



**République Algérienne Démocratique et
Populaire**
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique**
جامعة زيان عاشور-الجلفة
Université Ziane Achour –Djelfa
كلية علوم الطبيعة و الحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie

Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Biologie
Spécialité: Biotechnologies végétales

Thème

Revue bibliographique sur la culture de la fraise

Présenté par :- M^{elle} BOUKHARI ANSAR KHEIRA
- M^{elle} FARHA LINDA

Devant le jury :

Présidente : Mme Touil. S	M.C.B	UZA Djelfa
Promotrice : Mme OUALHA D.	M.A.A	UZA Djelfa
Examinatrice: Mme DEHBI.F	M.A.A	UZA Djelfa

Année Universitaire 2021/2022

Remerciements

*Avant tout nous remercions **Dieu** tout-puissant de nous avoir donné la force, patience et le courage nécessaires à l'aboutissement de ce travail.*

Nous tenons à remercier chaleureusement notre promotrice Oualha D, pour ses précieux conseils tout au long de la réalisation de ce travail, elle a été pour nous un facteur de soutien et de motivation.

Nous adressons également nos sincères remerciements aux membres de jury

Mme Touil .S et Mme Dehbi.F

Nous remercions aussi nos professeurs pour ce qu'ils nous ont donné, qu'Allah les récompense.

Nous remercions tous le personnel du Département de biologie et de l'Université Ziane Achour

Merci à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail, de près ou de loin

Dédicace I

Aux joyaux de ma vie "mes parents" qui sont la source de ma réussite,

*Ma mère Djehichmessouda et mon père BoukhariAhmedAussi, ma chère
grand-mère*

BouzekriMessaoudaetChnibaKheira

*je souhaite qu'ils trouvent à travers ce mémoire le faible témoignage de leurs
efforts et*

sacrifices et ma chère tante BoukhariMajda.

A mes chers sœurs: Loubna, Hadjer, Aicha, Wissale

A mon chère frère: Lakhdare

A tous mes proches : Harfouche Hiba

A toutes mes amies.

A l'ensemble de tous les étudiants et étudiantes de ma promotion

Ansar

Dédicace II

Je dédie ce travail à :

*Ceux qui ont consacré leur vie pour veiller à mon bien être, à la source
de ma réussite à ma chère mère » Ben taherMaliKa ,et mon cher père
»farhaAissa »pour leurs sacrifices.*

Mes chères sœurs : Naima ,Hanaa.

Mes chers frères : Ahmaed, Kamel,Yassine ,sofiane

Et à toute ma famille

Linda

Sommaire

<i>Remerciements</i>	
<i>Dédicace</i>	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction.....	1
Chapitre I : Bibliographie	4
I.1 Historique	4
I.2. Génétique	5
I.3. Classification	5
I.4. Description botanique de la plante	6
I.5. Cycle annuel du fraisier	7
I.6. Variétés de fraises et leurs caractéristiques	8
I.6.1. Tioga	8
I.6.2. Séquoia.....	8
I.6.3. Touffes	9
I.6.4. Douglas	9
I.6.5. Pájaro	9
I.6.6. Chandler.....	9
I.6.7. Selva.....	9
I.6.8. Camarosa.....	9
I.6.9. Rosa Linda	10
I.7. Fraisier cultivé	10
I.8. Importance nutritionnelle	11
Chapitre II : Les facteurs influençant la culture du Fraisier	14
II.1. Les facteurs climatiques	14
II.1.1. Froid	14
II.1.2. Température	14
II.1.3. Luminosité	14

II.1.4. La photopériode	15
II.2. Le sol.....	15
II.3. La pollinisation.....	16
II. 4. Les facteurs socio-économiques	16
II.4.1. Coût et rendement de la culture des fraises:.....	17
II.4.2. Rendement économique de la culture des fraises.....	17
II. 4.3. Production	17
Chapitre III : Biotechnologie et production des plants du Fraisier	20
III.1. Techniques des cultures in vitro	20
III.1.1 Milieu de culture	20
III.1.2. Sélection et prélèvement du matériel végétatif	21
III.1.3. Désinfection.....	21
III.1.4 Excision des apex.....	22
III.1.5. Mise en culture et prolifération	22
III.2. Culture de méristème	23
III.3. La micropropagation du fraisier	24
III.3.1. Phase d'établissement des cultures	25
III.3.2. Phase de multiplication	25
III.3.3. Phase d'enracinement	26
III.3.4. Phase d'acclimatation	26
III.3.5. Les avantages et les inconvénients de la micropropagation	26
III.4. Culture sous serre du fraisier	27
III.4.1. Mise en place directe ou plantation avec élevage en plein air	27
III.4.2. Déplacement de la serre	28
III.4.3. L'utilisation du paillage plastique	28
III.5. Culture sous tunnel.....	28
III.5.1. Matériel	28
III .5.2. Points à observer	29
III.5.3. Avantages et Inconvénients.....	29
III.6. La fraise en culture hors sol	29
III.6.1. Les équipements spécifiques.....	30

III.6.2. Quelques éléments de conduite	31
Chapitre IV : Propriétés pharmacologiques et santé humaine	34
IV.1. Effets anti cancéreux	34
IV.2. Effets antimicrobiennes.....	34
IV.3. Effets neuroprotectifs	34
IV.4. Effets antioxydants	35
IV.5. Effets cardioprotectifs	35
Conclusion	37
Références Bibliographiques	39
Annexes	47

Liste des abréviations

M	millions
bp	paire de bases
QTLs	quantitative trait loci
DA	dinars Algériens
Kg	kilogramme
qa	quintaux
h	hectar
°C	degré Celsius
mg	Milligramme

Liste des figures

Figure	Titre	Page
Figure N°1	de l'appareil végétatif du fraisier (<i>Fragaria vesca</i> L.)(Amédée Masclef ,1987)	05
Figure N°2	structure du fraisier (Larry, 1994)	07
Figure N°3	cycle de vie d'un fraisier (fr .dreamstime.com2017)	08
Figure N°4	Photo fruit de petite fraise (caviro.it, 2019)	11
Figure N°5	sol sableux (marieclaire.fr)	16
Figure N°6	Principales méthodes de la culture in vitro du Fraisier (LINDSY et JONES, 1989)	21
Figure N°7	Schématisme de la culture de méristème .(fr.slideshare.net)	24
Figure N°8	Des fraises sous serre en plastique (HELEN B, 2013)	27

Liste des tableaux

Tableau	Titre	page
Tableau 1	Etat phréologique du fraisier durant son cycle annuel (Bardet, 2005).	07
Tableau 2	Valeur nutritive des fraises (PasseportSante.net, 2018).	12
Tableau 3	Evolution du rendement de production des fraises durant la période 2010-2018 (Données internes du Département de l'agriculture de l'Etat de jjel).	18
Tableau 4	Composante du cout de production d'un heactare de fraises cours de l'année 2017/2018(Bouhaider et al,2018).	18
Tableau 5	Composition de quelques milieux de culture employés pour les différentes étapes de la propagation In vitro du fraisier (FAO, 1992)	23
Tableau 6	Pour les oligo-éléments, la composition, en mg/litre, est identique pour les deux Périodes(Ctifl/Ciref,2003)	32
Tableau 7	Composition des solutions nutritives, en meq/litre, préconisations (Ctifl/Ciref,2003)	32
Tableau 8	Conduite du climat pour une production précoce	32

Introduction

Introduction

Parler d'agriculture ces dernières années est devenu la préoccupation la plus importante des décideurs conscients de son importance pour assurer l'autosuffisance alimentaire.

La fraise est une plante herbacée, persistante et vivace de la famille des Rosacées. Les fraises sauvages et cultivées appartiennent au genre *fragaria*Sp, qui comprend de nombreuses espèces qui ont été utilisées dans la sélection et le développement des variétés de fraises connues dans le commerce.

Ses fruits peuvent être consommés et exportés soit frais, congelés ou transformés. C'est l'un des fruits qui changent plusieurs fois au cours de sa maturité Il se compose d'une tige principale courte et renflée, qui porte les feuilles sous forme de nœuds et de pédoncules se forment de nouvelle croissance de la plante verticalement et horizontalement.

La fraise se caractérise par deux hautes valeurs nutritionnelles et médicinales, un goût délicieux, un arôme agréable et une belle forme, ce qui en fait une décoration de table et une culture économique très recherchée dans diverses parties du monde. Il est également riche en sels minéraux, car il contient du calcium, du fer et du phosphore, et contient également de grandes quantités de vitamines A, B et C.

La fraise se multiplie également avec des graines dans des stations au sol pour obtenir de nouvelles variétés et des semis sains exempts d'infections fongiques. Le succès de la culture de la fraise dépend de la variété, de la date de plantation, du type de sol, de l'eau d'irrigation, du système de plantation, que ce soit avec des semis frais ou congelés, de la lutte antiparasitaire et de la prise en charge des opérations de service des cultures du début de la plantation jusqu'à la récolte.

La fraise est l'une des cultures maraîchères avec un grand retour économique, et ce retour peut être augmenté en travaillant pour produire la récolte au bon moment pour l'exportation, qui commence de novembre à avril, ainsi qu'en prenant soin de la production de fruits avec spécifications horticoles souhaitables et exemptes de pollution

biologique et chimique en plus de prendre en charge les opérations de collecte, d'emballage, de refroidissement et de transport, ce qui conduit à atteindre le consommateur sous une forme attrayante et à augmenter sa valeur commerciale.

Dans ce contexte, l'objectif de ce travail a été la présentation d'une revue bibliographique sur la Fraise, quelques techniques de multiplication, son importance alimentaire et pharmaceutique.

Notre travail est présenté en quatre parties :

La première présente une revue bibliographique résumant des généralités sur les fraises.

la seconde c'est Les facteurs influençant la culture du fraisier .

troisième est une synthèse des techniques de multiplication .

la quatrième partie résume quelques propriétés pharmacologiques et santé humaine.

