

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا للفلاحة
Ecole Nationale Supérieure Agronomique



Département : Productions Végétales
Domaine : Sciences Agronomiques
Filière : Science de la Nature et de la Vie (SNV)
Spécialité : Master Ressources Génétiques et Amélioration des
Productions Végétales

Cours : Cultures maraichères spéciales

Polycopié de Cours

Réalisé par D^r. TELLAH Sihem



Promotion 4^{ème} Année Productions Végétales, ENSA- El Harrach- Alger

Année universitaire 2021/2022



AVANT-PROPOS



Pour étudier les cultures maraîchères et les cultures légumières, il s'avère nécessaire de connaître l'agriculture et ces différentes branches.

L'agriculture : ensemble des activités destinées à tirer de la terre les productions des animaux et des végétaux utiles à l'homme, notamment sur le plan alimentaire.

L'horticulture : science et art de la culture des fruits, des légumes, des fleurs, des arbustes et des arbres fruitiers ou ornementaux

Le domaine de l'horticulture renferme plusieurs spécialités notamment :

Les cultures maraîchères : c'est la production intensive de légumes et primeurs, et celui qui cultive les légumes s'appelle un maraîcher. C'est en effet du mot marais que vient le mot maraîchage : qui est un terrain qui s'étend des marécages (d'abords en un lieu bas et humide où les masses d'air ont des variations de pression très faibles) consacré à la culture des légumes, il est très humifère, tourbeux, riche en azote et convient très bien aux légumes et surtout les légumes feuilles. On parle aussi des cultures maraîchères primeurs, de saisons et d'arrière-saison.

Un légume est le produit consommé d'une culture maraîchère connue ainsi par les habitudes alimentaires des habitants d'un pays donné. La liste des légumes peut différer entre pays selon les habitudes alimentaires des habitants. Un légume connu dans un pays donné peut être une mauvaise herbe ou une culture fourragère dans un autre pays; c'est le cas des carottes fourragères données aux animaux en France, par exemple, alors que le produit est un légume dans les pays africains pauvres. Une culture est donc considérée comme légumière si les habitants du pays la considèrent ainsi. Seule l'habitude alimentaire est à l'origine de la différence entre un légume et un produit arboricole. Un légume peut donc être un fruit mûr (tomate) ou immature (melon), tubercule (pomme de terre), rhizome (patate douce), racine (carotte), feuille (laitue), bulbe (oignon), inflorescence (chou-fleur), réceptacle floral (artichaut), produit d'une plante annuelle (pastèque), bisannuelle (chou), pérenne (artichaut), herbacée (ciboulette) ou ligneuse (aubergine), dont la longueur de la tige principale dépasse 2-3 m (courge) ou est au ras du sol (fraise), nécessitant la cuisson pour sa consommation (patate) ou consommé en hors d'œuvre sans cuisson (tomate) ou se présentant comme fruit de dessert (melon).



SOMMAIRE



Avant-propos

Listes des figures et des tableaux

Résumé

Introduction

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES CULTURES MARAICHÈRES

CHAPITRE II : LA POMME DE TERRE (*Solanum tuberosum*)

CHAPITRE III : LA TOMATE (*Solanum lycopersicum esculentum* L.)

CHAPITRE IV L'ARTICHAUT (*Cynara cardunculus var. scolymus* (L.) Benth.)

CHAPITRE V : LE FRAISIER : FRAGARIA sp

CHAPITRE VI: LA FEVE (*Vicia faba* L.)

Références bibliographiques

Table des matières

Annexes



LISTE DES FIGURES



Figure 1 : Les cultures maraîchères.

Figure 2 : Les principales zones de production et types de cultures légumières en Algérie.

Figure 3: Caractéristiques morphologiques de la pomme de terre et cycle végétatif. (SOLTNER, 2005a).

Figure 4: Cycle de production de *Solanum tuberosum* L. ssp. *tuberosum* (DELAPLACE, 2007).

Figure 5: Les principales maladies et ravageurs de la pomme de terre.

Figure 6: La production et les superficies mondiales de pommes de terre : (Pommes de terre toutes destinations (frais + transformé + fécule + plants).

Figure 7: Micropropagation et microtubérisation de la pomme de terre par culture in vitro (d'après HAÏCOUR, 2002 ; AMBROISE, 2002).

Figure 8 : Coupe longitudinale d'apex de tige.

Figure 9: Critères de choix d'un substrat de culture.

Figure 10: Principaux substrats utilisés en culture hors-sol.

Figure 11 : Schéma d'un système hydroponique NFT.

Figure 12 : Schéma d'un système Aéroponique.

Figure 13 : Présentation d'un système table à marées.

Figure 14 : Schéma d'un système de goutte à goutte.

Figure 15: Schéma d'un plant de tomate (*Lycopersicon esculentum*.)

Figure 16 : Les zones de production de la tomate industrielle en Algérie.

Figure 17 : Processus de transformation et de fabrication de la tomate conserve. [38].

Figure 18 : Schéma général de la transformation industrielle de la tomate

Figure 19 : La livraison de la tomate.

Figure 20 : Lavage et rinçage des tomates.

Figure 21 : Evaporation et concentration du jus.

Figure 22 : Remplissage des boîtes de tomates.

Figure 23 : La stérilisation des boîtes de tomates.

Figure 24 : Classification de l'artichaut selon LINNE(1753).

Figure 25: Physiologie de l'artichaut.





Figure 26 : Prélèvement de l'œilleton : Plant avant et après l'œilletonnage (ITCMI).

Figure 27 : Toilette de l'œilleton : AB raccourcissement des feuilles e CD rafraichissement de la plaie du talon.

Figure 28: Cabosse d'artichaut (ITCMI)

Figure 29 : Eclat de souche de l'artichaut (ITCMI).

Figure 30 : Bâton d'un artichaut (ITCMI).

Figure 31 : Schéma de plantation (ITCMI).

Figure 32 : Récolte de l'artichaut.

Figure 33: Commercialisation de l'artichaut.

Figure 34 : Plante de fève (*Vicia faba* L.).

Figure 35. Section longitudinale de la fleur de *Vicia faba* . Pour la clarté, seulement 3 des 10 étamines sont représentées. (Benachour ,2008).

Figure 36 : Les différentes variétés de la fève (*Vicia faba* L.) présentes en Algérie.



LISTE DES TABLEAUX



Tableau 1 : Les principales familles botaniques chez les cultures maraichères.

Tableau 2 : Classification des cultures maraichères par tolérance à l'acidité du sol.

Tableau 3 : Classification des cultures maraichères par tolérance à la salinité du sol.

Tableau 4 : Classification des cultures maraichères selon leurs exigences en eau.

Tableau 5 : Classification des cultures maraichères selon la facilité de leur transplantation à racines nues.

Tableau 6 : Classification des cultures maraichères selon la profondeur de leur enracinement.

Tableau 7 : Classification des cultures maraichères selon leur cycle biologique.

Tableau 8 : Classification des cultures maraichères selon la nature du légume.

Tableau 9 : Prélèvements en éléments majeurs (en Kg/t).

Tableau 10: Prélèvements moyens en éléments secondaires (Kg/ha).

Tableau 11 : Besoins moyens en oligo-éléments (en g/ha).

Tableau 12 : Les principales maladies de la pomme de terre. **Source** : (BERNHARDS, 1998 ; CIRED et GRET ,2002).

Tableau 13 : Evolution de la production Nationale de pomme de terre 2008-2014.

Tableau 14 : Evolution de la production de semences de pomme de terre 2007-2014.

Tableau 15 : Les principales wilayas productrices de pomme de terre pour l'année 2014.

Tableau 16: Propriétés physiques et chimiques générales des substrats minéraux et organiques.

Tableau 17: Composition biochimique moyenne des tourbes en fonction de leur composition botanique initiale et de leur degré d'évolution. Les valeurs sont rapportées à la teneur en carbone organique totale.

Tableau 18 : Les exigences de la tomate en température de l'air selon les différents stades de développement.

Tableau 19 : Les exigences en lumière durant le cycle de développement de la tomate.

Tableau 20 : Les exigences en éléments minéraux de la tomate.

Tableau 21 : Indicateurs des superficies de tomate industrielle dans la région Nord Est du pays durant l'année 2004.

Tableau 22: La dose de la fumure minérale du fond à apporter en fonction des besoins de la tomate.

Tableau 23 : Les apports d'entretiens d'une culture conduite en ferti-irrigation sur un sol moyen, équilibré en éléments fertilisants, n'ayant reçu aucun amendement organique.





- Tableau 24** : Les différentes maladies de la tomate, leurs symptômes et leurs traitements
- Tableau 25** : Indicateurs économiques de la production nationale.
- Tableau 26** : Evolution des superficies, de la production et du rendement de la tomate Industrielle en Algérie. [41].
- Tableau 27**: Classification de l'artichaut selon LINNE (1753).
- Tableau 28** : Composition chimique de l'artichaut (100g de matière sèche).
- Tableau 29** : Les premiers pays producteurs de l'artichaut au niveau mondial.
- Tableau 30** : Fumure préconisée par année de culture (ITCMI).
- Tableau 31** : Principales maladies de l'artichaut.
- Tableau 32** : Principaux insectes parasites de l'artichaut
- Tableau 33** : Tableau récapitulatif sur les coûts de production d'un hectare d'artichaut cultivé en plein champs.
- Tableau 34** : Les précédents favorables et défavorables pour la culture du fraisier.
- Tableau 35** : Liste non exhaustive et évolutive de maladies et ravageurs sur fraisier.
- Tableau 36** : Les apports en phosphore et en potassium selon la richesse du sol (Si Bennasseur ,Sd).
- Tableau 37** : Les herbicides homologués sur fève au Maroc (Si Bennasseur ,Sd).
- Tableau 38** : Les maladies les plus répandues chez la fève et les moyens de les contrôler (Si Bennasseur ,Sd).
- Tableau 39** : Réglage de la moissonneuse (Si Bennasseur ,Sd).
- Tableau 40** : Evaluation de la superficie et production de la fève et féverole en Algérie.





RESUME

Le cours comporte 6 chapitres, l'unité introduction met l'accent sur l'importance et les objectifs de la culture des cultures maraichères et légumières.

Les autres chapitres traitent différentes espèces maraichères du point de vue :

- 1.1 Origine, historique et importance économique
- 1.2. Etude de la plante
- 1.3. Physiologie
- 1.4. Incubation
- 1.5. Classification des variétés
- 1.6. Exigences pédoclimatiques et fertilisation
- 1.7. Plantation
- 1.8. Importance du calibre et de la densité de plantation
- 1.9. Production de semence
- 1.10. Récolte
- 1.11. Calibrage, conditionnement et conservation
- 1.12. Maladies et ravageurs



INTRODUCTION GENERALE

L'agriculture maraîchère est la principale locomotive du marché des légumes. Les agriculteurs, aussi appelés maraîchers, commercialisent en circuit court directement au panier ou sur les marchés.

L'horticulture est la science (art) de la culture des fruits, légumes, fleurs, arbustes et des arbres fruitiers ou ornementaux. Elle a pour origine le mot «hortus» qui désignait autrefois les jardins des maîtres qu'ils utilisent autour de leurs maisons afin de produire des cultures vivrières pour satisfaire les besoins familiaux.

L'horticulture renferme plusieurs spécialités notamment : Les cultures maraîchères : (maraîchère, maraîchers, maraîchères). Culture maraîchère en agriculture, c'est la production intensive de légumes (Primeurs, saisons et arrière- saison).

Les cultures légumières réagissent de manière spécifique aux conditions locales de température et d'insolation. Elles sont très exigeantes en ce qui concerne les caractères chimiques et physiques des sols, qui doivent être riches en matière organique et bien drainés. Les cultures maraîchères ont besoin d'irrigation en été et même en hiver.

