cals, première étape de la rhizogenèse après 2 mois d'essais, et cela l'enracinement des marcottes aériennes nécessite encore plus de temps.

Comment l'indique Galan Sãoco, 2018 les tiges de litchi de plus de deux ans, peuvent être utilisées dans certains cas, mais l'enracinement est moins satisfaisant et les plantes plus grandes produites sont un peu plus difficiles à manipuler après l'enracine

CONCLUSION

Conclusion générale

L'ancienne école d'agriculture confère à notre université une valeur historique, il fut créé en 1900 par le gouvernement général de l'Algérie dans la période coloniale,

Les différents jardins de l'ancienne école régionale d'agriculture de Skikda abritent un grand nombre d'espèces fruitières exotiques qui sont mal connues et non étudiées en Algérie. Ces espèces, d'origine tropicale et subtropicale, ont montré une acclimatation aux conditions locales de la région et méritent une attention particulière en Algérie. (Bouchoukh, 2121).

Pour préserver ces espèces localement menacées, nous avons essayé d'étudier deux méthodes de multiplication sur le litchi à l'ancienne école d'agriculture,

Les résultats des deux méthodes de multiplication végétative étudiée sur le litchi montrent une grande aptitude au marcottage aérien qu'au bouturage, Menzel, 1988 affirme que les marcottes aériennes de *litchi sinensis* ont un enracinement plus développé et rapide que celui des boutures. Cependant des essais complémentaires en fonction des saisons sont nécessaires pour mieux identifier les périodes les plus favorables au marcottage et bouturage de cette espèce. Au vu de nos résultats, la période de l'année et le facteur temps semblent influencer sur la capacité des marcottes de *Litchi sinensis* à émettre des racines, de nombreuses études montrent que la réussite du marcottage dépend de la saison suggérant des tests étalés dans l'année pour identifier les périodes les plus favorables, pour la position, une caractéristique particulière du litchi qui est d'une grande importance pour sa propagation est le fait que Venning 1949, in Galán sauco, 2018 est constaté que l'ensemble du cambium n'est actif qu'au cours de la première phase de croissance secondaire. Plus tard, l'activité du cambium varie d'un endroit à l'autre autour de la tige et seulement 30 % du cambium est actif à un endroit quelconque temps.

De même il serait nécessaire d'étudier profondément l'effet et les caractéristiques de certaines plantes qui peuvent être considérées comme hormones naturelles comme l'Alo-vera, la cannelle, les branches de saule, sur l'enracinement des boutures de litchi afin de limiter l'utilisation des hormone synthétisées coûteuses, ainsi que les caractéristiques physico-chimiques du substrat utilisé afin de mieux intégrer ces techniques dans les efforts de régénération de cet arbre exotique en voie de disparition.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

ABDESSAMAD S., LEDRA A., 2021. Méthodes et techniques de bouturage : guide pratique. Mémoire master. Université des frères mentouri Constantine.

AKEHILA K., GUELLIL S., 2023. Essai de production par voie végétative des plantes ornementales. Thèse de Master en Sciences Agronomiques spécialité Système de Production Agro-Ecologique, université Ahmed Draria ADRAR).

BELLEFONTAINE R., MONTEUUUIS O., 2000. Le drageonnage des arbres hors forêt un moyen pour re-végétaliser partiellement les zones arides et semi-aride sahéliennes.

BODJRENOU T R., KEITA N'GNA T., OUINSAVI C., 2018. Effets De l'Acide Naphtalène Acétique, Du Type De Substrat Et De La Grosseur Des Boutures Sur Le Bouturage De Tige De Pterocarpus Erinaceus Poir (Fabaceae). Ed European Scientific Journal. Vol.14, No.27.

BOUCHOUKH I., 2021. Contribution à l'étude de quelques espèces fruitières exotiques acclimatées de la région de Skikda en Algérie. Thèse de doctorat en science option biologie végétale.

BOUZAR M., 1976. L'enracinement de six variétés d'olivier sous nébulisation et la comparaison des variétés Algériennes avec les variétés Etrangères. Mémoire d'ingénieur INA, El-harrach, 48p.