Chapitre I :Etude Bibliographie

Chapitre I :Etude Bibliographie

I.1 Historique

Au XVIème siècle, les explorateurs du nouveau monde dont Jacques Cartier, découvrirent des fraisiers dont la taille des fruits les émerveilla. Ils rapportèrent du Canada des plants de cette espèce que l'on nomma fraisier écarlate ou fraisier de Virginie (*Fragariavirginiana* L.). Plus rustique que les fraisiers européens, il se développera en Angleterre et en France, plus particulièrement autour de Brest, et ce jusqu'à la fin du XIXème siècle(Günter, 2014).

De la côte ouest du continent américain, viendront d'autres introductions dont la plus importante est celle du navigateur Amédée François Frézier. C'est le roi Louis XIV qui envoie cet ingénieur de l'armement au Chili et au Pérou, pour y étudier clandestinement les fortifications espagnoles. Fêré de botanique, il s'intéresse aux plants cultivés dans la région de Conception. Il ramène en France en 1714 des plants de cette fraise du Chili (*Fragariachiloensis* L.)dont 5 survivront à la traversée, et qui seront répartis entre Marseille, Paris et Brest mais ces plants ne donnèrent pas de fruits, sauf s'ils étaient cultivés à côté d'autres espèces comme les fraisiers de Virginie, comme ce fut le cas près de Brest, à Plougastel, qui fut un centre de production important dès 1750 et jusqu'au milieu du XXème siècle.

En fait, A. F. Frézier avait malencontreusement ramené des plantes sans étamines, donc mâles stériles, qui ne pouvaient se féconder seules, alors que les 2 formes coexistaient au Chili(Günter, 2014). C'est du croisement d'un fraisier du Chili par un fraisier de Virginie que naquit (vraisemblablement en Bretagne, et à la même époque en Angleterre et aux Pays-Bas) un nouvel hybride qui associait la grosseur du fruit de la fraise du Chili et la saveur de la fraise de Virginie, avec un parfum d'ananas à l'origine de son nom botanique : *Fragariaananassa*Duch.(figure N° 1)



Figure N° 1: schéma de l'appareil végétatif du fraisier (*Fragaria vesca* L.) (Amédée Masclef, 1987)

I.2. Génétique

Fragaria x ananassa est une espèce allo-octoploïde ($2n = 8x = 56$). La complexité de ce génome de 830 Mbp environ rend la sélection difficile. Une étude de 2011 a cependant montré l'existence de 17 QTLs en lien avec 14 caractères quantitatifs. 37% d'entre eux semblent stables dans le temps et permettraient ainsi d'envisager leur utilisation en sélection. Des gènes candidats contrôlant des critères liés au rendement, au degré de fermeté ou encore à la composition en antocyanes ou en acide ascorbique ont également été ciblés par ces chercheurs (Zorrilla-Fontanesi et al, 2011).

I.3. Classification

Le fraisier Appartient à la classification suivante (fruits.nutriarena.com 2015) .

Règne Plantae
 Sous règne Tracheobionta
 Division Magnoliophyta
 Classe Magnoliopsida
 Sous classe Rosidae
 Ordre Rosales
 Famille Rosaceae
 Genre *Fragaria*
 Espèce *Fragaria ananassa*

I.4. Description botanique de la plante

Le fraisier est une plante herbacée pérenne avec une tige très courte portant une rosette de feuilles alternes et trifoliées formant un cœur (Gaston, 2010). Contrairement aux arbres les différents organes sont très proches les uns des autres y compris entre partie aérienne et partie souterraine, encore les bourgeons ne sont jamais écailleux et leur délimitation par rapport aux autres parties de la plante n'est pas vraiment facile. Un bourgeon terminal assure le développement de nouvelles feuilles en période de croissance. Ce bourgeon assure également la reproduction L'imbrication étroite des feuilles rend difficile l'étude de son développement. (Putti, 2005).

L'inflorescence est une cyme bipare. Les fleurs sont composées de cinq sépales, cinq pétales, une vingtaine d'étamines et de nombreux carpelles. Après fécondation, les fruits secs et indéhiscent sont des akènes et sont disposés dans des alvéoles plus ou moins profondes du réceptacle floral. Ce dernier va grossir sous l'effet des auxines pour donner le fruit complexe charnu qu'est la fraise (Gaston, 2010).

Plante vivace, le fraisier subit au cours des saisons de profondes transformations qui permettront successivement sa survie dans les conditions de froid hivernal, la floraison suivie de la production de fruits et l'émergence de stolons permettant la multiplication végétative.

De façon générale, le cycle de développement d'un fraisier présente quatre étapes: (1) une phase de développement et de croissance végétative avec production de stolons, (2) une phase d'initiation florale, (3) une phase de ralentissement de croissance lorsque le plant entre en dormance, initiée par la diminution de la photopériode et de la température, (4) une phase de production de fleurs et de fruits (Risser et Navatel, 1997) (figure N°2)

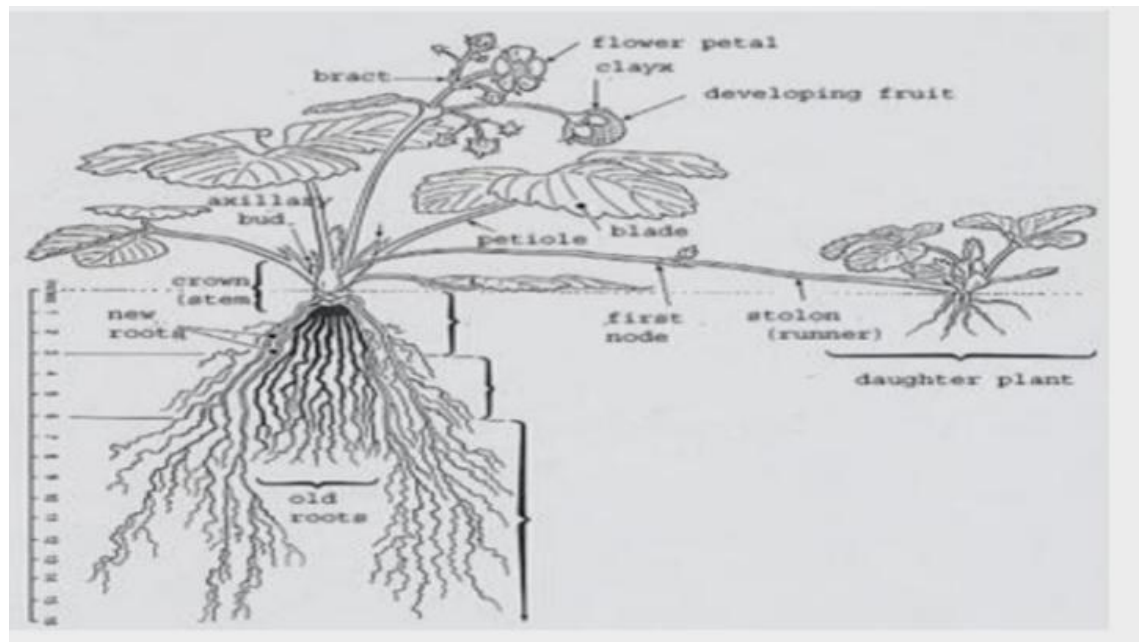


Figure N° 2: structure du fraisier(Larry, 1994)

I.5. Cycle annuel du fraisier

Le cycle annuel du Fraisier est présenté par le **tableau 1** et la **Figure N°3**

Tableau 1 : Etat phénologique du fraisier durant son cycle annuel (Bardet, 2005).

Saison	Eté	Automne	Hiver	Printemps
Photopériode et climat	Jours longs et températures élevées	Jours décroissants et températures décroissantes	Jours courts et températures basses	Jours courts (croissants) et augmentation des températures
Etat de la plante	Croissance végétative	Ralentissement de la croissance active	Arrêt de la croissance Entrée en dormance	Reprise de la croissance
	Emission de stolons	Initiation florale, début de développement des hampes florales Accumulation des réserves	Levée de dormance	Développement des hampes florales initiées à l'automne Floraison – fructification Reprise de l'initiation florale dans certains cas

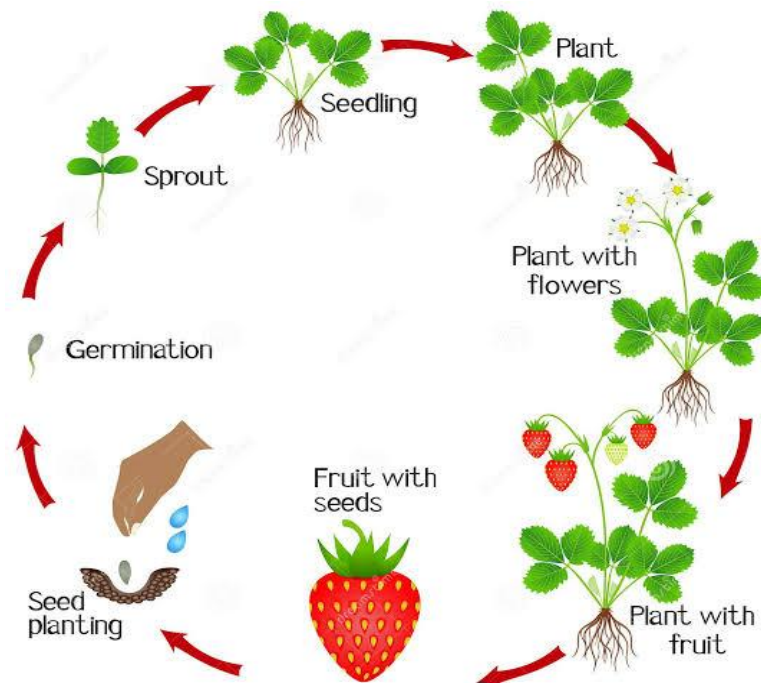


Figure N° 3: cycle de vie d'un fraisier (fr .dreamstime.com 2017)

I.6. Variétés de fraises et leurs caractéristiques

De nombreuses variétés américaines ont été introduites depuis la Californie, où les conditions climatiques sont les mêmes qu'en Égypte. Et il a été prouvé que beaucoup de ces variétés ont couvert la surface cultivée au cours des vingt dernières années, et surtout ces éléments comprennent . (Derhab,2003).(Annexe 1).