Le maraîchage est le volet intensif de la production légumière dont la destination est essentiellement la vente en frais.

Son origine remonte au XVIIIe siècle où, à la lumière de la diffusion des expérimentations menées dans l'enceinte du Potager du Roy à Versailles par l'agronome La Quintinie, les cultures légumières se sont développées, dans un premier temps, à la périphérie des villes dans les zones de marais, aux sols riches en matière organique et dotés de bonne capacité de rétention en eau – par exemple, le Marais de Paris – et donc favorables à la production des légumes en période estivale.

Au siècle suivant, l'expansion du maraîchage s'est faite autour des villes de garnison (Maisons-Alfort, Lunéville, Rennes...) avec une orientation vers les cultures de contre-saison, devenues possibles grâce à l'approvisionnement aisé en fumier de cheval pour la confection des couches chaudes et à l'utilisation des châssis. Enfin, l'avènement du chemin de fer, puis le développement des moyens de transport rapides ont déplacé les centres maraîchers vers des zones plus favorables sur le plan climatique ou édaphique (Vaucluse, Roussillon, région nantaise, Saumurois...). C'est approximativement la situation telle que nous la connaissons aujourd'hui, une situation néanmoins mise à mal par la concurrence des bassins légumiers plus méridionaux ou par le différentiel d'organisation et de dynamisme entre bassins maraîchers français. Dans les exploitations maraîchères, l'assolement est plutôt réservé aux espèces légumières et la rotation des cultures est rapide grâce au forçage et à l'utilisation d'espèces à cycle court. Ainsi, dans les exploitations maraîchères traditionnelles de la banlieue parisienne au sortir de la Seconde Guerre mondiale, on pouvait dénombrer jusqu'à sept cultures successives sur la même parcelle (ou sole) en une seule année.

L'intensification de la production est renforcée par l'utilisation des abris et de la chaleur artificielle, la pratique de la mise en place des cultures par plantation, le recours systématique à l'irrigation et l'apport massif de fumures organiques et minérales. Elle n'est pas sans incidence sur la vie des entreprises ou sur l'environnement : abondance de la main-d'œuvre (notamment pour les récoltes), déséquilibre biologique des sols, abondance des intrants (énergie, engrais, produits phytosanitaires, etc.) et, en définitive, coûts de production élevés.

Il existe différents types de maraîchage :

- le maraîchage polyvalent de ceinture verte caractérisé par des exploitations de faible surface agricole utile (1 à 3 ha) et aux investissements limités. La gamme de légumes y est étendue en saison comme en contre-saison (30 à 35 articles ne sont pas rares) et les produits sont commercialisés, généralement en circuit court, sur les marchés locaux. Ce secteur, mal organisé mais bénéficiant d'une clientèle à demeure, subit la concurrence des bassins spécialisés et, surtout, la pression foncière due à l'urbanisation. De ce fait, le maraîchage périurbain est aujourd'hui en constante régression ;
- le maraîchage spécialisé (ou maraîchage de bassin). La spécialisation est attribuable soit aux espèces cultivées à la faveur de dispositions naturelles de climat, de sol ou d'irrigation (légumes-racines dans les sols alluvionnaires, mâche en région nantaise, chou-fleur à Saint-Omer...), soit, le plus souvent, au mode de culture. C'est ainsi qu'une catégorie de maraîchers cultivent majoritairement leurs légumes sous abris (serres en verre ou grands abris en plastique). On les appelle les maraîchers-serristes. C'est dans ce sous-secteur – notamment quand les cultures sont réalisées en hors sol – que les exigences en matière de technicité agronomique sont les plus grandes et que s'affichent les meilleures performances en termes de maîtrise de la production et de respect de l'environnement par le captage de l'énergie solaire, le piégeage du gaz carbonique, la limitation spectaculaire des traitements antiparasitaires – voire leur suppression. La partie cultures maraichères spéciales est réservée à l'étude des principales espèces légumières ayant un intérêt en Algérie. Elle vise à présenter, sous forme de fiche technique, la culture des légumes.



CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES CULTURES MARAÎCHÈRES



1 Quelques notions de rappel

1.1 Définition de cultures maraîchères

Les cultures maraîchères : c'est la production intensive de légumes et primeurs, et celui qui cultive les légumes s'appelle un maraîcher. C'est en effet du mot marais que vient le mot maraîchage : qui est un terrain qui s'étend des marécages (d'abord en un lieu bas et humide où les masses d'air ont des variations de pression très faibles) consacré à la culture des légumes, il est très humifère, tourbeux, riche en azote et convient très bien aux légumes et surtout les légumes feuilles. On parle aussi des cultures maraîchères primeurs, de saisons et contre saison. (Figure 1).



Figure 1 : Les cultures maraîchères.





1.2 Définition d'un légume

Qu'est-ce qu'un légume ? Comment définir un légume ? Peut-on dire qu'un légume est le produit d'une plante herbacée alors qu'un fruit provient d'un arbre?

+ **Réponse:** Non, voici des contre-exemples : la tomate et l'aubergine sont des légumes; leurs plantes sont pourtant ligneuses et non pas herbacées. La plante d'aubergine peut avoir un aspect d'arbuste, en gobelet, pouvant atteindre plus de 2 m de haut dans des conditions climatiques spécifiques, mais l'aubergine n'est pas un arbre ; c'est une culture légumière.

Question: Peut-on dire qu'une plante légumière présente un court cycle biologique (plante annuelle) alors qu'une culture arboricole est pérenne ?

+ **Réponse:** Deux contre-exemples: L'artichaut qui est un légume est une plante vivace. Elle n'a donc pas un court cycle cultural. L'oignon est une plante bisannuelle. Même lorsque la plante se comporte comme une plante annuelle, elle a un long cycle biologique.

* **Question:** Peut-on dire qu'un arbre produit après plusieurs années de sa plantation alors qu'une culture légumière produit dès sa première année?

+ **Réponse:** Même un arbre fruitier peut produire dès sa première année de culture ; la vigne sous serre dans la région d'Agadir (Maroc) est une culture arboricole qui peut produire dès sa première année. Par contre, certaines variétés d'oignon importées du Canada nécessitent de longues photopériodes pour produire des bulbes ; lorsque ces photopériodes ne sont pas disponibles dans une région donnée, l'oignon peut se transformer en une plante vivace sans produire de bulbe, alors qu'elle est connue comme légume.

* **Question:** Peut-on dire qu'un légume nécessite la cuisson alors qu'un fruit arboricole est consommé comme dessert ?

+ **Réponse:** Non, la tomate peut être consommée comme hors d'œuvre sans cuisson alors que c'est un légume. Le melon et la pastèque (qui sont des légumes) sont consommés comme fruits de dessert sans cuisson. Le coing est un produit arboricole mais nécessitant la cuisson pour sa consommation.

1.3 Les caractéristiques de l'horticulture

En effet l'horticulture se caractérise généralement du reste de l'agriculture sur certains plans par plusieurs points de vues :

1.3.1 Du point de vue économique :

C'est une activité qui fait appel à des capitaux importants pour produire (investissement, dépenses), des coûts élevés des opérations techniques (taille, éclaircissage, fertilisation etc.), des Coûts élevés de conditionnement et de stockage.

1.3.2 Du point de vue technique :

Diversité des opérations techniques (tailles, pincement, palissage etc.) - Action sur le micro-climat (serres, tunnels, châssis etc.) - Protection sans cesse contre les parasites animaux et végétaux.





1.3.3 Du point de vue botanique et physiologique :

Les produits horticoles sont généralement fragiles et périssables et par conséquent, il faut des moyens et des techniques très poussés pour sauvegarder les produits jusqu'au consommateur (chambres froides à atmosphère contrôlée, conditionnement, moyen de transport etc.) et tout cela nécessite des capitaux, c'est à dire de l'argent.

1.4 Les types d'exploitations maraîchères

1.4.1 Exploitation polyvalente

La production maraîchère polyvalente caractérise les exploitations qui cultivent un très grand nombre d'espèces légumières durant toute l'année; l'existence des cultures maraîchères est liée aux faits suivants :

- ✓ Circuit de commercialisation simple et très sûre pour l'écoulement de la production ;
- ✓ Vente directe aux consommateurs ou aux intermédiaires ;
- ✓ Frais de stockage et de transport sont très limités ;
- ✓ Grande adaptation des produits au marché, en effet la quantité de fraîcheur est maximale.

1.4.2 Les exploitations spécialisées

Ce sont des exploitations presque spécialisées en production maraîchère et qui font appel aux techniciens maraîchers pour assurer la production intensive des légumes. L'emplacement de l'exploitation est en fonction :

- ✓ D'un microclimat favorable pour la production des légumes ;
- ✓ Présence d'un sol convenable au maraîchage ;
- ✓ Proximité d'une voie de transport.

1.5 Les cultures maraîchères abritées

Ce sont des cultures qui se font à des époques anormales en utilisant des matériaux destinés à transformer le micro climat local en un climat plus proche des exigences de la plante .Ces matériaux peuvent être des serres, des tunnels ou des châssis. On distingue deux grands groupes de cultures sous abris :

1.5.1 Les cultures hâtées

Ce sont des cultures abritées qui n'utilisent pas de sources de chaleur artificielles (presque 100% des cultures abritées).

1.5.2 Les cultures forcées

Ce sont des cultures abritées qui utilisent des sources de chaleur artificielles.

Les cultures primeurs : ce sont des cultures qui arrivent au marché à une période anormale par rapport à la production de ce même marché.



Tableau 1 : Les principales familles botaniques chez les cultures maraichères.

Famille botanique	Genre et espèce	Nom commun	Partie comestible
Solanacées	<i>Solanum tuberosum</i> <i>Solanum lycopersicum</i> <i>Capsicum annuum</i> <i>Solanum melongena</i>	Pomme de terre Tomate Piment, Poivron Aubergine	Tubercule Fruit mûr Fruit Fruit immat.
Cucurbitacées	<i>Cucurbita maxima</i> <i>Cucurbita pepo</i> <i>Cucumis sativus</i> <i>Citrullus vulgaris</i> <i>Cucumis melo</i>	Potiron Courgette Concombre Pastèque Melon	Fruit mûr Fruit immat. Fruit immat. Fruit mûr Fruit
Alliacées	<i>Allium cepa</i> <i>Allium porrum</i> <i>Allium sativum</i>	Oignon Poireau Ail	Bulbe Bulbe+feuille Bulbe
Brassicacées	<i>Brassica rapa</i> <i>B. oleracea var. botrytis</i> <i>B. oleracea var. capitata</i> <i>Raphanus sativus</i>	Navet Chou fleur Chou pommé Radis	Racine Infloresc. Feuille Racine
Astéracées	<i>Lactuca sativa</i> <i>Cynara scolymus</i> <i>Cynara cardunculus</i>	Laitue Artichaut Cardon	Feuille Capitule Feuille+tige
Chénopodiacées	<i>Beta vulgaris</i> <i>Spinacia oleracea</i>	Betterave Epinard	Racine Feuille
Apiacées	<i>Apium graveolens</i> <i>Petroselinum sativum</i> <i>Daucus carota</i> <i>Foeniculum vulgare</i>	Céleri Persil Carotte Fenouil	Feuille Feuille Racine Bulbe
Fabacées	<i>Phaseolus vulgaris</i> <i>Pisum sativum</i> <i>Vicia faba</i>	Haricot vert Petit pois Fève	Gousse Graines Graines
Rosacées	<i>Fragaria sp.</i>	Fraisier	Réceptacle floral



3 Aspect technique des productions maraîchères

3.1 Exigences en chaleur (classification thermique des cultures maraîchères)

3.1.1 Cultures de saison froide (température: -2 à + 6 °C)

3.1.1.1 3-1-1-1- Cultures résistantes au gel et à l'excès de chaleur

Ces cultures sont, par ordre de résistance décroissante: l'asperge, la chicorée, l'ail, le poireau et l'oignon.