BRUNO T., 2012. La culture de litchi au Sénégal. Centre pour le développement de l'horticulture cambérène.

CHALABI R., 2014. Espèces fruitières de l'ancienne école d'agriculture de Skikda. Recensement et sauvegarde. Mémoire de magistère en Agronomie. Université de Skikda.

CHRISTIAN M., 2021. La culture du litchi. Institut agronomique néo-calédonien.

CULL BW., PAXTONBF., 1983. Growing the lychee in Quesland, P. 109: 53-60

EMELINE S., 2007. Programmes de promotion des revenus ruraux (PPRR) étude de cas programme pays Madagascar (filière litchi).

Références bibliographiques

GALAN SAUCU V., MENINI U., 1989. Lychee cultivation rome FAO plant production and protection, 136p.

GALAN SAUCO V., 2018. Revista Brasileira de fruticultura lychee propagation new technologies and innovations. N° 04. Ed. 575.

GERBAUD P., 2010. Observatoire des marchés. N° 178. Ed. CIRAD, France.

GILBERT B., DOMINIQUE B., 2010. Multiplication des plantes horticoles. Ed. Lavoisier, 97p

HANNAH J., JAN B., 2003. La multiplication végétative des ligneux en Agroforesterie Manuel de formation et bibliographie. Ed. World Agroforestry centre, 162p.

JAENICKE H., BENIES J., 2003. La multiplication végétative des ligneux en Agroforesterie. Manuel de formation et bibliographie. World Agrofor. Cent. ICRAF ISBN 92 9059 1501 Kul Graphics Ltd Nairobi Kenya.

JEAN CLAUDE M., 2021. Multiplication végétative des plantes, ingénieur officié du Mérite Agricole.

LAHMAR S., 2017. Effets de la variabilité de concentration d'AIB sur la rhizogénèse de 04 variétés de boutures d'oliviers. Thèse de Master 2 en Amélioration des productions végétales. Université Abdelhamid Ibn Badis. Mostaganem.

LOUSSERT R., BROUSSE G., 1978. L'olivier. Techniques et production méditerranéenne. Ed. G.P Maisonneuve et Larose, Paris, 1978. 448p.

MEDDOUR R., SAHAR O., FRIED G. 2020. A preminary cheeklist of the alienflora of Algéria (NorthAfrica) : taxononomy traits and invasivenesspotential. Bot. Lett. 167p

MCCLELLAND TB., 1944. Briefviability of tropical seeds. Proceeding of the Florida State Horticultural Society, Gainesville, V. 57, p.161.

MENZEL C., 1985. Propagation of lychee, a review scientia horticultrae, New York.

RAKOTONDRAPARANY ML., 2011. Caractérisation Alimentaire des miels Malgaches. Thèse pour l'obtention du diplôme d'études Approfondies de biochimie. Option Biochimie Appliquée aux sciences de l'alimentation et la nutrition. (Cas du miel de litchi). 14-15p

Références bibliographiques

RAM M., MAJUMDER PK., 1981. A note on the propagation of lychee (*litchi chinensis son*) by stooling, science and culture, V 47, 332-333pp.

RENAUD P., 1968. Au sujet de la multiplication de l'olivier au Maroc. Al Awamia, N° 27: 1-15

SAKHRAOUI N., 2023. Nouveaux signalements de plantes exotiques échappées des cultures en Algérie. FL. Medit. 33: 167-175. Version of published online on 7 november 2023.

SBAY H., LAMHAMEDI M., 2015. Guide pratique de multiplication végétative des Espèces Forestiers et Agro Forestiers, Technique de valorisation et de conservation des espaces A usage Multiples Face aux Changements Climatiques en Afrique du Nord. Ed. Royaume du Maroc. 124p

VENNING FD., 1949. Anatomy and secondary growth in the axis of litchi chinensis sonn. Quality journal of the Florida Academy of science, Orlando, V-12.

VILAM., MEGGARROY., WEBER E., 1999. Preliminary analysis of the naturalized flora of Northern Africa- Orsis14: 9-20.