I.6.1. Tioga

L'une des premières variétés introduites à la fin des années soixante pour remplacer la variété baladi, et elle s'est avérée un succès en raison de ses caractéristiques distinctives. Une grande récolte, ainsi que les spécifications de ses fruits souhaités en termes de grosseur, de dureté et d'une couleur rouge vif qui ne change pas dans des conditions de température élevée et de retard de collecte. Il convient à l'exportation et à la commercialisation locale, mais il est sensible à la maladie de la blancheur Oïdium et spotting .(Derhab,2003).

I.6.2. Séquoia

Il a été introduit avec la variété précédente en même temps et son succès a été prouvé, caractérisé également par sa maturité précoce, son rendement élevé et sa capacité, il tolère la salinité dans une certaine mesure par rapport au reste des variétés, car ses feuilles ne présentent pas de symptômes de carence en oligo-éléments ci-dessous ces conditions, en plus de ne pas avoir besoin d'une longue période de froid pour rompre la phase de repos, et peuvent être stérilisées avec succès, les fruits sont gros . Il a un goût excellent, mais il

est moins solide et nécessite beaucoup de soin lors de la collecte et de la manipulation, surtout lorsque la température augmente dans la saison de collecte tardive. (Derhab, 2003).

I.6.3. Touffes

Entré dans les années quatre-vingt avec les deux variétés précédentes, dont le rendement n'est pas inférieur à celui des deux variétés précédentes, les fruits sont gros et solides et portent sur de longues branches, ce qui les rend plus exposées à la lumière et facilite le processus de cueillette des fruits de couleur rouge vif, mais elles deviennent de couleur rouge vif, mais elles deviennent de couleur foncée lorsque la température augmente ou retarde la collecte. (Derhab, 2003).

I.6.4. Douglas

Il se distingue par la grande taille de ses fruits, son attrait et son très bon goût, et il ressemble aux fruits de la variété précédente par la forme, car c'est l'un de ses parents, sauf qu'il est moins dur que les fruits de la variété précédente, et la coupe se sépare facilement. (Derhab, 2003).

I.6.5. Pájaro

Il se caractérise par un rendement important, la taille de ses fruits et sa haute saveur. Les résultats ont montré que son rendement était supérieur à celui du cultivar Tioga.

La plante est à croissance verticale, forte, et les feuilles sont semi-arrondies, vert brillant, et les fruits sont rouge foncé, très solides, et le calice ne se sépare pas facilement. Il se caractérise par une maturité précoce, comme le séquoia. (Derhab, 2003).

I.6.6. Chandler

La variété se distingue par la force de la croissance végétative, la couleur des feuilles est vert vif, le rendement est abondant et les fruits sont gros, brillants et d'une bonne ténacité. Incidence moyenne de l'araignée rouge et de l'oïdium. en retard de fabrication. (Derhab, 2003).

I.6.7. Selva

L'une des variétés très précoces, ses fruits sont gros, brillants, avec une dureté élevée, la récolte est grande, mais elle est gravement blessée avec l'araignée rouge. (Derhab, 2003).

I.6.8. Camarosa

L'une des meilleures variétés nouvellement introduites de Californie, la croissance végétative est forte, la récolte est grande, les fruits sont solides et brillants riches en sucres,

forme régulière, supporte la manipulation et le stockage, mais sa production est tardive par rapport à la variété précédente, environ deux semaines. (Derhab, 2003).

I.6.9. Rosa Linda

La croissance végétative est forte, le rendement est élevé, les fruits sont solides et la taille est plus grande que la variété précédente, de forme sphérique, très sucrée. (Derhab, 2003)

I.7. Fraisier cultivé

La fraise se cultive aussi bien en pot ou en jardinière qu'en terre . Cependant l'avantage de faire pousser ses fraises dans des pots c'est de pouvoir les déplacer en fonction de l'ensoleillement et pour les éloigner des limaces quand nécessaire. Les fraisiers sont tellement résilients et ont une grande capacité de multiplication par voie végétative qu'ils peuvent rapidement envahir votre jardin. Si vous ne souhaitez pas voir cette plante fruitière prendre le dessus dans votre jardin, optez par la culture de fraise en pot. Ainsi, vous serez en contrôle de sa propagation. (Stemler, 2001).

Commencez à partir de graines Le semis de fraisiers se fait de Avril jusqu'à Septembre pour une récolte au printemps de l'année suivante. Procédez ainsi :

- Remplissez vos godets en papier avec du terreau. Arrosez.
- Placez trois graines par godet et laissez – les à découvert, arrosez à l'aide d'un vaporisateur.
- Placez vos godets dans un tunnel en plastique (ou en verre de préférence) et couvrez – les plus au moins hermétiquement cela vous fera une petite serre .(Stemler , 2001)
- Placez votre petite serre près d'une fenêtre exposée au soleil .
- Vérifiez l'humidité du terreau régulièrement et arrosez avec un vaporisateur .(Stemler, 2001)
- Vos graines doivent germer après deux à trois semaines Vous verrez de minuscule plantules de fraisier surgir en pot : Quand vos plantules auront poussé et seront bien développés , il serait temps de les repiquer dans des pots aux dimensions suivantes : 30cm de diamètre et 30cm de hauteur . Dans une terre amendée de compost végétal et de fumier(excréments de chèvres ou de moutons) .
- Placez – les à la fenêtre ou dans votre balcon .
- Ré amendez vos pots une fois par mois .
- Note : Vous pouvez également repiquer vos fraisiers dans des cageots à légumes ou bacs en les espaçant de 25 cm en terre.

- Laissez un peu de temps à vos plantules de fraisiers pour plantules de fraisiers pour s'adapter aux conditions extérieurs en les sortant dans leurs godets chaque jour un peu plus longtemps pendant une semaine avant de les repiquer en terre .
- Repiquez - les sur un sol ameubli et amendé avec du fumier et du compost végétale . Pour cette année , il est déjà tard pour avoir de succulentes fraises à partir de semis . Cependant , vous pouvez toujours acheter de jeunes fraisiers chez les pépiniéristes algériens .
- Tout ce que vous aurez à faire c'est de les repoter ou repiquer en terre dans un sol ameubli et amandé avec du fumier et du compost .
- phytosanitaires Production régulière et calibre homogène: facilite le conditionnement



Figure N°4:Photo fruit de petite fraise (caviro.it, 2019)

I.8. Importance nutritionnelle

La fraise (genre *Fragaria*) est un fruit apprécié dans le monde entier. La fraise contient des vitamines liposolubles (A, E, K), mais surtout de la vitamine C (60 mg/100 g de fruit frais) et de la vitamine B9 ou folates (24 microgrammes/100 g de fruit frais). La fraise est aussi une bonne source d'iode, magnésium, cuivre, fer et phosphore (Gilberto, 2005). D'autre part, la fraise figure parmi les fruits les plus riches en composés phytochimiques, essentiellement des substances phénoliques. Les flavonoïdes sont les composés phénoliques contribuant le plus à la capacité antioxydante et anti-inflammatoire de la fraise, en plus d'être responsables de sa couleur rouge. Parmi les flavonoïdes principalement retrouvés dans la fraise figurent les anthocyanines, qui font partie de la famille des polyphénols. La fraise contient d'autres composés phénoliques, dont des ellagitannins comme l'acide ellagique et des flavéoles comme la quercétine. Tous ces composés phénoliques pourraient jouer un rôle important dans la prévention de certaines maladies grâce à leur pouvoir antioxydant et anti-inflammatoire. (Melkonian, 2018) Le tableau 2 montre la teneur en éléments nutritifs.

Tableau 2 : Valeur nutritive des fraises (PasseportSante.net, 2018).

Nutriments	Teneurs/100g de poids frais	Nutriments	Teneurs/100g de poids frais
Protéines	0.7 g	Vitamine C	60 mg
Lipides	0.4 g	Vitamine B9	62 µg
Glucides	7 g	Calcium	20 mg
Eau	89.9 g	Potassium	152 mg
Fibres	2 g	Magnésium	12 mg
Manganèse	0,3 mg		

Chapitre II

Les facteurs influençant la culture du Fraisier

Chapitre II : Les facteurs influençant la culture du Fraisier

II.1. Les facteurs climatiques

La fraise est une culture herbacée pérenne qui s'adapte très bien à plusieurs types de climat. En effet, sa partie végétative est hautement tolérante à la gelée en supportant des températures de l'ordre de -20°C . Cependant, les structures florales sont détruites à des températures qui avoisinent 0°C , alors que des températures inférieures à 12°C durant le stade de nouaison provoquent la déformation du fruit (bio-enligne.com,2018)

D'autre part, la plante de la fraise est capable de survivre à des températures estivales d'environ 55°C . Néanmoins, des hautes températures occasionnent une maturité rapide qui empêche le fruit d'atteindre un bon calibre. Une température annuelle moyenne comprise entre 15°C et 20°C est optimale pour une meilleure fructification alors que la pluviométrie minimale exigée dans les zones pluviales est d'environ 600 mm.(bio-enligne.com, 2018).

II.1.1. Froid

Le fraisier est une rosacée fruitière qui nécessite le froid pour l'initiation Florale et pour une bonne production. Les besoins en froid sont faibles pour les cultivars de zone chaude ou tempérées, “ variétés méridionales ” alors qu'ils sont élevés pour les cultivars de zones froides. Si ces besoins ne sont pas satisfaits, l'initiation florale sera très faible et la fructification médiocre. Ces basses températures doivent être subies par les plants defraisier pour permettre leur floraison. En période florale, elles sont défavorables (coulture des fleurs).(Fellah business, 2017).

II.1.2. Température

La température moyenne pour une bonne floraison est de l'ordre de 10 à 15°C . Une bonne fécondation exige une température de 20°C et une humidité relative inférieure à 60%. La maturation normale du fruit nécessite une température au-dessus de 15°C et la température optimale de croissance se situe autour de 25°C avec un arrêt de croissance à des températures inférieures à 5°C . (Fellah business, 2017).

II.1.3. Luminosité

La culture du fraisier est également influencée par la luminosité. C'est ainsi qu'en jours longs la plante produit des stolons. Cette plante subit deux croissances, la première a lieu par temps chaud et jours long.