3.1.1.2 Cultures résistantes au gel mais pas à l'excès de chaleur

Ces cultures sont, par ordre de résistance décroissante: le cardon, l'échalote, la betterave rouge, la fève en vert, les choux, le radis, les épinards, le navet et la carotte.

3.1.1.3 Cultures résistantes au froid, mais ne tolérant ni gel ni excès de chaleur

Ces cultures sont, par ordre de résistance décroissante : le céleri, l'artichaut, l'endive, le fenouil de florence, la laitue, la moutarde, la pomme de terre et le petit pois.

3.1.2 Cultures de saison chaude

3.1.2.1 Cultures à faibles exigences en chaleur (T°C: +10/ + 30 °C)

Ces cultures sont, par ordre de besoin en chaleur croissant: la courge, la courgette et le concombre.

3.1.2.2 Cultures à fortes exigences en chaleur (T°C: +16 à + 32 °C)

Ces cultures sont, par ordre de besoin en chaleur croissant: la tomate, le poivron, l'aubergine, la patate douce et la pastèque.

4 Classification des cultures maraîchères par tolérance à l'acidité du sol

Tableau 2 : Classification des cultures maraîchères par tolérance à l'acidité du sol.

Cultures peu tolérantes (pH 6 à 6,8)	Cultures à tolérance moyenne (pH 5,5 à 6,8)	Cultures très tolérantes (pH 5 à 6,8)
Asperge, betterave rouge, choux, céleri, courgette, oignon, épinard, bette, cresson, poireau, laitue, melon, gombo, soja.	Fève en vert, haricot vert, carotte, maïs doux, concombre, aubergine, ail, radis, moutarde, petit pois, poivron, potiron, courge, tomate, navet.	Chicorée endive, fenouil, pomme de terre, échalote, patate douce, pastèque.

5 Classification des cultures maraîchères par tolérance à la salinité du sol



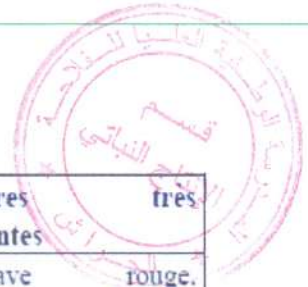


Tableau 3 : Classification des cultures maraîchères par tolérance à la salinité du sol.

Cultures peu tolérantes	Cultures à tolérance moyenne	Cultures très tolérantes
Radis, céleri, fève en vert, haricot vert, fraise, melon.	Tomate, choux, poivron, laitue, maïs, pomme de terre, melon, carotte, oignon, petit pois, courge, concombre	Betterave rouge, asperge, épinard

6 Classification des cultures maraîchères selon leurs exigences en eau

Tableau 4 : Classification des cultures maraîchères selon leurs exigences en eau.

Cultures peu exigeantes (200-300 mm eau/cycle)	Cultures à exigence moyenne (320-480 mm eau/cycle)	Cultures très exigeantes (500-700 mm eau/cycle)
Haricot vert, betterave rouge, navet, carotte, concombre, laitue, melon, oignon, persil, petit pois, courgette, pastèque	Choux, poireau, pomme de terre, courge, aubergine, piment, tomate	Asperge, artichaut, bananier

7 Classification des cultures maraîchères selon la facilité de leur transplantation à racines nues

Tableau 5 : Classification des cultures maraîchères selon la facilité de leur transplantation à racines nues.

Transplantation facile	Transplantation à réussite probable	Transplantation impossible à racines nues (nécessité de la motte)
Betterave rouge, choux, bette, laitue, tomate	Carotte, céleri, aubergine, oignon, poivron	Fève en vert, haricot vert, concombre, melon, petit pois, navet, pastèque, artichaut, cardon

8 Classification des cultures maraîchères selon la profondeur de leur enracinement

Tableau 6 : Classification des cultures maraîchères selon la profondeur de leur enracinement.

Enracinement superficiel (40-60 cm)	Enracinement moyen (90-120 cm)	Enracinement profond > 120 cm
Choux, céleri, maïs doux, endive, ail, poireau, radis, laitue, oignon, pomme de terre, épinard	Haricot vert, fève en vert, betterave rouge, carotte, bette, melon, courge, concombre, aubergine, moutarde, petit pois, navet, poivron, gombo	Artichaut, asperge, potiron, patate douce, tomate, pastèque



9 Classification des cultures maraîchères selon leur cycle biologique

Tableau 7 : Classification des cultures maraîchères selon leur cycle biologique.

Plantes annuelles	Plantes bisannuelles	Plantes pérennes
Laitue, fève, tomate, piment, courgette, haricot, maïs doux, laitue, concombre, aubergine, melon, pastèque, persil, petit pois.	Ces plantes nécessitent la vernalisation pour la production des graines: exposition à 4-6 °C pendant 1-2 mois: plus le froid est dur, moins longue est la période de vernalisation: Choux, betterave rouge, carotte, céleri, bette, fenouil, poireau, oignon, ail, radis, navet	menthe, artichaut, cardon, asperge, bananier

Le producteur qui ne maîtrise pas cette classification risque de rater par exemple, la production des bulbes d'oignon (culture bisannuelle) et de produire à leur place des semences de mauvaise qualité et non commercialisables (en transformant ses plantes bisannuelles en plantes annuelles en agissant sur la date de semis, sans qu'il ne s'en aperçoive: semis en Août dans une région continentale; le bulbe est initié en Septembre; il grossit jusqu'à Novembre. Au mois de Décembre, il peut avoir un diamètre de 2cm; il a donc dépassé la taille juvénile; il peut subir la vernalisation de l'hiver; au printemps, au lieu qu'il grossisse, il monte en hampe florale et produit des graines).

10 Classification des cultures maraîchères selon la nature du légume

Cette classification est utilisée par les marchands de légumes afin de faire une bonne présentation de leur marchandise aux clients et de faciliter les conditions d'une bonne conservation de quelques jours pour leurs produits périssables.

Tableau 8 : Classification des cultures maraîchères selon la nature du légume.

GROUPE DE LEGUME	ESPECES
Légumes feuilles	Chou pomme, Chou de Bruxelles, Chou fleur Laitue, Chicorée, Epinard, Fenouil, Poireau, Céleri,
	Coriandre, cardon
Légumes racines	Betterave, Carotte, Navet, radis
Légumes tubéreux	Pomme de terre, Topinambour, Patate douce
légumineuses	Fève, Haricot, Petit pois
Légumes vivaces	Artichaut, Asperge, fraisier
Légumes fruits	Aubergine, Concombre et cornichon, Poivron, Tomate, Courge, melon

11 Principales régions maraichères en Algérie

Les principales zones de production et types de cultures légumières en Algérie sont illustrés dans la figure 2.

Durant les dernières décennies, les cultures maraichères se sont fortement développées. Les superficies sont passées, en 40 ans, de 85 000 ha à 470 000 ha environ. L'extension des surfaces est confrontée à la contrainte en eau qui reste le facteur limitant.

Les pommes de terre (140 000 ha en 2012) occupent environ 30% de la superficie totale consacrée aux légumes.

Au début des années 2000, la production moyenne des légumes était de 3,5 millions de tonnes, dont 1,5 million de tonnes de pomme de terre. En 2005, la production était déjà de 6 millions de tonnes, dont 2,2 millions de tonnes de pomme de terre. En 2012, elle atteignait 10,5 millions de tonnes, dont plus de 4 millions de tonnes de pommes de terre (la production a dépassé les 5 M t en 2013), 1,1 million de tonnes d'oignons et près de 0,8 million de tonnes de tomates. Le potentiel de développement est très important.





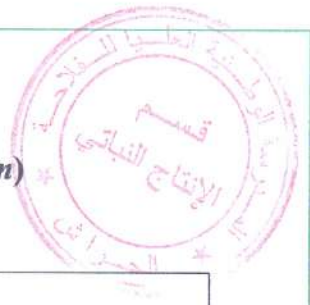
Figure 1. Répartition des principales zones des cultures légumières en Algérie (Green Coop Algérie, 2005)

Ainsi les principales espèces légumières sont réparties comme suite (Green Coop Algérie, 2005) :

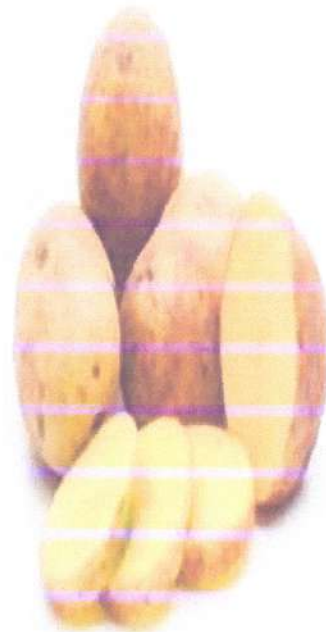
1. Plaine de la Mitidja : cultures de tomate, piment, poivron et pomme de terre.
2. Plaine de Jijel : culture de tomate, piment et aubergine
3. Plaine de Annaba : culture de tomate, piment et poivron
4. Région de Biskra : culture de tomate et piment
5. Vallée de Oued Chlef : culture de tomate, melon et pastèque
6. Région de Mostaganem : culture de tomate, piment et poivron
7. Plaine de Tafna : culture de tomate, piment et poivron
8. Oasis sahariennes : culture de tomate et melon

Figure 2 : Les principales zones de production et types de cultures légumières en Algérie.

CHAPITRE II : La pomme de terre (*Solanum tuberosum*)



Pomme de terre (*Solanum tuberosum*)



CHAPITRE II : Pomme de terre (*Solanum tuberosum*)

1 Introduction

La culture de la pomme de terre est une culture prometteuse qui offre de nombreux atouts ; d'un point de vue agronomique, sa culture est aisée, son potentiel de rendement est important (20 à 30 t/ha). D'un point de vue nutritionnel, elle se classe parmi les plantes à tubercule les plus nutritives avec une teneur énergétique élevée. D'un point de vue commercial, elle est très appréciée par les populations et elle constitue une culture de rente pour de nombreux agriculteurs.

En Algérie, la filière pomme de terre dans tous ses volets semences et consommation occupe aujourd'hui une place stratégique dans la nouvelle politique du renouveau agricole et rural, où sa culture reste parmi les espèces maraîchères, qui occupe une place stratégique tant par l'importance qu'elle occupe dans l'alimentation, les superficies qui lui sont consacrées, l'emploi qu'elle procure que par les volumes financiers qui sont mobilisés annuellement pour sa production locale et/ou son importation (consommation et semence).

La production nationale varie donc entre 1 500 000 et 2 000 000 Tonnes et offre entre 42 Kg et 50 Kg/habitant et par an ,à l'inverse de la production de pomme de terre de consommation qui a connu une augmentation remarquable ces dernières années, la production de semences de cette culture connaît depuis longtemps, une stagnation avec une production médiocre qui est destinée essentiellement à l'arrière-saison et une partie de la tranche primeur, nos besoins en semences sont en moyenne de 200 000 Tonnes / an et la production nationale couvre moins de 50% des besoins. Ces semences importées ne présentent pas souvent les qualités requises pour nos conditions climatiques et édaphiques et dans certains cas les semences importées sont à des âges physiologiques très avancés ce qui influencera sur leur rendement.

Une enveloppe budgétaire importante a été consacrée à la filière pomme de terre, notamment en ce qui concerne la production des semences, et ce ;par la construction de trois laboratoires moderne et l'introduction de nouvelles techniques comme la culture in vitro et la culture hors-sol qui est l'une des technologies modernes utilisées

Aujourd'hui pour de nombreuses cultures ; et parmi elles la production de mini tubercules de qualité sanitaire supérieure à partir de vitro plantules, car une meilleure productivité est impossible autrement qu'avec cette technique.