Elle est caractérisée par une production élevée de feuilles (jusqu'à une par semaine) et un port érigé; la seconde croissance ayant lieu au début de l'automne, confère à la plante un aspect trapu. L'initiation florale est déclenchée par l'apparition de jours courts, mais lorsque les jours courts sont maintenus durant un temps prolongé, ils provoquent l'entrée en dormance des plantes.

Pour lever cette dormance, il faut exposer les plants à une basse température (2°C-10°C). Les fleurs centrales sont celles qui donnent les plus grosses fraises, il faudra donc les préserver du gel. La grosseur du fruit est fonction du nombre d'akènes fécondés. Plusieurs régulateurs de croissance existent pour améliorer cette fécondation (auxines, gibbérellines, cytokinines, inhibiteurs de croissance, retardant de croissance, éthylène et produits générateurs d'éthylène). La fraise a besoin de beaucoup de soleil pour développer toutes ses saveurs.

II.1.4. La photopériode

Le fraisier est capable de se multiplier végétativement grâce aux stolons. D'une façon générale, la production de stolons est affectée par la température et la photopériode (Stewart et Folta, 2010). En général, la production de stolons est stimulée par des jours longs (>14-16h) et des Températures élevées (>17-20°C) (Bradford et al.,2010). L'inhibition de la production de stolons en jours courts semble liée à l'action des gibbérellines.(Hytonen et *al.*, 2009)

II.2.Le sol

En ce qui concerne les exigences de la culture en sol, quoique le fraisier s'adapte à une large gamme de sols, il préfère des terres chaudes à texture légère. Les fraisiers ont besoin d'un sol fertile, humifère, sableux. Il craint les sols compacts ou non drainants et redoute les chlorures même à des doses faibles de l'ordre de 0,5%. Le pH optimum du sol doit être entre 5,7 et 6,5 et la teneur en calcaire doit être inférieure à 2% (Michel, 1981).

La structure physique du sol et son contenu chimique présentent un intérêt particulier pour la culture de la fraise. Ainsi, cette culture préfère des sols équilibrés riches en matière organiques, aérés, bien drainés, mais avec une certaine capacité de rétention en eau. La granulométrie optimale d'un sol dédié à la culture de la fraise est la suivante: 50% de sable, 20% d'argile, 15% de calcaire et 5% de matière organique (bio-enligne.com, 2018).



Figure N°5 : sol sableux (marieclaire.fr2022)

II.3. La pollinisation

Les travaux coordonnés par Klatt et *al*, (2014) de l'université de Göttingen en Allemagne, ont comparé des fraises issues de la pollinisation par les abeilles, par le vent et par autopolinisation. L'expérience a montré que les fruits qui avaient été pollinisés par les abeilles avaient un poids supérieur, moins de malformations, une couleur plus rouge et étaient plus fermes, cette dernière caractéristique prolongeant la durée de vie des fruits. Les fraises pollinisées par les abeilles pesaient en moyenne 11 % de plus que celles anémophile et de 30 % plus que celles ayant été auto-pollinisées.

II. 4. Les facteurs socio-économiques

De l'année 2010 jusqu'au 2018, la culture de la fraise en Algérie a connu un développement qualitatif et s'est propagée aux dernières années en raison d'un climat favorable et du développement des zones agricoles, où elle a atteint un taux de 40,45% au cours de la saison 2013_2014 pour continuer à croître, mais à des taux variables d'une année à l'autre. Malgré ce développement remarquable, sa part dans l'ensemble des terres agricoles reste faible.

L'année 2010 a représenté l'équivalent de 0,33% et a atteint environ 1% dans la saison agricole 2017/2018 et indépendamment de la quantité de production agricole pour le reste des légumes et des fruits, la filière des fraises n'a pas encore acquis un espace pour concurrencer la production de légumes. (Bouzarb et *al*, 2018). (Annexe 2).

II.4.1. Coût et rendement de la culture des fraises:

Les coûts de production des fraises sont multiples, dont les plus importants sont les semis où ils sont importés de l'Espagne, de l'Italie et de l'Egypte et sont divisés en:

✓ **Semis réfrigérés:** est conservés dans la chambre froide : ils sont importés à la mi-août pour être cultivés au début du mois de septembre car le prix d'un semis en 2019 était de 35 DA.(Bouzarb et al,2018).

✓ **Semis frais:** plantés en pépinière en glissant des graines et plantés début octobre Le prix des semis en 2019 est-de 38 DA(Bouzarb et al,2018)..

✓ **Semis plantés:**Ils sont importés dans des emballages en plastique et plantés directement avec le prix des jeunes arbres début octobre 48 DA.(Bouzarb et al,2018).

II.4.2. Rendement économique de la culture des fraises

Un hectare est estimé entre 5 et 5,5 millions de dinars algériens. Ce montant est inclus dans tous les coûts, y compris les 75.000 semis estimés du type importé. Louer un terrain un an labourage, traitement et préparation du sol, plantation de fils et de fils traités chimiquement et engrais organiques, génie, boîtes en plastique et de travail à la main. (Bouzarb et al,2018).

II. 4.3. Production

La vente d'un hectare de produit dans le cas normal pendant toute la saison est estimée à 8 à 8,5 millions de dinars algériens,et avec une marge bénéficiaire estimée à environ 3 millions de dinars. Les coûts totaux constituent un rapport de 72,94% et le rendement d'un Kg est de 213,56 DA/kg.

Le bénéfice par hectare est de 3 millions de dinars algériens et le bénéfice par kg est de 75,38 DA/kg. Ce montant est la moyenne des bénéfices réels qui peuvent être beaucoup plus importants surtout lors des premiers lots de production vendus sur les marchés algérien à des prix élevés de 500 dinars algériens par Kg.(Bouzarb et al,2018).(tableau 3 et tableau4).

Tableau3:Evolution du rendement de production des fraises durant la période 2010-2018 (Données internes du Département de l'agriculture de l'Etat de jijel).(unité:quintaux/hectare)

Année	2010/2 011	2011/2 012	2012/2 013	2013 /2014	2014/2 015	2015/2 016	2016/2 017	2017/2 018
Produ ction	300.21	301.8	297.86	298. 73	328.53	289.41	346.48	398.72
Dével oppeme nt	-	0.05	-1.30	0.29	9.97	-11.90	19.74	15.07

Tableau 4 : Composante du cout de production d'un hectare de fraises cours de l'année 2017/2018(Bouhaider et *al*,2018).

Cout	Montant est d'un million de centimes	Pourcentage
Prime foncière	20	3.64
Traitement organique des sols	20	3.64
Semis	300	54.54
Materiel	20	3.64
Main-d'oeuvre	100	18.18
Outils d'emballage	10	1.81
Médicament et engrais	80	14.54
Total	550	100
Production d'hectares	398.72 qa	/
Cout par Kg	138.18 DA/Kg	/
Rendement par Kg	213.56 DA/kG	/
Bénéfice réalisé	75.38 DA/Kg	/

Chapitre III:
Biotechnologie et production
des plants du fraisier

Chapitre III : Biotechnologie et production des plants du Fraisier

La multiplication végétative par culture in-vitro est une technique a rendu possible la multiplication d'espèces chez lesquelles les semences sont rares, ou présentant des difficultés de germination et/ou dont les techniques de bouturage ou de greffage sont inapplicables, ce qui a conduit à une plus grande diversité des plantes commercialisées. Les techniques de micropropagation empruntent essentiellement deux voies .L'une qui utilise des tissus méristématiques (méristème ou apex de tige, bourgeons axillaires) potentiellement capable de donner suite, au développement normal, d'un individu est appelée microbouturage, L'autre voie, utilise toute sorte tissus différenciés (fragments de tige, de racines, de pétiole, de feuilles, d'embryons matures et immatures (Saadi.1991).

III.1. Techniques des cultures in vitro

L'obtention de plants de fraisier indemnes de virus et de cryptogames répond à une exigence grandissante pour un meilleur soin des multiplications de plants en pépinières. Il est établi que la culture in vitro d'apex de fraisiers traités par thermothérapie est le meilleur moyen pour obtenir des plantes indemnes de maladies, et représente aujourd'hui pour cette espèce la méthode de propagation la plus rapide et la plus efficace. Plusieurs chercheurs ont contribué à la mise au point de cette méthode. Adams (1972) signale l'utilisation d'un milieu amélioré pour la culture des méristèmes de fraisiers. Plus tard une technique pour la propagation industrielle in vitro du fraisier, basée sur l'utilisation de la benzyladénine pour favoriser le développement de bourgeons axillaires et d'auxines pour l'enracinement est élaborée par (Boxus.1974).

III.1.1 Milieu de culture

L'utilisation d'un milieu nutritif approprié pour son développement est essentielle. Dans un processus en conditions in vitro puis in vivo, le fraisier traverse cinq étapes :

Etablissement du méristème, Multiplication de bourgeons, Enracinement des pousses, Acclimatation (repiquage en terre), Transfert en champ.

Les sels minéraux utilisés ainsi que les composants du milieu pour les différentes phases in vitro(Figurent6 dans le tableau 1).

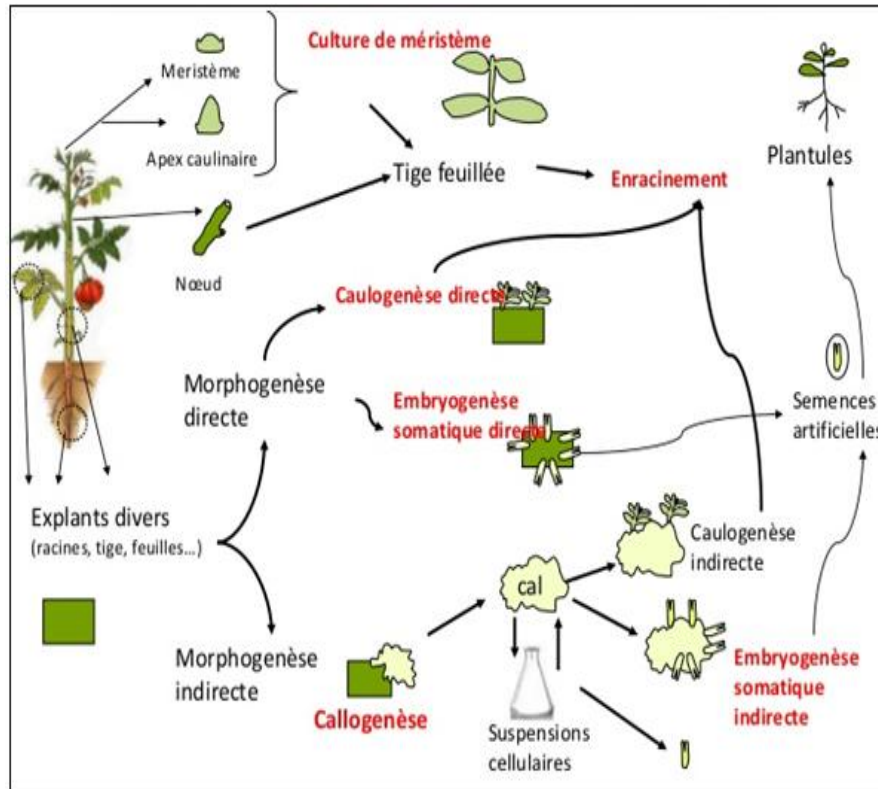


Figure N°6: Principales méthodes de la culture in vitro du Fraisier (Lindsay Jones, 1989)

III.1.2. Sélection et prélèvement du matériel végétatif

Les apex peuvent être extraits des couronnes ou des stolons développés sur la plante choisie. Les stolons sont préférables car plus faciles à désinfecter et à prélever. Les plantes en production sont sélectionnées en champ, transplantées en serre. Une fois obtenu 3 à 4 stolons par pied, on en prélève les pointes (morceaux de 1,5 cm) que l'on place dans de l'eau distillée. Au laboratoire, après rinçage à l'eau courante, on élimine les bractées externes de chaque pointe de stolon pour faciliter l'action des désinfectants. On les place ensuite dans un bécber où on les rince à l'eau distillée pour éliminer les résidus de matériel (Angel, 1992).

III.1.3. Désinfection

Le bécber à précipités contenant les pointes (en général 20 par bécber) est placé sous une hotte à flux laminaire et le matériel végétal est désinfecté superficiellement en suivant les étapes ci-dessous:

- a- immerger les pointes dans le bécber avec de l'alcool à 70% pendant 3 minutes
- b- remplacer l'alcool par une solution d'hypochlorite de calcium à 4%, pendant 10 minutes.

Il est conseillé d'agiter le b cher pour une meilleure action du désinfectant
c- rincer quatre fois les morceaux de stolon à l'eau distillée pour éliminer les r sidual'hypochlorite.(Angel, 1992).

III.1.4 Excision des apex

Une fois le matériel désinfecté on procède à l'extraction de l'apex. Tout d'abord on coupe les pointes longitudinalement de façon à constituer deux fractions. Une observation rapide au microscope nous permet de déterminer la moitié qui a gardé le centre et donc possède le méristème. On procède ensuite à l'incision des bractées, les folioles les plus proches sont éliminées jusqu'à laisser un morceau d'environ 1-2 mm que l'on extrait avec un greffoir. On place l'expiant dans un tube à essai qui contient le milieu de culture, en veillant à ne pas recouvrir l'apex. Dans le cas où l'on souhaite extraire un méristème. Les pinces et les bistouris utilisés doivent être flamb s entre chaque extraction, en les laissant suffisamment refroidir pour ne pas provoquer de brûlures sur les expiant. La platine du microscope doit  treparfaitement nettoyée avec de l'alcool (96%) pour éliminer tout résidu de la manipulation précédente (Angel, 1992).

III.1.5. Mise en culture et prolifération

Les apex sont inoculés sur milieu basique (tableau 5) puis sont incubés dans une chambre de culture à température de 26 ± 1 QC et 16 h. de photopériode. 72 h. après l'ensemencement on effectue une première évaluation pour éliminer le matériel contaminé; on renouvelle par la suite les observations tous les 8 jours pour évaluer la vitesse de croissance et pour retirer les tubes de culture contaminés. La formation de pousses a lieu 30 à 60 jours après la mise en culture, en nombre variant de 10 à 20 bourgeons/apex. Les pousses sont transférées dans un milieu frais pour la prolifération (Angel, 992).(tableau 5)

Tableau 5: Composition de quelques milieux de culture employés pour les différentes étapes de la propagation In vitro du fraisier (Fao, 1992)

	ETAPES		
	Mise en culture	Multiplication	Enracinement
Solutions de oléo minéraux Murashige et Skooa (1962)	100 % de conc.	50 l de conc.	50 % de conc.
Méso-inositol (ma/l)	100	100	100
Thiamine (ma/l)	1	1	i
Bonzylarainopurinc(ma/l)	1	1	
Acide indolbutyrique (mg/1)	1	0.5	0.5-1.0
Charbon activé (g/l)			1
Saccharose (g/l)	30		
Sucre raffiné (g/l)		30	20
Agar (a/l)	5	5	5
PH	5.7	5.7	5.7

III.2. Culture de méristème

La culture de méristèmes in vitro a été utilisée pour assainir certaines variétés de fraisier, contaminées par un champignon (*Phytophthora castoréum*), et éliminer des virus. Toutefois, cette technique ne permettait de mettre à la disposition des producteurs de plants qu'un nombre limité de pieds-mères. Adams (1972) signale l'utilisation d'un milieu amélioré pour la culture des méristèmes de fraisiers.

- le Principe de cette culture est de prélever un méristème stérilisé en conditions aseptiques sous loup binoculaire. Le placer rapidement en milieu liquide.

Après quelques jours : l'activité méristématique reprend et on obtient une plante qui sera elle-même multipliée. Ou thérapie (culture à haute température) .

a. Les avantages

Les avantages de la culture méristème sont les suivants : Technique de multiplication pour des espèces sensibles aux maladies virales
Obtention de plantes mères

totallement saines qui seront à la base de la multiplication de diverses variétés, Sauver de nombreuses espèces ou variétés atteintes de virus graves, Vigueur accrue, qualités de floraisons et de fructification restaurées .voir le figure7

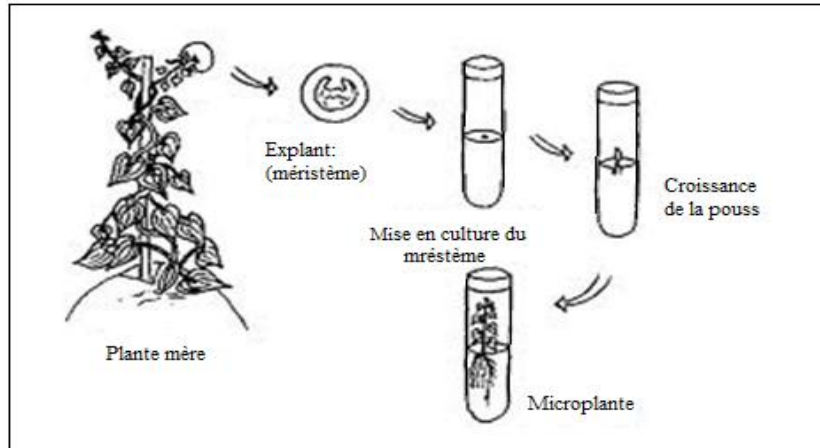


Figure N° 7: Schématisation de la culture de méristème. (fr.slideshare.net 2022).

b. Les inconvénients

Les inconvénients sont l'indemnité aux virus mais pas immunisées et le Possible de ne pas retrouver à la régénération ce caractère horticole, (plantes obtenue à partir de la plante fille pas forcément saines) .

-L'objectif initial de la culture de méristème était d'obtenir une petite plante saine transplantable dans un sol, qui était ensuite multipliée par des techniques traditionnelles. Aujourd'hui, elle est utilisée en culture *in vitro*. Le nombre d'espèces auxquelles on peut appliquer cette technique grandit progressivement.

III.3. La micropropagation du fraisier

La micropropagation est une technique qui n'a été employée que récemment sur les fraisiers, puisqu'elle a été introduite en France à partir de 1976. Elle consiste en la multiplication *in vitro* de matériel prélevé sur l'apex végétatif d'une plante mère (Bianchi, 1996)

La micropropagation du Fraisier nécessite 4 phases (Boxus, 1974)

- phase d'établissement des cultures,

- phase de multiplication ou de prolifération,
- phase d'enracinement,
- phase d'acclimatation ou de transfert des plants en terre.

III.3.1. Phase d'établissement des cultures

Cette phase a pour but d'obtenir des souches de départ qui vont servir de base à la production de plants. Elle consiste en l'établissement de cultures dans des conditions aseptiques favorisant une croissance modérée des explants (Murashige, 1974).

Tous les bourgeons de la plante peuvent être utilisés pour initier les cultures. En général, les méristèmes sont prélevés sur les stolons et les explants sont de 3 types : apex des stolons, bourgeons axillaires des feuilles nées sur les filaments stolonifères (jeunes stolons) et bourgeons axillaires des feuilles principales du stolon. Le prélèvement des explants sur des stolons jeunes paraît plus facile que sur des stolons âgés et les plantes en repos ou cryoconservées présentent un pourcentage élevé d'infections internes.

La taille des apex utilisés varie entre 0,1 et 10 mm. La dissection des apex doit être réalisée dans des conditions aseptiques.

Grew (1980) prélève les méristèmes en réalisant de fines coupes longitudinales du bas vers le haut de l'explant jusqu'à obtenir un cône qui inclut la cupule apicale et 1 ou 2 feuilles primordiales. Pour Damiano (1978), la durée de la phase d'initiation doit être de 45 jours si on utilise des petits apex et de 30 jours pour des explants plus âgés. Durant la phase d'initiation, Swartz et Lindstrom (1980) ont signalé que les apex du fraisier sont très sensibles aux intensités de lumière élevées ($> 3 \mu\text{Moles.m}^{-2}\text{s}^{-1}$) et produisent rapidement des tanins si on ne maintient pas une intensité modérée de lumière. Pour résoudre ces problèmes, Swartz et Lindstrom (1980) suggèrent la diminution de la concentration en nitrates ou l'augmentation de celle de calcium dans le milieu de culture.