Hormis les efforts consentis dans ce domaine, l'Algérie n'a pas encore l'autonomie sur sa propre semence.

Les laboratoires de recherche, sont arrivés à mettre le point sur la production de la deuxième génération de semence, cela reste insuffisant car le bout de la pyramide n'est pas encore atteint, En outre, l'Algérie dispose de plus de 150 variétés homologuées, dont une trentaine est adaptées au climat algérien. Les techniciens sont donc appelés à travailler davantage pour clôturer la pyramide de production de semences, soulignant la poursuite des efforts consentis par les différents intervenants de la filière semences sont primordiales pour l'amélioration de la production et de la qualité des semences qui est un facteur important pour le développement de la filière.

L'intégration des fermes pilotes dans le programme de multiplication de semences fait partie de la stratégie des politiques publiques et ce pour sécuriser l'approvisionnement en semences de base. Mais aussi l'encadrement pour accompagner les établissements producteurs et les agriculteurs multiplicateurs dans leurs programmes de production.





2 Généralités sur la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L. ssp. *tuberosum*)

2.1 Cycle de reproduction et physiologie

2.1.1 Cycle sexué

Le fruit est une baie sphérique ou ovoïde de 1 à 3 centimètres de diamètre, il contient généralement plusieurs dizaines de graines (BERNHARDS, 1998), et peut contenir jusqu'à 200 graines (ROUSSELLE et al., 1992).

La pomme de terre est très peu reproduite par graines dans la pratique agricole, cependant la graine est l'outil de création variétale (SOLTNER, 2005a).

La germination est épigée et les cotylédons sont portés au-dessus du sol par le développement de l'hypocotyle. En conditions favorables, quand la jeune plante a seulement quelques centimètres de hauteur, les stolons commencent à se développer d'abord au niveau des cotylédons puis aux aisselles situées au-dessus, et s'enfoncent dans le sol pour donner des tubercules (BERNHARDS, 1998).

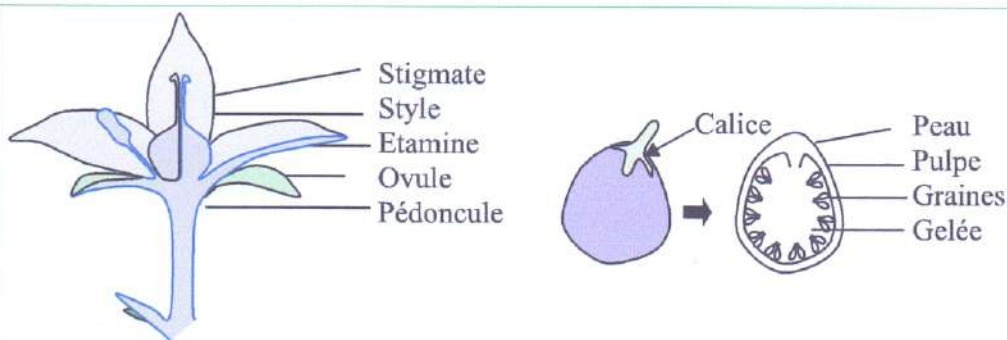


Fig La fleur et le fruit (baie) d'une Solanée

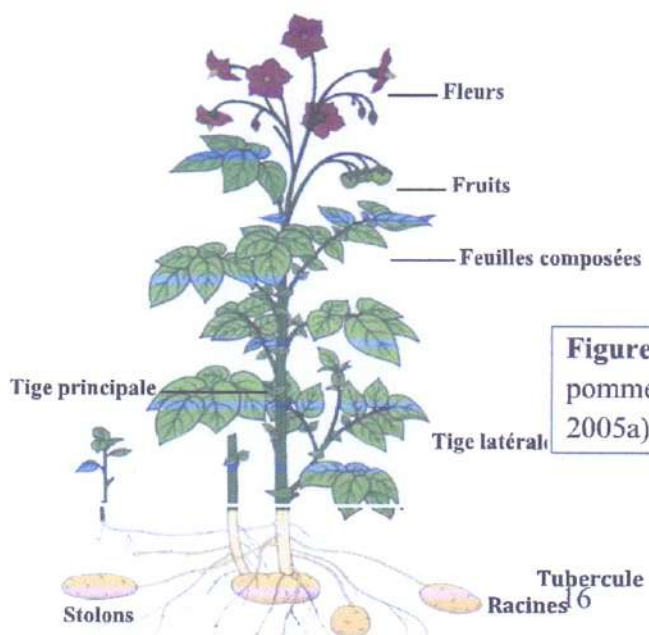


Figure 3: Caractéristiques morphologiques de la pomme de terre et cycle végétatif. (SOLTNER, 2005a).





2.1.2 Cycle végétatif

Le tubercule n'est pas seulement un organe de réserve, c'est aussi un organe qui sert à la multiplication végétative. Cette dernière se déroule en quatre étapes :

La dormance

La germination

La croissance

La tubérisation

2.1.3 Dormance

Après la récolte, la plupart des variétés de pommes de terre traversent une période où le tubercule ne germe pas, quelles que soient les conditions de température, d'éclairage et d'humidité. Il s'agit de la période de dormance, et sa durée dépend beaucoup de la variété et des conditions d'entreposage, et surtout de la température (PERON, 2006). Pour hâter la germination, on peut traiter chimiquement les tubercules de semence ou les exposer alternativement à des températures élevées et basses (ANONYME, 2003).

2.1.4 Germination

Selon ELLISSECHE (2008), lorsqu'un tubercule est placé dans des conditions d'environnement favorables (16-20°C, 60-80% d'humidité relative) aussitôt après la fin de son repos végétatif, il commence à germer. Après une évolution physiologique interne les tubercules deviennent capables d'émettre des bourgeons, une évolution interne du tubercule conduit d'abord à un seul germe qui se développe lentement et dans ce cas c'est toujours le germe issu du bourgeon terminal qui inhibe les autres bourgeons : ce phénomène est la dominance apicale (SOLTNER, 2005a). Puis un petit nombre de germes à croissance rapide se développent. Ensuite un nombre de plus en plus élevé de germes démarrent, traduisant une perte progressive de la dominance apicale. Ils s'allongent lentement, se ramifient, deviennent filiformes et finalement tubérisés. (BERNHARDS, 1998).

2.1.5 Croissance

Une fois le tubercule mis en terre au stade physiologique adéquat, les germes se transforment en dessous du sol en tiges herbacées pourvues de feuilles ce qui rend la plante autotrophe dès que la surface foliaire atteint 300 à 400 cm² (ROUSSELLE et al., 1996). Les bourgeons axillaires donnent, au-dessus du sol des rameaux, et en dessous, des stolons (SOLTNER, 2005a).





2.1.6 Tubérisation

Le tubercule est la justification économique de la culture de pomme de terre puisqu'il constitue la partie alimentaire de la plante et en même temps, son organe de propagation le plus fréquent.

Ce phénomène de tubérisation commence d'abord par un arrêt d'élongation des stolons après une période de croissance. La tubérisation est réalisée dès que le diamètre des ébauches est le double de celui des stolons qui les portent. Outre les processus de multiplication cellulaire, le grossissement des ébauches de tubercules s'effectue par accumulation dans les tissus des substances de réserve synthétisées par le feuillage. Ce grossissement ralentit puis s'arrête au cours de la sénescence du feuillage (BERNHARDS, 1998). Le modèle de développement suivi par les tubercules varie considérablement entre les tubercules d'une même plante. Une hiérarchie s'établit entre ces organes de stockage qui entrent en compétition pour les nutriments : les tubercules croissant le plus vite limitent le développement des autres tubercules (VERHEES, 2002).

2.1.6.1 Quelques facteurs influençant la tubérisation

L'âge physiologique du tubercule mère : le tubercule qui est planté au stade de dominance apicale donne un plant qui a très peu de tiges principales, comme le nombre de tubercules est en grande partie déterminé par le nombre de tiges, on peut prévoir un faible taux de tubercules.

L'exposition des tubercules à une température élevée avant la germination du bourgeon apical favorise la germination multiple de tous les yeux (ANONYME, 2003).

Les jours courts, ou plus précisément l'obscurité de longue durée, favorisent une induction précoce de la tubérisation.

La température influence la tubérisation et ce sont les températures fraîches qui lui sont le plus favorables.

La température optimale pour la photosynthèse est de 20°C chez la pomme de terre. Les besoins en eau varient au cours du cycle végétatif : ils sont surtout importants au moment de l'initiation des tubercules (BERNHARDS, 1998).

La durée du cycle végétatif de la pomme de terre est très variable, elle dépend de l'état physiologique des tubercules qui sont plantés, de l'ensemble des facteurs agro climatiques et des variétés utilisées.



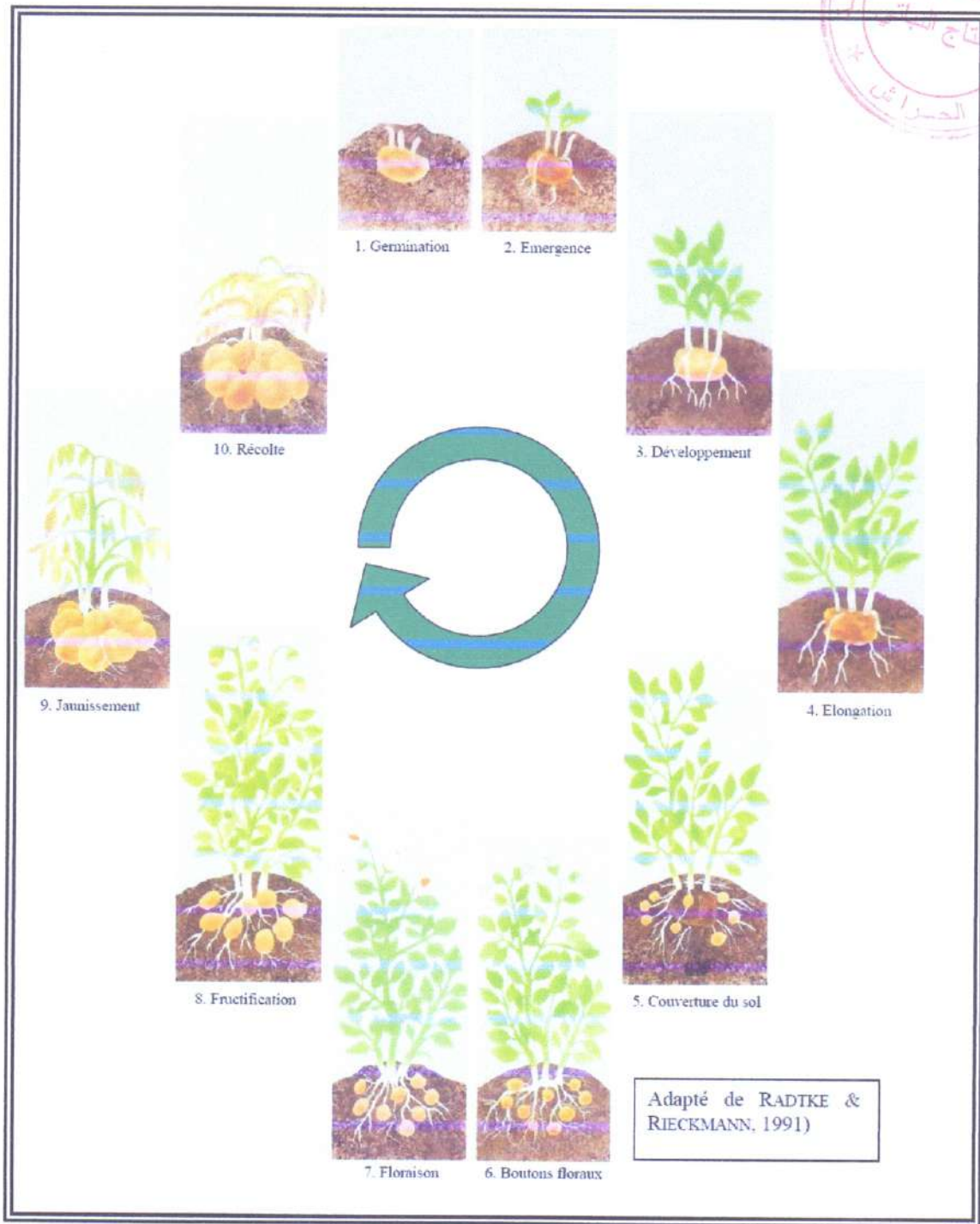
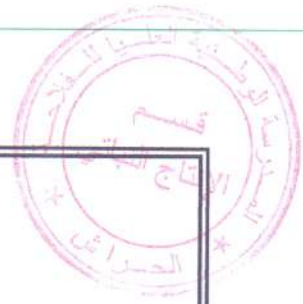
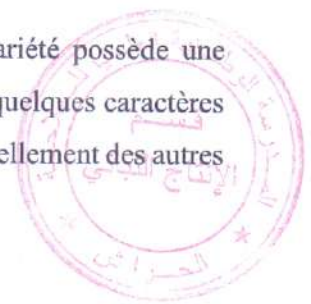


Figure 4: Cycle de production de *Solanum tuberosum* L. ssp. *tuberosum* (DELAPLACE, 2007).