III.3.2. Phase de multiplication

Cette phase est la plus importante du fait que le coefficient de multiplication constitue le critère économique majeur de la propagation. Elle a comme objectif l'obtention d'un nombre élevé de plantules de bonne qualité en une courte durée. Ainsi, à la fin de la phase d'établissement, les explants issus de méristèmes sont repiqués sur un milieu frais et enrichi en cytokinines. Après deux à trois semaines, des bourgeons axillaires se forment la base de chaque pétiole (Boxus, 1974).

III.3.3. Phase d'enracinement

Cette phase a pour objectif d'assurer l'enracinement des vitro pousses issues de la phase de multiplication et de les préparer à la phase d'acclimatation. Chez le Fraisier, à la fin de la phase de prolifération, les touffes sont divisées et les pousses transférées sur un milieu sans cytokinine et additionné ou non d'auxines. Le développement des bourgeons axillaires cesse immédiatement, des feuilles trifoliolées font leur apparition, les plantules commencent à s'allonger et au bout de six semaines environ on obtient des plantules de 3 à 4 cm de longueur enracinées Boxus (1974), La durée de cette phase peut être réduite de 10 à 12 jours par incorporation au milieu de culture de 500 mg/l de charbon actif (Damiano,1978).

III.3.4. Phase d'acclimatation

L'acclimatation est la phase la plus critique de la micropropagation. Chez le Fraisier, espèce dont les feuilles formées in vitro développent une faible capacité photosynthétique (Grout,1988).Le transfert des plantules vers les conditions in vivo se fait généralement après la phase d'enracinement qui a lieu in vitro . Les explants issus de culture in vitro, enracinés ou non, sont lavés tout d'abord avec de l'eau pour se débarrasser de la gélose puis sont séparés en colonies ou en éléments individuels et déposés sur un substrat adéquat]. Durant cette phase, l'humidité relative est maintenue à des valeurs généralement élevées pour éviter la dessiccation : plus de 90 % ,80 % voire à 40 ou 60 % seulement (Fabbi et al , 1986). Les températures pendant la première phase de l'acclimatation sont maintenues au-dessous de 26,6°C , Quant à la durée d'éclairage, Diamano (1978) a remarqué qu'une longue photopériode pendant la phase d'acclimatation favorise un développement rapide des plantes.

III.3.5. Les avantages et les inconvénients de la micropropagation

Les avantages de la micropropagation, si elle est correctement pratiquée, sont ceux d'une remarquable capacité multiplicative et d'une conservation de l'état sanitaire de la plante dont on a prélevé le méristème apical.

De tels plants ne sont, en effet, plus stolonifères et tendent à produire des fruits plus nombreux et plus petits. En outre, dans quelques cas, ils manifestent une faible stabilité de caractères due à des variations épigénétiques qui peuvent se produire dans la phase in vitro à un niveau cytoplasmique. Pour éviter justement cet inconvénient, bien que les potentialités de la micropropagation soient telles qu'elles permettent l'obtention en deux ans de 2 500 000 plantes à partir d'un seul plant, il est opportun de limiter ce nombre à

environ 200 000, et surtout de donner à la multiplication en pépinière sa juste importance, afin de mettre à la disposition des agriculteurs des plantes déjà adaptées aux conditions des champs (Bianchi, 1996).

III.4. Culture sous serre du fraisier

Cette technique de culture est très récente puisque les surfaces ont pratiquement triplé en 3 ans. La serre vient s'ajouter aux différents moyens qu'utilisent les producteurs pour étaler leur calendrier de production (Nisen, 1972). Ainsi les récoltes de fraises commencent approximativement aux dates suivantes :

- le 15 mars :..... avec serre chauffée
- le 5 ou 10 avril :..... avec serre froide
- le 20 avril :..... avec petit tunnel ou châssis
- le 30 avril :..... avec paillage
- le 5 mai :..... en plein air

III.4.1. Mise en place directe ou plantation avec élevage en plein air

Les fraisiers peuvent être mis en place sous la serre en ôté ou préparés en plein air, puis plantés juste avant d'être forcés.

La mise en place directement dans le sol de la serre a l'inconvénient d'occuper celle-ci en automne et d'exclure la possibilité d'une autre culture si ce n'est en intercalaire.

La plantation en mottes ou pots, peu de temps avant le début du forçage, permet de faire une culture d'automne, une laitue par exemple récoltée fin décembre juste avant celle de fraisier. L'élevage du plant en pot ou caissette est cependant délicat (Nisen, 1972).(Figure8)



Figure N°8. :Des fraises sous serre en plastique (Helen B, 2013).

III.4.2. Déplacement de la serre

Une autre possibilité est offerte par la serre plastique que l'on peut déplacer sur une culture plantée l'été en plein air. On conserve ainsi l'avantage de pouvoir faire une culture d'automne sous la serre avant le forçage du fraisier. Il semble cependant, d'après les premiers essais réalisés en 1971-72, que la plantation sous une serre bien aérée donne de meilleurs résultats, c'est à dire une récolte plus précoce.

III.4.3. L'utilisation du paillage plastique

Le paillage à l'aide d'un film plastique permet de récolter des fruits non souillés et d'augmenter les rendements).

L'emploi du film noir est intéressant parce qu'il empêche également le développement des adventices. Le film transparent pourrait théoriquement fournir une récolte plus précoce, mais a pour inconvénient de laisser pousser l'herbe, on est donc amené à l'associer au désherbage.

III.5. Culture sous tunnel

Une partie importante de cultures de fraises sont cultivées sous tunnels, Ce type de culture donne un gain en précocité de 3-5 semaines. Sous l'impulsion du Centre du Fraisier et de diverses Stations de Recherches, se développe peu à peu la culture sous grand tunnel, les chercheurs ont, remarqué que plus le volume de l'abri non chauffé est important, plus grande est la précocité de récolte, plus élevée au centre de l'abri. (Nisen,1972).

III.5.1. Matériel

Les "tunnels" sont des constructions allongées, de forme plus ou moins hémicylindrique, de longueur indéterminée, d'au moins 3, 7m de largeur pour une hauteur au faite supérieur à 1, 8 m ce qui permet d'y pénétrer debout et d'y travailler sans gêne (Lemaitre,1972).

Les dimensions et notamment la largeur des tunnels doit être bien adaptée à la culture du fraisier. Pour obtenir un rendement maximum par unité de surface, la densité de plantation doit être optimum (6 à 7 plants/m²) (Lemaitre,1972), pour cela il a été prouvé que les plates-bandes de 4 lignes étaient recommandées. En principe, une de ces plates-bandes occupe une largeur voisine de 1, 7 m, sentiers compris, ainsi pour:

- 2 plates-bandes, la largeur recommandable va de 3, 3 m à 3, 8 m;
- 3 plates-bandes, la largeur recommandable va de 4,95 m à 5,5 m;
- 4 plates-bandes, la largeur recommandable va de " 6,5 m à 7 m.

Le respect de ces dimensions permet d'obtenir la meilleure rentabilité de l'abri (Lemaitre,1972).

Les grands tunnels doivent être mieux élaborés que les petits et conditionnés en fonction des impératifs culturaux du fraisier dont le principal est le besoin d'une forte aération pendant la floraison afin de favoriser la fécondation.

revêtement du tunnel: films de polyéthylène (PE, 0.20 mm), disponibles en différentes qualités; films en éthyl/acétate (EVA, 0.18 mm), indéchirables, plus grand échauffement, coûteux (Lemaitre,1972)

Système de culture : pailler les interlignes ; recouvrir en plus les lignes aux extrémités avec les plastiques perforés ou les voiles ; arrosage goutte à goutte:de non tissé (pour obtenir une maturité simultanée) (Lemaitre,1972).

III .5.2. Points à observer

La surveillance intensive exigée

- 1- orientation est-ouest du tunnel (meilleur échauffement) ;
- 2- ne couvrir les fraiseraies saines et sans adventices qu'en deuxième année ;
- 3- l'aération fréquente réduit la pression du Botrytis et accroît la qualité de la fraise; aération journalière lorsque les températures dans le tunnel dépassent les 20°C le matin, Et pendant la floraison ;
- 4- pendant les premières semaines et pendant la floraison en cas de menace de gel couvrir en plus avec le voile non tissé.
- 5- surveiller régulièrement les attaques de mildiou et d'araignée jaune (Lemaitre,1972).

III.5.3. Avantages et Inconvénients

Malgré les avantages de la culture sous tunnel qui consiste de sa grand gain en précocité, on y trouve caractériser aussi par plusieurs inconvénient ex : problèmes de recyclage, utilisation de matières premières non-renouvelables surveillance intensive exigée, investissement élevé, sensibilité accrue aux ravageurs (Schmid ,1998).

III.6. La fraise en culture hors sol

La culture de la fraise en culture suspendue permet tout d'abord d'améliorer les conditions de travail, réduire la pénibilité, améliorer la vitesse et le confort de cueillette. C'est également une alternative aux problèmes de fatigue des sols, face à l'interdiction prochaine du bromure de méthyle.

Enfin, la culture suspendue permet de produire une fraise de qualité, avec un calibre et une coloration plus homogènes, une absence de souillures, et de réaliser un meilleur potentiel de production. En revanche, elle présente aussi des contraintes : technicité et suivi importants

pour bien maîtriser la culture, et surtout investissements importants, avec des coûts de production élevés (Cedric et *al*, 2003).

III.6.1. Les équipements spécifiques

A- Les substrats:

Les expérimentations réalisées par le CIREF n'ont pas permis de mettre en évidence des différences entre les différents substrats, mais chaque substrat nécessite une conduite adaptée. (Nisen,1972).

- **Substrats organiques**, les plus utilisés : à base de tourbe (mélange de tourbe brune et blonde), d'écorce de pin, de mélange tourbe + écorce de pin, de fibre de coco. Ils sont conditionnés en sacs (40 ou 50 cm de long) ou en bacs (50 cm).

Les bacs sont plus intéressants que les sacs pour la plantation de plants dotés d'un système racinaire très développé (Trayplants). On peut utiliser un goutte à goutte moins cher (gaine ou goutteur en ligne).

Par contre, la consommation hydrique est plus importante, il peut y avoir développement de mauvaises herbes et/ou souillure des fruits en contact avec le substrat si le plant est mal positionné (Nisen, 1972).

- **Laines minérales** : laine de roche en module, moins utilisée car se pose le problème du recyclage. (Nisen, 1972).

B-Programmation, irrigation, fertilisation

La mise en place de la culture suspendue nécessite l'utilisation de matériels spécifiques et adaptés (Nisen, 1972).

C- Les supports

Les sacs ou les bacs sont posés sur des supports qui permettent de positionner les plantes en hauteur, généralement 1,30 à 1,50 m au-dessus du sol, et de récupérer les solutions de drainage qui s'écoulent dans les gouttières. Il existe plusieurs procédés :

-**les gouttières suspendues** par des chaînettes et des crochets, en serre multi chapelle ou en tunnel équipé de supports de culture adaptés. Il faut respecter les normes du constructeur car la structure doit supporter une charge de 30 kg par mètre linéaire en début de récolte. Ce système par suspension permet un réglage de la hauteur pour optimiser les conditions de travail et peut être démonté pour une rotation culturale.

-**les gouttières sur piquets** : ce système est indépendant de la structure de l'abri et concerne les abris plus légers. Les supports sont fixes, demandent un temps d'installation plus long et il n'est pas possible d'envisager une autre culture que la fraise.

Il existe un système intermédiaire où les sacs ou bacs sont posés sur un paillage au sol sur des buttes, avec ou sans gouttière. On perd certains avantages de la culture hors sol, comme la facilité et la rapidité de cueillette. Par contre, ce système permet de réaliser des rotations dans l'abri et même dans le substrat, par exemple fraise de printemps suivie d'une culture d'été - automne : tomate, poivron, aubergine...

Pour un bon écoulement des eaux de drainage, prévoir une pente de 5 pour 1000 minimum (Cedric et *al*, 2003).

III.6.2. Quelques éléments de conduite

a- Irrigation

Les besoins en eau du fraisier sont fonction du substrat utilisé, de la variété, du stade végétatif et de l'ensoleillement. La dose d'irrigation est d'environ 150 ml par goutteur, soit une durée d'arrosage de 4 à 5 minutes avec un goutteur de 2 litres/heure.

En règle générale, le volume de solution drainé doit être compris entre 10 et 20 % du volume apporté. Mais attention en culture précoce (en jours courts et froids), il faut contrôler l'humidité du substrat et l'état des racines. Le taux de drainage peut être réduit à 5 - 10% (Nisen, 1972).

b- Fertilisation la fertilisations

Tableau 6 : Pour les oligo-éléments, la composition, en mg/litre, est identique pour les deux Périodes(Ctifl/Ciref,2003).

fer	manganèse	zinc	bore	cuivre	molybdène
1	0,5	0,2	0,3	0,06	0,03

Tableau 7: Composition des solutions nutritives, en meq/litre, préconisations (Ctifl/Ciref,2003).

Stade	CE	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	H ₂ PO ₄ ⁻	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K/Ca+Mg
Development vegetative	1,5	10,2	1,8	1,8	4,2	5,2	2,4	0,56
Floraison – Fructification	1,5	10,4	0	1,6	5,7	5,7	2,2	0,72

Tableau8 : Conduite du climat pour une production précoce

State	Température ambiante (minimum)		Aération
	Nuit	Jour	
Départ de végétation	8 - 10°C	10 - 12°C	14 - 16°C
Jusqu'à la floraison	10 - 12°C	12 - 14°C	16 - 18°C
Floraison	12 - 14°C	14 - 16°C	18 - 20°C
Maturation-récolte	10 - 12°C	12 - 14°C	20 - 22°C
Température optimale du substrat : 12 - 17°C			

Chapitre IV :
Propriétés pharmacologiques
et santé humaine

Chapitre IV : Propriétés pharmacologiques et santé humaine

IV.1. Effets anti cancéreux

Les effets anticancéreux des constituants phytochimiques des fraises, ont été démontrés (Seeram, 2006). Ces effets anticancéreux sont exercés par des moyens d'action multi-mécaniques y compris les actions antioxydantes des constituants phénoliques des fraises en protégeant l'AND des dommages, et aussi par des effets exercés au-delà de l'antioxydation (Seeram et Heber, 2006).

Plusieurs espèces chimiques provenant d'extraits de baies ont été isolées et se sont révélées de posséder une activité antimutagénique, qui bloquent le métabolisme des cellules cancéreuses ou tue les cellules cancéreuses en culture, inactivent les radicaux libres et les espèces actives d'oxygène et inhibent la mutagenèse (Katsube *et al.*, 2003).

IV.2. Effets antimicrobiennes

Salmonella spp., *Staphylococcus* spp., *Helicobacter* spp et *Bacillus* spp. Sont les bactéries les plus sensibles aux phénols de baies. Ainsi que la croissance d'*Escherichia* spp., *Clostridium* spp et *Campylobacter*spp. La croissance de *Listeria* spp est inhibée par les phénols, ces derniers sont tolérés par *Lactobacillus* (Nohynek *et al.*, 2006). Plusieurs mécanismes d'action dans l'inhibition des bactéries sont impliqués tels que la déstabilisation de la membrane cytoplasmique, la perméabilisation de la membrane plasmique, l'inhibition des enzymes microbiennes extracellulaires,

Les actions directes sur le métabolisme microbien et la privation des substrats requis pour la croissance microbienne (Puupponen-Pimia *et al.*, 2005).

Les extraits de baies ont inhibé la croissance principalement de gram négatif mais n'ont aucun effet sur les bactéries gram-positives (Puupponen-Pimia *et al.*, 2001).

IV.3. Effets neuroprotectifs

Les études comportementales chez les rongeurs ont révélé une atténuation du vieillissement cérébral lorsque des fraises, des myrtilles ou des mûres sont ingérées (Singh et Nam, 2010).

Les données provenant de modèles expérimentaux *in vitro* et *in vivo* soutiennent que, Les phénols végétaux (acides phénoliques, flavonoïdes et terpènes) exercent un effet potentiel sur les troubles neurodégénératifs, en effet, une forte consommation d'antioxydants alimentaires semble être directement impliquée dans l'amélioration de la fonction neurologique (Youdim et Joseph, 2001).

IV.4. Effets antioxydants

Les fraises sont classées parmi les principales sources de phénoliques avec une capacité antioxydante 4 fois plus grande que les autres fruits, 10 fois plus grande que les légumes et 40 fois supérieur aux céréales (Halvorsen et *al.*, 2002), ils présentent des niveaux élevés de Capacité antioxydante contre les radicaux superoxide, peroxyde d'hydrogène, radicaux hydroxyle et les radicaux libres d'oxygène.

IV.5. Effets cardioprotectifs

Il est prouvé que l'ajout de baies au régime alimentaire peut affecter positivement les facteurs de risque de maladies cardiovasculaires en inhibant l'inflammation, en améliorant la fonction endothéliale, en inhibant l'agrégation plaquettaire, en améliorant le profil lipidique du Plasma (Giampieri et *al.*, 2011).

Conclusion

Conclusion

La fraise est l'une des plantes qui se caractérise par la diversité des semis, elle attire donc de nombreuses personnes qui essaient de la cultiver. Le projet de culture de la fraise est l'un des projets les plus louables. Cette plante est célèbre pour son absence de graines, sa texture douce, sa couleur rouge et son aspect attrayant, sa haute valeur nutritionnelle et peut être utilisée dans les méthodes de traitement.

Le succès de la culture de la fraise dépend de plusieurs facteurs, notamment : la variété, l'historique de plantation, le type de sol, l'eau d'irrigation, le système de culture, les semis frais ou refroidis, le processus de culture et la préservation de la culture du début de la culture jusqu'à la récolte, le revenu net des cultures produites. en utilisant des éléments de production : y compris le nombre d'heures d'irrigation, la quantité de pesticides, les salaires des ouvriers, les frais des machines d'irrigation, la valeur des pesticides, le nombre de travailleurs familiaux, la quantité d'engrais et la mise en place de conditions appropriées afin d'obtenir un large produit économique de la culture de la fraise .

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

Adams,A.N. 1972. An improved medium for strawberry meristem culture. J. Hort. Sci. 17: 263-264.

Amédée Masclef ,1987.Atlas des plantes de France .paris , Edition Belin , p:480.

Angel.M., 1992 .Fondements théoriques et pratiques de la culture des tissus végétaux.Ed. FAO, Rome, 131 p

Amélia Gaston, 17décembre2010. Etude et compréhension du déterminisme génétique et moléculaire de la remontée floral chez le fraisier(thèse de doctorat).Univ. De Bordeaux1et 2. France.

Bardet Alain ,2005.le guide technique de la fraise .cycle de fraise. Edition : la chambre de l'agriculture de lot et Garonne.

Battino , M., 2011. The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health.Nutrition 28(2012)9-19.

BianchipG , Non daté.Guide complet de la culture des fraises , pour tout savoir sur lesvariétés , la fertilisation , l'irrigation , la récolte et les couts de production des fraises, avec des conseils pour la culture biologique des fraises –Editions de Vecchi S.A 20,rue de la -trémoille 75008 PARIS

Boxus P .,1974. The production of strawberry plants by in vitro micropropagation. - J. Hortic. Sci., **49**(3), 209-210

Bradford,E, Hancock, J.F. Warner,R.M, 2010.Interaction of Temperature and Photoperiod Determine Expression of Repeat Flowering in Strawberry.Journal of the American Society for Horticultural Science, 135(2),p.102-107.

Cedric C et Metra F et DANIAL I., 2003 - CA 84 / APREL – Jean-Claude Navatel, Ctifl - Michaël Poncet, CA 38 / SEFRA - Catherine Taussig, APRE Mise à jour : Octobre 2003

DamianoC .,1978.Il carbone attivo nellacoltura in vitro dellafragola. - Frutticoltura, **40(5)**, 49-50.

Fabbri A et Sutter E et Dunstons S-K ., 1986 - Anatomical changes in persistent leaves of tissue-cultured strawberry plants after removal from culture. - *Scientia Hortic.*, **28(4)**, 331-337.

Gilberto Luiz Putti.(2005).Capacité de croissance de la partie aérienne du fraisier (*Fragaria X ananassa*Duch.) sous conditions naturelles et traitement au froid en automne, et sous longue conservation au froid : évaluation de la réparation et de la chaleur métabolique comme marqueurs de capacité de Croissance. Edition : INRA France .p :12-14.