2.2 Les Variétés de pomme de terre

Les variétés de la pomme de terre sont extrêmement élevées, chaque variété possède une description officielle basée sur de nombreux caractères morphologiques et quelques caractères physiologiques lui permettant d'être toujours identifiable, différentiable visuellement des autres



variétés (PERON, 2006). Toutefois, certains caractères descriptifs peuvent légèrement varier en fonction de l'époque et du lieu de culture. Les objectifs de production poursuivis dépendent du type de culture (REUST, 1982) :

Pomme de terre primeur : limiter le nombre de tubercules au profit de leur grosseur et d'une extrême précocité, les principales variétés utilisées sont Nicola, Diamant, Roseval, Yesmina, Timate et Charlotte..

Pomme de terre plant : nombre élevé de tubercules de calibre moyen et d'une bonne précocité.

Pomme de terre de consommation (marché du frais) : un nombre élevé de tubercules d'un calibre moyen à grand, sans toutefois dépasser le calibre supérieur. Les variétés les plus utilisées sont Desirée, Spunta, Diamant, Lisetta et Kondor..

Pomme de terre de consommation (transformation industrielle) : un rendement élevé en tubercules et amidon.

2.3 Les exigences de la plante

2.3.1 Exigences climatiques

La pomme de terre est cultivée avec succès à une altitude de 1000 m. On peut dire que son aire d'adaptation va des régions subtropicales aux régions plus froides, elle résiste le mieux sous les climats tempérés, humides et brumeux (LAUMONNIER, 1979).

2.3.1.1 La température

Les températures basses ont une influence défavorable sur la croissance des plantes puisqu'elles la ralentissent à la fois directement et en favorisant l'induction de la tubérisation. Les températures élevées ont l'effet contraire. Il existe des températures seuils pour la pomme de terre. Son zéro de végétation se situe entre 5°C et 7°C et sa température optimale de tubérisation aux environs de 18°C. Des températures élevées de l'ordre de 29°C perturbent la tubérisation et provoquent la repousse. Les tubercules risquent de geler à partir du moment où les températures deviennent inférieures à -2°C.

2.3.1.2 La lumière

La lumière intervient par son effet photopériodique dans l'induction de la tubérisation et par son intensité dans l'activité photosynthétique. Les photopériodes courtes sont plus favorables à la tubérisation et les photopériodes longues plus favorables à la croissance. La plupart des cultivars utilisés dans les régions à climat tempéré ont des photopériodes critiques comprises entre 13 heures et 16 heures (ROUSSELLE et al., 1996).



2.3.1.3 L'alimentation en eau

Les besoins en eau de la pomme de terre varient au cours du cycle végétatif. Ils sont surtout importants au moment de l'initiation des tubercules. Un stress hydrique se manifestant à ce stade peut entraîner une réduction du nombre d'ébauches formées par plante, consécutive à une réduction du nombre de stolons formés par tige (ROUSSELLE et al., 1996). Ses besoins en eau, faibles en début de végétation, sont très importants au moment de la croissance foliaire et de la tubérisation. L'irrigation peut être très efficace (SOLTNER, 1990). La plante évapore beaucoup et par conséquent elle a besoin de grandes quantités d'eau. Dans les meilleures conditions, elle utilise 300 g d'eau pour former 1g de matière sèche.

2.3.2 Exigences édaphiques

La pomme de terre préfère les sols siliceux ou silico-argileux, légers, assez frais et profonds. Elle s'accommode des terres acides dont le pH est assez bas ; 5,5 à 6. Il n'y a que les terrains très argileux, froids et humides au printemps et en automne, secs et compacts en été, ou trop calcaires qui ne lui conviennent pas (GAUTHIER, 1991).

2.3.2.1 Exigences en éléments fertilisants

La pomme de terre se classe parmi les plantes très exigeantes en azote, phosphore et potassium (Tableau 9).

Tableau 9 : Prélèvements en éléments majeurs (en Kg/t).

Eléments	Tubercules	Plante entière
Azote	3.2	3 à 4.5
Acide phosphorique	1.6	0.8 à 1.7
Potassium	6	4.1 à 8.5

L'azote est le facteur déterminant du rendement de la culture. Il favorise dans un premier temps le développement du feuillage, puis la formation et le grossissement des tubercules. L'acide phosphorique est un facteur de précocité et favorise le développement racinaire.

Les besoins en calcium, magnésium et soufre sont généralement notables (Tableau N°02). Elle est sensible à une carence en magnésium qui se manifeste par un jaunissement entre les nervures des feuilles (ROUSSELLE et al. 1996).



Tableau 10: Prélèvements moyens en éléments secondaires (Kg/ha).

Magnésium	15 à 30
Calcium	40 à 50
Soufre	10 à 25

Les besoins moyens en oligo-éléments sont donnés dans le tableau 11.

Tableau 11 : Besoins moyens en oligo-éléments (en g/ha).

Fer	100	Manganèse	50
Cuivre	60	Bor	80 à 120
Zinc	80 à 150	Molybdène	0.8

2.4 Les maladies et les ennemies de la pomme de terre

Les principales maladies, causes de ces maladies et symptômes de la pomme de terre sont regroupés dans le tableau 12.

Tableau 12 : Les principales maladies de la pomme de terre. **Source :** (BERNHARDS, 1998 ; CIRED et GRET ,2002).

Les maladies	Cause de la maladie	Symptômes
Mildiou de la pomme de terre	Phytophthora infestant ce champignon se transmet par le vent	Brunissement de la base des tiges ou de portions de tige et de pétioles Taches jaunâtres devenant brunes sur les feuilles de la base
<u>Virus X</u>	Virus X .Ce virus transmet par frottement	Décoloration bénigne en forme de mosaïque légère entre les nervures.

<u>Virus M</u>	Virus M. Le vecteur de cette maladie sont les pucerons	Faible décoloration des nervures, folioles apicales. Légère coloration rougeâtre des feuilles terminales. Une ondulation des bords et la formation de taches en mosaïque
<u>Tache de rouille</u>	Virus du ratte	Une coupe des tubercules montre des tissus morts sous forme de tache rouge-brun
<u>Cœur noir et Cœur creux</u>	Bactéries de pourriture apparaît à cause du manque d'O ₂ Le brusque passage de période sèche à période humide et vice-versa	Les tissus de tubercules montrent une surface de tissus noirs. Excès de fumures azotées
<u>Rhizoctone brun</u>	Rhizoctonia. Maladie fongique.	Attaques sévères sur les tiges et les stolons et enroulement des feuilles
<u>Bactéries pathogènes du genre Erwinia</u>	Bactéries pathogènes du genre Erwinia, cette bactérie se transmet par la pluie, l'eau d'irrigation et les insectes.	La jambe noire (des nécroses de la base des tiges)
<u>Nématodes</u>	Globodera rostochiensis et Globodera pallida	Mauvaise croissance du végétal Nanisme
<u>Puceron vert du pêcher</u>	Puceron vert du pêcher	Déformation du limbe
<u>PLRV (potato leafroll virus)</u>	Virus d'enroulement de la pomme de terre causé par l'accumulation d'amidon qui rend les feuilles dures	Enroulement des feuilles Le nanisme de la plante

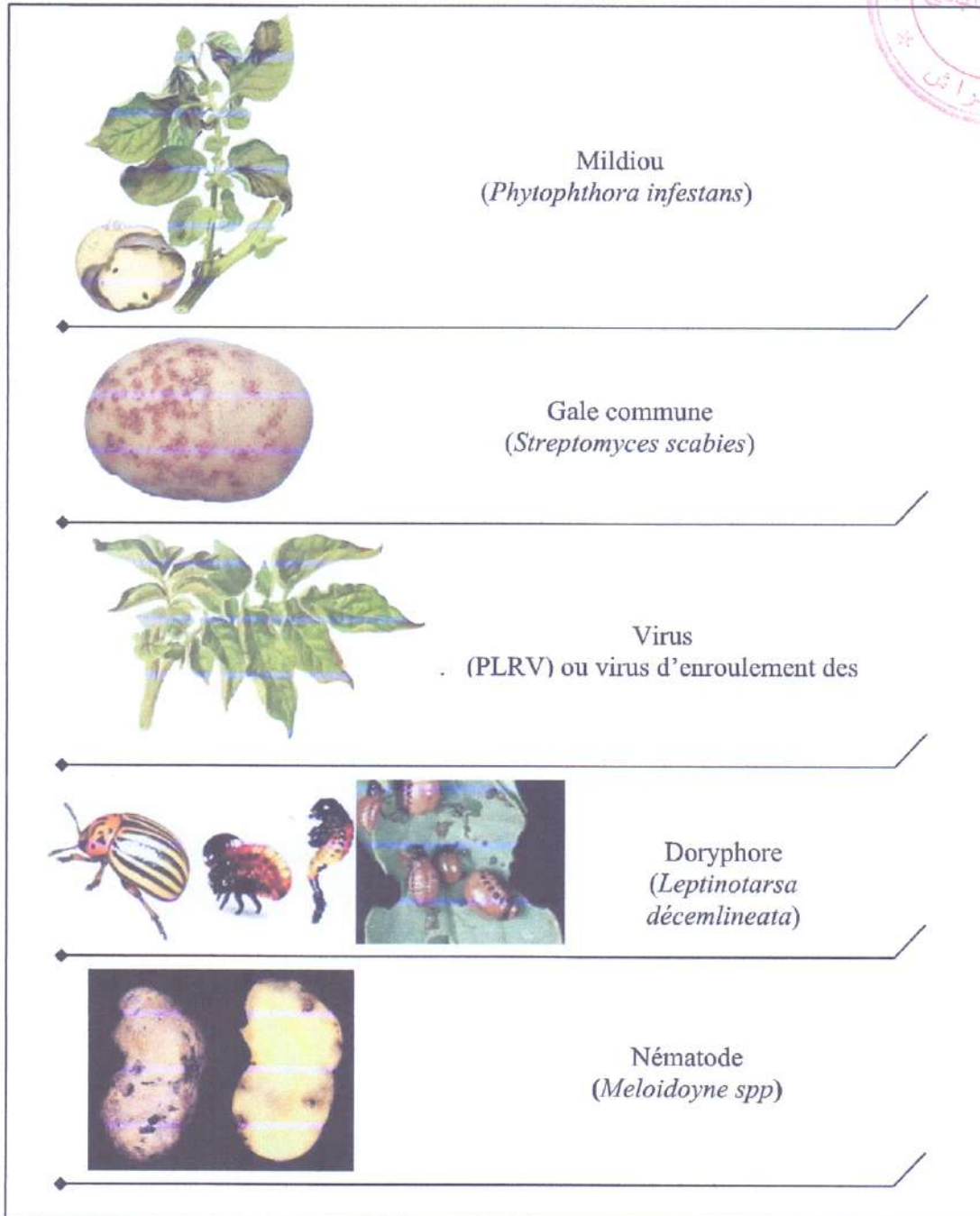


Figure 5: Les principales maladies et ravageurs de la pomme de terre.



3 La Production de la pomme de terre

3.1 Production mondiale

La production mondiale de pommes de terre qui était en augmentation sensible mais constante depuis les années 80, s'est stabilisée depuis le début des années 2000. Si l'on corrèle cela à la forte baisse de la surface mondiale de cultures de pommes de terre de ces 10 dernières années, on peut en conclure que les cultures se sont renforcées sur le plan technique et que, par conséquent, les rendements ont nettement augmenté.

D'après le FAOSTAT, entre 2008 et 2009, on note une légère augmentation du niveau mondial de production ainsi que des surfaces cultivées (figure 6).

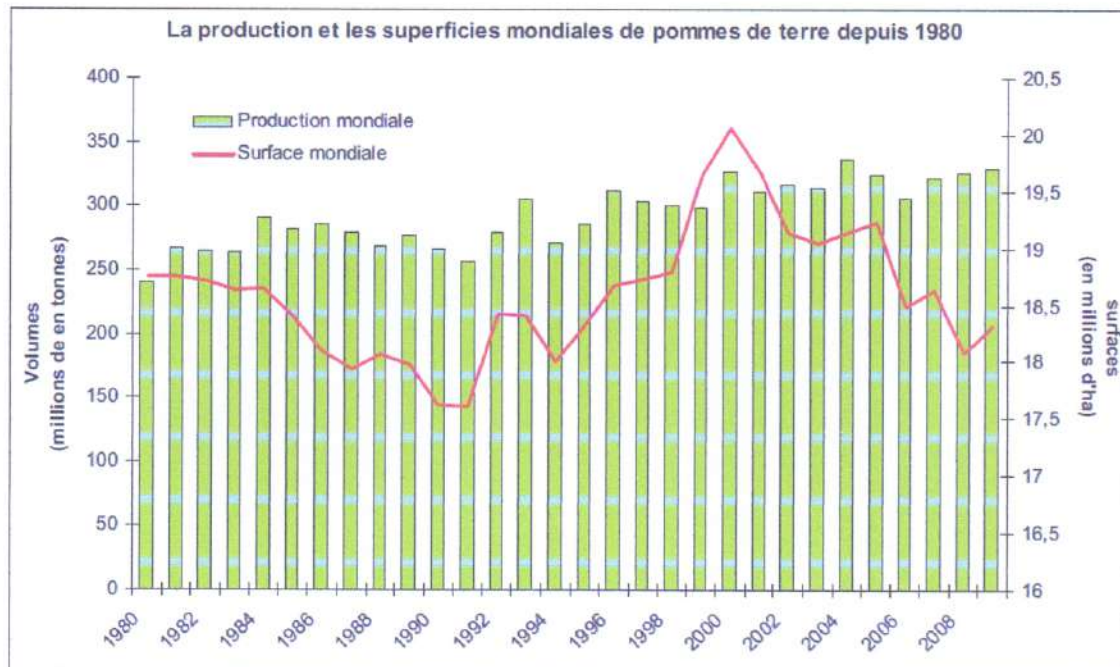
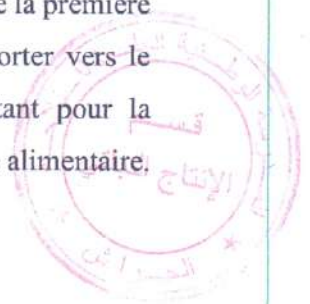


Figure 6: La production et les superficies mondiales de pommes de terre : (Pommes de terre toutes destinations (frais + transformé + féculé + plants).

3.2 Production de la pomme de terre en Algérie

Selon les historiens, l'entrée de la pomme de terre en Algérie remonte au milieu de la première décennie du dix-neuvième siècle, elle a été cultivée principalement pour l'exporter vers le marché Français. Après l'indépendance, elle est devenue un produit important pour la consommation locale, et elle est devenue de plus en plus importante dans le régime alimentaire.



La demande en cette culture s'est alors accrue; elle représente la première culture maraîchère du point de vue superficie et production, avec 1 506 859 quintaux en 2007 ce chiffre a presque doublé en l'espace de trois ans avec une production de 3 290 000 quintaux en 2010, selon le Ministère de l'Agriculture.

L'offre nationale de cette culture et d'autres culture maraîchère n'a cessé d'augmenter constamment suite à la prise de conscience dans les années quatre-vingt, après la détérioration du secteur agricole après l'indépendance, où le secteur agricole assurait de hautes performances et jouissait d'une réputation d'un secteur majoritairement exportateur, un programme national d'intensification des productions considérées comme stratégiques a été décidé par le Ministère de l'agriculture, par des politiques de soutien de toutes sortes et à un mode d'organisation technique très avancé. Il concernait les céréales, les légumes secs et la pomme de terre. L'Institut des techniques des cultures maraîchères et industrielles (ITCMI) était chargé de la mise en œuvre du programme relatif aux cultures maraîchères, en particulièrement celui de la pomme de terre. L'opération de reproduction des semences sélectionnées de pomme de terre était apparue comme un volet important de ce programme qui pouvait permettre de diminuer le coût en devises du programme d'intensification de cette culture. Depuis le lancement du programme et jusqu'à nos jours, la culture de pomme de terre en Algérie a connu un développement spectaculaire. Cet accroissement des superficies cultivées en pomme de terre était accompagné d'une importante augmentation des rendements. Les données recueillies lors d'une enquête que nous avons réalisée montre bien cette augmentation. (Tableau 13).

Tableau 13 : Evolution de la production Nationale de pomme de terre 2008-2014.

Année	Production (tonne)	Surface cultivée (ha)	Rendement (t/ha)
2014			
2013			
2012			
2011			
2010	3 290 000	126 600	26,0 000
2009	2 536 057	105 121	24,1251
2008	2 171 058	91 841	23,6393

Source : MADR, 2014.

L'Algérie occupe la deuxième place, après l'Égypte, dans la production de la pomme de terre en Afrique pour l'année 2010, selon un rapport de la FAO.

Les chiffres présentés dans le rapport indiquent que la production nationale a dépasser le seuil de trois millions de tonnes durant l'année 2010, cultivée sur une superficie estimée à 126 milles hectares et la moyenne de récolte dans un seul hectare a atteint 26 tonnes, alors que l'Égypte réserve une superficie de deux millions d'hectares pour cultiver cette matière, sa production est estimée à 4 millions de tonnes pour la même année.(Tableau 14).

Tableau 14 : Evolution de la production de semences de pomme de terre 2007-2014.

Année	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Semences (tonne)	98269	112479	120473					

Source : MADR, 2014.

Le tableau 14, montre une nette augmentation de la production qui enregistre un accroissement de ,,,,,,,,,, tonnes entre 2007 et 2014.

Malgré cette nette augmentation des rendements la production nationale n'arrive pas à satisfaire les besoins nationaux en semence de pomme de terre, rappelons que 80% des besoins en semences proviennent de l'importation (d'un montant de 60 millions d'Euros),

Signalons également que l'auto approvisionnement en semences représenterait un taux variant entre 10 et 20% de la production locale, ce volet ne concernant que la tranche d'arrière-saison et une partie de la tranche primeur.

3.3 Principale régions productrices

La superficie occupée par les cultures maraîchères varie chaque année entre 380.000 et 400.000 ha, dont 95.000 à 100.000 ha emblavés en pomme de terre, soit 26% de la superficie maraîchère totale. (MADR, 2010).

Il est à relever aussi que l'on assiste, depuis quelques années, à l'augmentation de cette culture par l'occupation de nouvelles zones où elle était pratiquement inconnue : cas de Sedrata, de Djelfa, du Sud et de Ain-Defla. Donc les zones de production sont réparties selon quatre zones géographiques : Littoral, sublittoral, atlas tellien et hautes plaines. (Tableau 15).

- **Primeur** : Boumerdes, Tipaza, Skikda, Alger, Mostaganem, Tlemcen

- **Saison** : Ain-Defla, Mascara, Mila, Souk ahras, Boumerdes, Mostaganem, Sétif, Tizi ousou, Tiaret, M'sila, Tlemcen, Batna, Chlef, Bouira, El-oued.

- **Arrière-saison** : Ain-Defla, Mascara, Guelma, Chlef, El oued, Tlemcen, Mostaganem, Djelfa...



Tableau 15 : Les principales wilayas productrices de pomme de terre pour l'année 2014.

Wilaya	Surface hectares	Production quintaux
Ain Defla	15 230	320 000
Mascara	9 050	208 700
Tlemcen	7 505	197 900
El Oued	7 392	181 800
Mosta	6 668	159 500
Chlef	4 015	115 200
Boumerdes	3 600	93 200
Skikda	3 212	57 100
S/Total	66 672	1 333 408
T/ Algérie	98 825	2 180 900

Source : MADR, 2014.

3.4 Dates de plantation de la pomme de terre

Contrairement aux pays septentrionaux où la pomme de terre est cultivée durant une saison, en Algérie elle est cultivée selon trois types de culture qui sont : la primeur, la saison, et l'arrière-saison.

3.4.1 Les trois calendriers de culture de pomme de terre :

- Primeurs : plantation 15 novembre - 15 janvier.

- Saison : plantation 15 janvier -15 mars.

- Arrière-saison : 15 août -15 septembre

3.4.2 Les dates limites suivant les régions :

- à partir de mi-février : Zones littorales - Sublittorales.

- mi-mars : Plaines intérieures.



- mi-mai : Hauts plateaux

- fin août : Pour les cultures de multiplication d'arrière-saison

3.5 Les Différentes variétés de pomme de terre cultivées en Algérie

Cent vingt une variétés sont inscrites au catalogue algérien des espèces et variétés cultivées. Cette inscription est obligatoire pour leurs commercialisations ; elle est précédée de deux ans au cours desquels sont évalués les caractères d'utilisation, le rendement, le comportement vis-à-vis des parasites par le service de Contrôle et certification des semences et plants CNCC. Les principales variétés cultivées en Algérie sont : Spunta (à chair blanche), Désirée (à chair jaune), Bartina, Lisita.

Les variétés sont déterminées par :

La forme du tubercule

La couleur de la peau et de la chair

La durée de conservation

La date de mise sur le marché

La durée de culture



4 La culture hors sol

4.1 Définition

Au sens strict, la culture hors-sol est la culture dans un milieu racinaire qui n'est pas le sol naturel, mais un milieu reconstitué et/ou isolé du sol. Dans ce type de système, les racines des végétaux sont alimentés par un milieu liquide minéral appelé solution nutritive, qui apporte l'eau, l'oxygène et les éléments minéraux indispensables au développement de la plante. (Alain vitre, 2003)

On parle souvent de cultures sur substrat, car ce milieu reconstitué repose souvent sur l'adoption d'un matériau physique stable : le substrat, parfois d'origine manufacturé et industriel, parfois d'origine naturelle.

Il existe cependant des cas de cultures hors-sol n'utilisant pas de substrats : cultures sur film d'eau ou hydroponiques.