Giampieri, F., Tulipani, S., Alvarez-Suarez, J., Quiles, J., Mezzetti, B.,

Battino , M., 2011. The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health.*Nutrition* 28(2012) ,9-19.

Halvorsen, BL., Holte, K., Myhrstad, M.C.W., Barikmo, I., Hvattum, E., Remberg, S.F., 2002. A systematic screening of total antioxidants in dietary plants. *J Nutr* 132:461–71.

Hytonen, T., Elomaa, P., Moritz, T., Junttila, O., 2009. Gibberellin mediates daylength-controlled differentiation of vegetative meristems in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch). *Bmc Plant Biology* 9

Katsube, N., Iwashita, K., Tsushida, T., Yamaki, K., Kobori, M., 2003. Induction of apoptosis in cancer cells by bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and the anthocyanins. *J Agric Food Chem* 51:68–75

Lemattre R., 1972.*Symposiunfraisier sous protection strawberry under protection*, Commission for Protected Cultivation Working group Plastics in Horticulture .

Larry,L,1994.Intergrated pest Management for Strawberries, Publication 3351,Univ.Calif.

Murashinge T., 1974-..Plant propagation through tissue cultures.-*Annu. Rev. Plant Physiol.*, **25**, 135-136.

Michel J.,1981.Larousse Agricole Edition, Librarie Larousse : Canada, pp :540.ISBN 2-03-514 301-2.

Nisen A.,1972.*Symposiunfraisier sous protection strawberry under protection*, Commission for Protected Cultivation Working group Plastics in Horticulture -, Fac. Sc. Agron. Etat, Gembloux, Belgique. 25p

Nohynek, L.J., Alakomi, H.L., Kahkonen, M.P., Heinonen, M., Helander, I.M., Oksman-Caldentey, K.M., 2006. Berry phenolics antimicrobial properties and mechanisms of action against severe human pathogens. *Nutr Cancer* 54, p 18–32.

Puupponen-Pimia, R., Nohynek, L., Meier, C., Kahkonen, M., Heinonen, M., Hopia A., 2001. Antimicrobial properties of phenolic compounds from Finnish berries. *J ApplMicrobiol* 90, p494–507.

PuttimG.L.M2005.Cqpqcité de croissance de la partie aérienne du fraisier (*Fragria X ananassaDuch*) sous condition naturelles et traitement au froid en automne et

souslongue conservation au froid : évaluation de la respiration et de la chaleur métabolique comme marqueur de capacité de croissance .

Physiologie et génétique moléculaire . Université Blaise Pascal . p134

Swartz H.J et Lindstrom J.T.,1980 .Small fruit and grape tissue culture from 1980 to 1985 : Commercialization of the technique. – In Zimmerman (R.H.) et al. Tissue culture as a plant production

Saadi A.,1991. Régénération de plantes de pois *Pisum sativum* L par embryogenèse somatique .Thèse de doctorat . Paris Grignon 162p ANGEL, 1992

Schmid A., 1998. Fraises biologiques. pp. 5 – 7 cité par IRAB G.W., Édition IRAB Acker strasse, 5070 Frick, 12 p

Stemler , S. 2001 . An overview of content analysis .

Seeram,N.Pet Heber D,2006.Impact of berry phytochemicals on human health:Effects beyond antioxidation.In:C.T. Ho et al.(eds).Lipid Oxidation and Antioxidants: Chemistry, Methodologies and Health Effects.ACS Symposium Series.Oxford University Press.

Stewart, P.J., Folta, K.M., 2010. A Review of Photoperiodic Flowering Research in Strawberry (*Fragaria* spp.). Critical Reviews in Plant Sciences 29,p 1

Singh, M., Nam, D.T., Arseneault, M., Ramassamy, C., 2010. Role of by-products of lipid oxidation in Alzheimer's disease brain: a focus on acrolein. J Alzheimers Dis 22:741–56.

Youdim, K. A., Joseph, J.A.A., 2001. Possible emerging role of phytochemicals in improving age-related neurological dysfunctions: a multiplicity of effects. Free Radical Biol. Med 30, p 583–594

Zorrilla-Fontanesi Y., Cabeza A. 2011. Quantitative trait loci and underlying candidate genes controlling agronomical and fruit quality traits in octoploid strawberry (*Fragaria X ananassa*). *Theoretical and Applied Genetics*, Springer 123:755–778.

بوزرب خير الدين بوحيضر بور & صوراية 2019 تقييم زراعة الفراولة بولاية جيجل بين العائد الخاص و الاثر

على الانتاج الزراعي ص 901-902-903

بوزرب خير الدين بوحيضر تقييم زراعة الفراولة بولاية جيجل بين العائد الخاص و الاثر على الانتاج الزراعي

2019 ص 902

بوزرب تقييم زراعة الفراولة بولاية جيجل بين العائد الخاص و الاثر على الانتاج الزراعي 2019. ص 903

صباحي درهاب 2003 زراعة الفراولة – المادة العلمية مركز البحوث الزراعية نشرة 2003/780: ص 3-4

Sitographie:

Anonyme 1, non daté-laculture in vitro. [En ligne].disponible

sur: <http://cultureinvitro.e-monsite.com/pages/ii-les-technique-de-la-civ/qu-est-ce-que-la-culture-de-meristeme-que-permet-elle.html>.

Bio-enligne.com .Culture biologique des fraises. Mis à jour : vendredi 28 décembre 2018. [En ligne].disponible sur:

<https://www.bio-enligne.com/jardin-biologique/168-fraisier.htm>

Clough,Y,Smit,L,Pawelzik,E,Tscharntke ,T,2014.Bee pollination improve crop quality , shelf life and commercial value .proc. R. Soc .B 281:

20132440. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2013.2440>

Carvio 2019. Les variétés de fraise .Mis à jour:10-04-2017. [En ligne].disponible sur:

<http://www.coviro.it/en/fragole/camarosa>

Fruits.nutriarena:Comparer Fruits . Classification Scientifique des Fraise

.mis à jour : 2015.[En ligne]. Disponible sur :

<http://fruits.nutriarena.com/fr/classification-scientifique-des-fraise/model-26-5>

Fellah.business.maroc 2017. Le fraisier : La plante et importance de la culture au Maroc. [en ligne].disponible sur:

<http://fellah.business/blog/category/fiches-techniques/page/6>

Flehetna.com .Le fraisier (Fragariasp.).Mis à jour:11-06-2018. [en ligne].disponible sur:

<https://www.flehetna.com/fr/le-fraisier-fragaria-sp>

Günter, 2014Histoire du fraisier [en ligne] Disponible sur :

<http://ciref-agriculture.fr/les-programmes-du-ciref/creation-varietale/histoire-du-fraisier/>

Klatt,B.K , Holzschuh,A, Westphal, C, Clough,Y,Smit,L,Pawelzik,E,Tscharntke ,T,2014.Bee pollination improve crop quality , shelf life and commercial value .proc. R. Soc .B 281: 20132440. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2013.2440>.

MelkonianC.PasseportSanté .La fraise, un fruit gourmand qui possède de nombreux bienfaits. Mise à jour le Mai 2018 [en ligne].disponible sur:

https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=fraise_nu

Rissier G. et Navatel J-C. 1997. La fraise : Plant et variétés. Ed Ctifl, 103 p.

<https://images.app.goo.gl/KVz82RhvZX60GuGp.8>

<https://fr.dreamstime.com/cycle-vie-dfraisier-fond-blanc-image131168305>

Annexes

Annexes

Annexe 1: Varites Utilisés.

Type	Les avantages	La zone
Raspada Annexe01: Types de fraises en Algérie	.-Couleur rouge vif -Goût sucré et distinctif	Skikda
Tioga	-Grande taille	Skikda
Camarosa	-elle a une bonne rigidité .-Stockable .-La couleur et l'odeur de l'appétit .-Ratio de sucre élevé	Tipaza
Sabrina	-Un type précoce de fraise s'adapte bien au climat	Jijel
Cristal	-Bonne adaptation aux climats tropicaux -Belle couleur uniforme -Convient à la plantation dans un sol difficile	Jijel

Annexe 02: Composante du cout de production d'un hectare de fraises cours de l'année 2017/2018.

Cout	Montant est d'un million de centimes	Pourcentage
Prime foncière	20	3.64
Traitement organique des sols	20	3.64
Semis	300	54.54
Materiel	20	3.64
Main-d'oeuvre	100	18.18
Outils d'emballage	10	1.81
Médicament et engrais	80	14.54
Total	550	100
Production d'hectares	398.72 qa	/
Cout par Kg	138.18 DA/Kg	/
Rendement par Kg	213.56 DA/kG	/
Bénéfice réalisé	75.38 DA/Kg	/

Résumé :

Cette étude vise à clarifier l'importance de la fraise et à étudier les facteurs affectant sa culture afin d'obtenir plus de produit .

La culture de la fraise a connu un succès économique grâce à la disponibilité de conditions adaptées (température, qualité du sol, diversité des semies , système de culture) par les pays producteurs, en plus de sa haute valeur nutritionnelle, il est devenu important de la fournir par les producteurs.

Mots Clés: Fraise, Sol, Production.

تلخيص:

تهدف هذه الدراسة الى توضيح اهمية الفراولة ودراسة العوامل المؤثرة في زراعتها بغرض الحصول على منتج اكثر.

لاقت زراعة الفراولة نجاحا اقتصاديا بفضل توفر الظروف المناسبة (درجة الحرارة , جودة التربة, نظام المحاصيل) من قبل الدول المنتجة بالاضافة الى قيمتها الغذائية العالية اصبح من المهم توفيرها من طرف المنتجين لها.

الكلمات المفتاحية: فراولة, تربة, انتاج.

Summary :

This study aims to clarify the importance of strawberry and study the factors affecting its cultivation in order to obtain more product .

Strawberry cultivation has achieved economic success thanks to the availability of suitable conditions (temperature, soil quality, seedling diversity, cropping system) by the producing countries, in addition to its high nutritional value .

It has become important to provide it by the producers.

Key word : strawberry, soil, production.