La multiplication végétative est un mode de reproduction qui se déroule en dehors des phénomènes de sexualité et qui permet la propagation d'individus génétiquement identiques (ROBERT et al., 1998). Ce phénomène ne fait pas intervenir la méiose, mais un autre processus très strict de division cellulaire, sans remaniement du nombre de chromosomes : la mitose (MAAROUF, 2000). La multiplication végétative s'effectue naturellement et artificiellement (CAMBLE et REEC, 2004).

La pomme de terre est une plante modèle pour l'application des cultures in vitro et de toutes les techniques qui en découlent.

4.2 Historique de la culture in vitro

En 1878, il y a donc plus de 120 ans. Cl Bernnard formulait les principes théoriques de la création d'un système artificiel dans lequel les organes pourraient survivre hors de l'influence de l'organisme entier. Depuis cette orientation de recherche lentement d'abord, d'une manière plus rapide ensuite, a permis de grands développements à la biologie (NOZERAN et BANCILHON, 1972);

La culture indéfinie des tissus des végétaux a été réalisée il y a 70 ans, c'est en effet au printemps 1937 qui fut isolée la première souche tissulaire dans l'activité c'est maintenue jusqu'à présent grâce à des repiquages réguliers. Dés, 1941, on savait obtenir des plantes entières à partir de petits fragments d'organes ou colonies tissulaires ; leur enracinement ne

posait aucun problème grâce aux auxines rhizogènes dont le maniement était connu depuis assez longtemps (MARGARA, 1984).

En 1944, BUVAT par les techniques de culture de tissus met en évidence le phénomène de dédifférenciation : la juvénalisation ;

En 1949, LIMASSET et CORNUET notent l'absence de Virus dans les méristèmes de tabacs viroses ;

En 1955, la découverte de la kénétine, substance douée d'une puissante activité caulogène, puis d'autres cytokinines ont permis de provoquer presque à volonté la néoformation de bourgeons adventifs ; Cette multiplication végétative in vitro fut enfin facilitée par la mise au point à partir de 1962 de solutions minérales particulièrement appropriées (MARGARA, 1984).

En 1966, GUHA et MAHESWARI en Inde obtenaient des plantes haploïdes de *Datura innoxia* M.LL à partir de culture d'anthères ;

En 1971, au Japon, TAKEBE et COL régénéraient des plantes entières de *Nicotina tabacum* à partir de protoplaste.

4.2.1 Les catégories de la culture in vitro

Elles peuvent être regroupées en trois grandes catégories :

4.2.1.1 La catégorie de la culture in vitro Conforme

Il s'agit d'un mode de multiplication conduisant à des individus pourvus de même stock d'information héréditaire que la plante d'ont ils sont issus (NOZERAN et BANCILHON, 1972).

4.2.1.2 La micropropagation

La micro- propagation in vitro apporte un progrès considérable par rapport aux méthodes traditionnelles avec un taux de multiplication de 100 à 1000 fois plus élevé (OCHATTE, 2005). Cette technique permet la multiplication végétative de plusieurs plantes alimentaires, médicinales, horticoles,..... (BRETAUDEAU, 2006).

La micropropagation consiste en une prolifération des bourgeons axillaires préexistants sur l'explant mère. Ceci offre une grande garantie de conformité génétique et une bonne stabilité des caractères au cours des repiquages successifs (ZRYD et al., 1988).

Elle est ainsi employée pour la production de pomme de terre de semence et pour la collection et la distribution du germoplasme dans le monde entier. A cette fin, des vitro plants indemnes de virus sont utilisés comme produit de départ.

L'analyse moléculaire des vitroplants propagés a prouvé que la micropropagation donne des vitroplants génétiquement stables (POTTER et JONES, 1991).

Les vitroplants de pomme de terre n'exigent pas d'hormones exogènes pour s'enraciner. En fait ils peuvent être propagés sur un milieu simple (VINTERHALTER et al., 1997).

La micropropagation in vitro est plus ou moins utilisée dans la production de plantes conformes pour les premières générations de multiplication. Et selon LÊ (2001) pour produire des plantes génétiquement modifiées, la régénération doit donner des plantes conformes.

4.2.1.3 La microtubérisation

Une autre approche pour la micropropagation de pomme de terre : c'est l'induction des vitrotubercules. Ces derniers sont des tubercules de petite taille (4 à 12 mm), encore appelés microtubercules, produits en conditions stériles au laboratoire à partir de microboutures. Ces tubercules sont obtenus en plaçant les microboutures en conditions inductrices de tubérisation : modification du milieu de culture, éclairage diminué, températures plus basses. Les bourgeons forment alors des stolons évoluant en microtubercules au bout de 2 à 3 mois (LE HINGRAT , 1994).



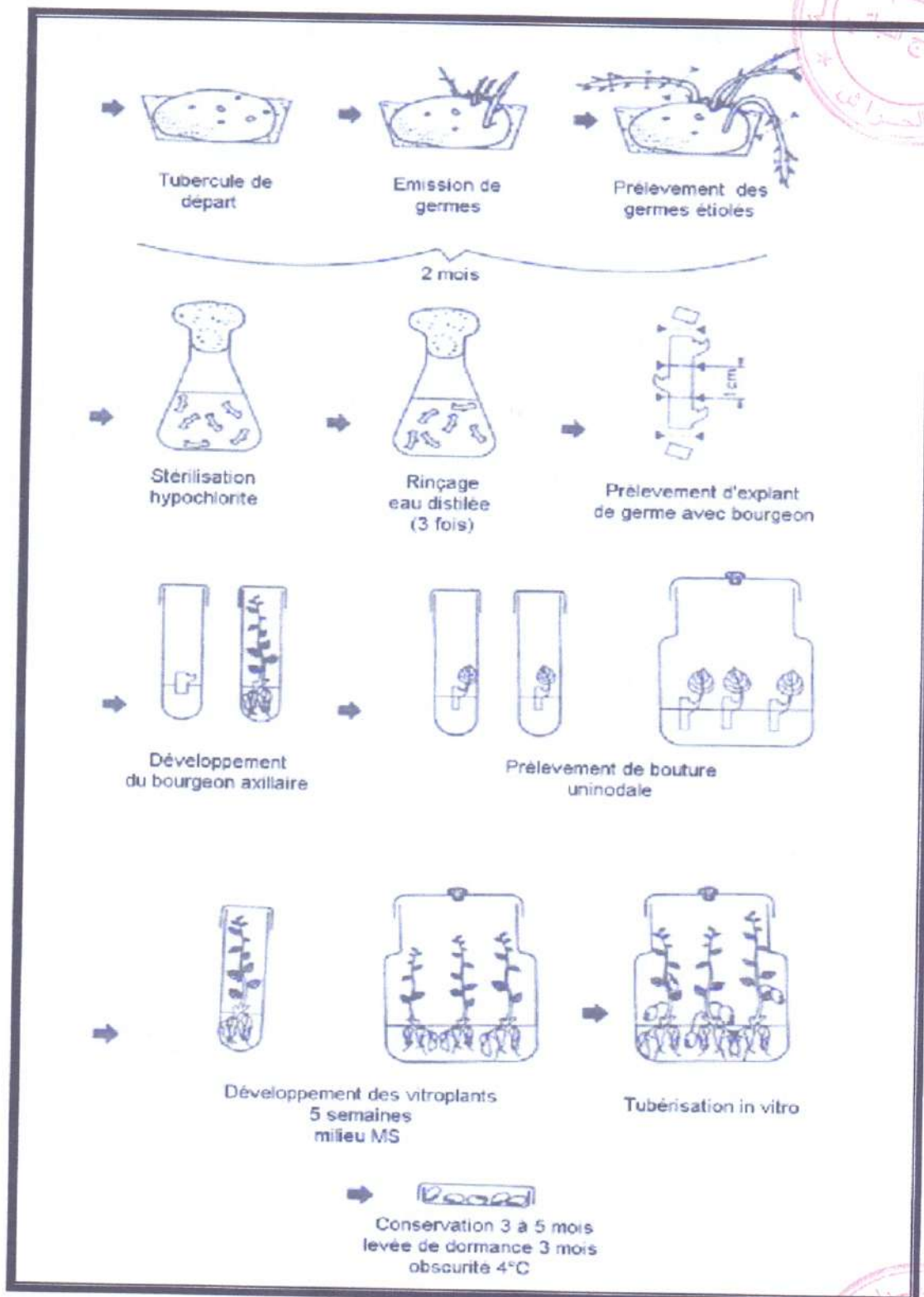


Figure 7: Micropropagation et microtubérisation de la pomme de terre par culture in vitro (d'après HAÏCOUR, 2002 ; AMBROISE, 2002).



4.2.1.4 Culture de méristème

Dès 1952, George Morel de INRA de Versailles réussit à obtenir une plante entière à partir d'un méristème (OCHATTE, 2005), et selon TEOULE, (1999) chez une plante virosée la répartition du virus semble très variable selon l'organe, le méristème en particulier est une structure très protégée et est généralement indemne de virus. Le méristème est un petit organe composé de cellules mériématiques à division rapide ; il constitue le matériel idéal de départ étant donné que le méristème se développe d'une manière génétiquement stable et réduit le niveau d'infection virale (ESPINOSA et al., 1992). Cette technique est donc utilisée pour obtenir des plantes saines à partir des plantes virosées (AUGE, 1992), surtout si il est associé à la thermothérapie (GRIFFITHS et al., 1990).

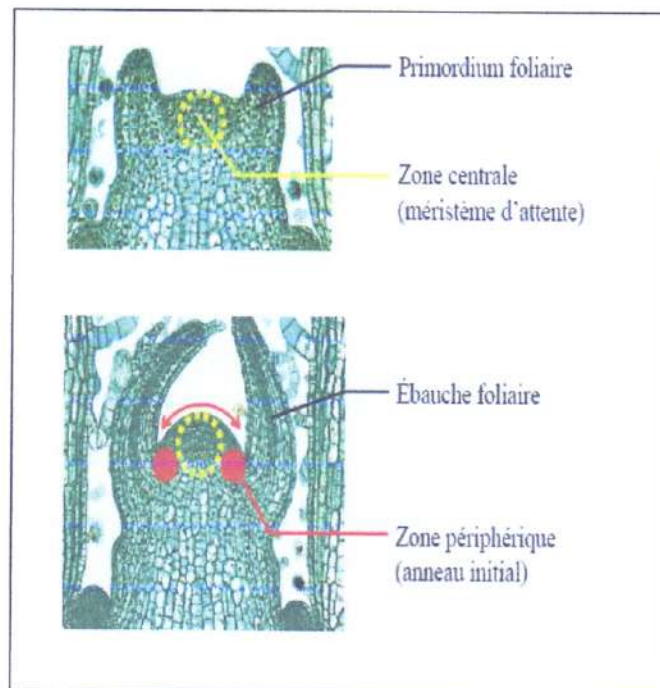


Figure 8 : Coupe longitudinale d'apex de tige.

4.2.1.5 Embryogenèse somatique

Un apport important de la technique des cultures in vitro à la biologie a montré que des cellules somatiques pouvaient produire des structures comparables à des embryons, méritant l'appellation d'embryons somatiques (MARGARA, 1984). Ces embryons peuvent se développer à partir des cellules à $2n$ chromosomes issues de feuilles, racines ou tige (BOCCON-GIBOD et JALOUZOT, 1989).



Cependant l'embryogenèse somatique est rarement utilisée chez la pomme de terre (SEABROOK et DOUGLASS, 2000), et son utilisation est localisée surtout pour la production de semences synthétiques (REDENBAUGH, 1993 ; GRAY et al., 1995).

4.3 Conservation

La conservation est l'un des avantages de la culture in vitro. Cette technique nous a permis de conserver le matériel végétal pour une longue durée jusqu'au moment de son utilisation. Ce matériel peut être des cellules, des protoplastes, des cals, des vitroplants et des vitrotubercules. La conservation des vitroplants et des vitrotubercules peut se faire dans un milieu de conservation contenant le mannitol à une température de 4 à 6°C et à une photopériode de 16 heures / jour (DODDS et al., 1991).

Parmi les techniques de conservation : la cryoconservation. Cette technique représente la conservation du matériel vivant à très basse température. Généralement, elle consiste à stocker le matériel végétal dans l'azote liquide (-196°C) ou dans les vapeurs d'azote (-150°C). A cette température toutes les activités physico-chimiques des cellules sont interrompues (DUSSERT et al., 2002)

4.4 Les facteurs influençant la culture in vitro

4.4.1 La lumière et la photopériode

La lumière est un facteur déterminant pour la culture in vitro des plantes, elle a une grande influence de part la durée d'exposition (photopériode), selon HUSSEY et STACEY, (1981) d'autre part la longueur de jour qui affecte la vigueur et le développement des proliférations et la croissance des cals, cette dernière pourrait aussi contribuer à la formation des cals (BRIGGS, 1964), de façon général le début de croissance nécessite une faible intensité lumineuse (500 à 1000 lux) avec 12 à 16 heures de photopériodes (BOMMENENI et JAUHAR, 2003). Lorsqu'il s'agit de préparer la plantule au repotage en serre, il apparaît souvent préférable d'augmenter l'intensité de l'éclairage (par exemple 10000 lux) (MARGARA, 1984).

4.4.2 La température

La température de beaucoup de chambres à culture est constante de l'ordre de 22° à 25° C (MARGARA, 1984) mais selon LÉ, (1994) des faibles températures de 15° à 20° C stimulant la microtubérisation chez la pomme de terre.

4.4.3 Le support de milieux de culture

Les six macroéléments nécessaires à la croissance (N, P, S, K, Mg, Ca) sont absorbés sous forme d'ions (MARGARA, 1984). Le potassium occupe la première position, il existe dans le milieu sous forme de nitrate ou chlorure avec une concentration de 20 à 30 mM, Il occupe la position du maître cation en relation d'une part avec la préférence de l'absorption qui lui vaut sa grande fusibilité complète d'une sélectivité avec exclusion de d'autre part Na. Deuxièmement le phosphore est absorbé sous la forme orthophosphorique (H_2PO_4 ou HPO_4), les besoins de la croissance dans les cultures des tissus varient de 1-30Mm, il augmente la densité des racines. Pour le calcium, les besoins en cet élément varient de 1-3 mM, le rôle du calcium, est le maintien de la structure cellulaire. Le magnésium à un rôle de construction de la molécule de chlorophylle et finalement les composés azotiques qui représentent la principale source d'alimentation azotée (YVES, 1984).

4.4.3.1 Le saccharose

Pour la culture in vitro le saccharose constitue une source d'énergie car la plante n'est pas encore arrivée à satisfaire ses besoins énergétiques, on peut dans un cas particulier utiliser d'autres sources, tels, le galactose et le lactose (TEOULE, 1999).

4.4.3.2 Les vitamines

En culture in vitro certaines vitamines sont favorables aux croissances des tissus, parmi les principales, citons : la thiamine, l'acide nicotinique, la pyridoxine, leurs concentrations sont fréquemment de l'ordre de 1mg/l (TEOULE, 1999).

4.4.3.3 Les régulateurs de croissances

Les régulateurs naturels de croissances des végétaux, appelés souvent hormones de croissance, se répartissent actuellement en cinq groupes : auxines, cytokinines gibbérellines, acides abscissiques, éthylènes selon MARGARA, (1984) Les facteurs de croissance suivants les auxines (AIA, AIB, AIP) et les cytokinines (la kinétine et la benzylamenopurine) sont des régulateurs de croissance indispensables au bon démarrage et à l'entretien de ces cultures de tissus végétaux in vitro. D'ailleurs, les prédictions de Gottlieb Haberlandt sur la potentialité des cellules végétales n'ont pu recevoir une confirmation qu'a partir de 1939, après la découverte des facteurs de croissance et notamment des auxines (TOURTE et al., 2005) ces dernières participent à la croissances en augmentant le nombre de cellules et provoquent l'élongation cellulaire. Les cytokinines y sont impliquées en augmentant le nombre de cellules ; ceci fait en fonction de l'équilibre auxines /cytokinines qui détermine l'organogenèse.

4.4.4 Les besoins en matériaux

La nutrition fait appel à des processus d'absorption de gaz et de solutions minérales soit directement dans la solution nutritive par les racines, ou dans l'air par les feuilles. Les matériaux indispensables à la vie d'une plante se subdivise en deux catégories : les matériaux organique et minéraux.

4.4.5 Les matériaux organiques

Généralement sont constitué de : carbone (C), hydrogène (H) et oxygène (O).

Le carbone : est l'atome de la chimie du vivant. Chez les végétaux chlorophylliens, il est apporté par le dioxyde de carbone atmosphérique (CO₂).

Hydrogène : l'hydrogène est extrait à partir des molécules d'eau (H₂O) par oxydoréduction.

Oxygène : troisième constituant de la matière organique, est apporté par le gaz carbonique et le dioxygène (O₂) provenant de l'air intervient dans la respiration cellulaire.

4.4.6 Les matériaux minéraux

Sur le plan nutritionnel, la culture hors sol est totalement dépendante de l'apport de la solution nutritive pour assurer la croissance des plantes, les éléments minéraux indispensables sont répartis en deux groupes : macro-éléments et micro-éléments ou oligo-éléments. Cette distinction concerne l'abondance relative de ces éléments dans les végétaux.

4.5 Définition de substrat de culture

D'après Morel (2000), le terme substrat désigne tout matériau naturel ou artificiel qui, placé en conteneur pur ou en mélange, permet l'ancrage du système racinaire et joue vis à vis de la plante le rôle de support. Il doit présenter des caractéristiques compatibles avec l'activité métabolique des racines, il intervient à des degrés divers dans l'alimentation hydrique ou minérale de la plante. Dans le système hydroponique le rôle de substrat se limite tout simplement à l'encrage et le maintien de la plante.

4.5.1 Principaux substrats utilisés en culture hors-sol

Tout système de culture hors sol est caractérisé par trois composantes : le conteneur, le réseau de distribution de la solution nutritive, le substrat (Winterborne, 2005).

Le terme substrat en agriculture s'applique à tout matériaux naturel ou artificiel qui, placé en conteneur, pur ou en mélange, permet l'ancrage du système acinaire et joue ainsi vis-à-vis de la plante, le rôle du support. (Morel. al,2000).

Le choix du substrat. Il doit constituer un milieu favorable aux exigences de l'espèce mais défavorable au développement des agents pathogènes qui lui sont spécifiques.

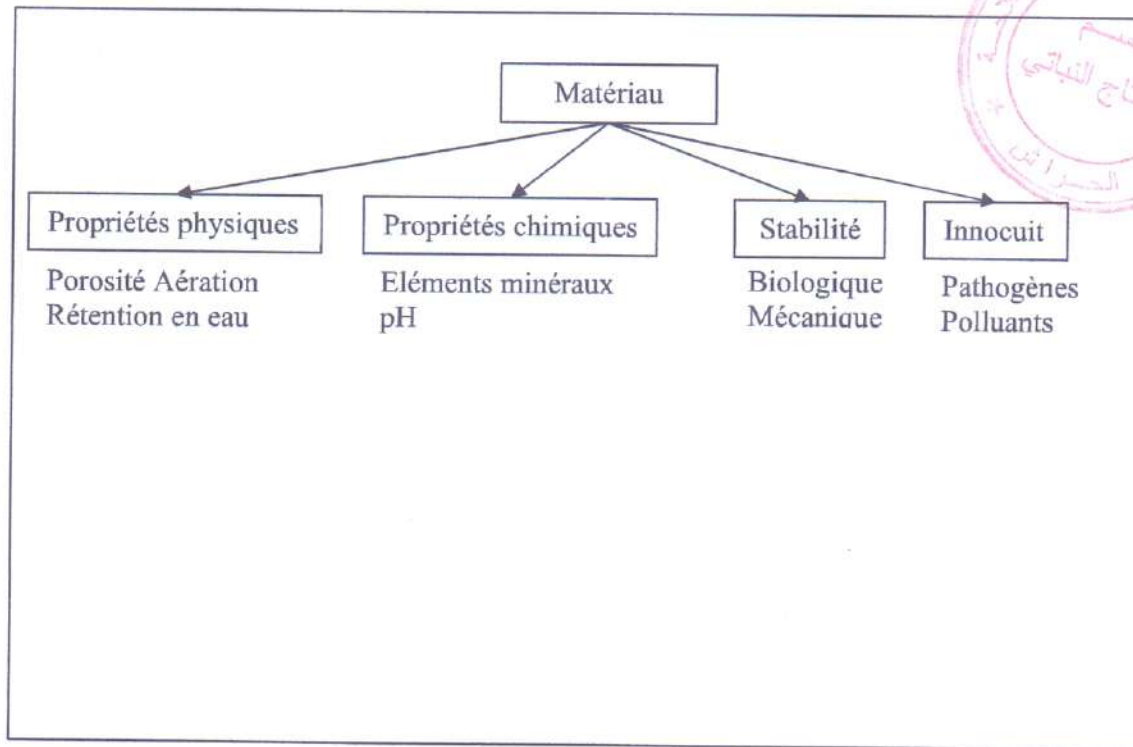


Figure 9: Critères de choix d'un substrat de culture.

La figure 10 montre, les principaux substrats utilisés en culture hors-sol.



Figure 10: Principaux substrats utilisés en culture hors-sol.

4.5.1.1 Les substrats minéraux

De nombreux matériaux inorganiques entrent dans la composition des supports de culture. L'usage le plus habituel est l'ajout de ces matériaux à des substrats afin de modifier certaines de leurs caractéristiques physico-chimiques. La comparaison sommaire des caractéristiques physiques et chimiques des substrats minéraux et organiques est indiquée dans le tableau ci-dessous,

Tableau 16: Propriétés physiques et chimiques générales des substrats minéraux et organiques.

	Type de substrat	
	Minéral	Organique
Propriétés physiques		
Porosité	Faible à élevée	Elevée
Eau à pF1	Variable	Variable
Air à pF1	Variable	Variable
Disponibilité en eau	Faible à moyenne	Moyenne à forte
Masse volumique	Faible à élevée	Faible à moyenne
Propriétés chimiques		
pH	Neutre à basique	Acide
Conductivité électrique	Faible	Faible à élevée
Salinité	Faible	Faible à élevée
CEC	Faible	Faible à élevée
C/N	/	Variable
Libération des éléments minéraux	Nulle à faible	Faible à forte
Evolution des propriétés	Faible	Lente à rapide
Recyclage après culture	Parfois difficile	Plus facile

Source : Lemaire et al., 1990.

Dans ce travail on présentera seulement les matériaux les plus utilisés avec leurs grandes caractéristiques et leurs intérêts majeurs :



4.5.1.1.1 Argile expansée

Origine : minérale

Utilisation : Ce matériau ressemble à de petites boules brunes que l'on utilise pour recouvrir les pots de fleur, les granulés sont obtenus par un traitement de forte chaleur de l'argile. L'argile expansée possède un bon pouvoir isolant, ce qui est nécessaire pour protéger les racines des changements de température.

Il est composé de silice, d'alumine, d'oxydes de fer, et de soufre. Sa capacité de rétention en eau est de 15% en masse. Il est utilisé pour la culture en container, sur des systèmes de tables à marées, ou à une plus petite échelle dans des systèmes hydroponiques à flux continu. Contrairement à la laine de roche, les billes d'argile sont un substrat durable, sain, biologique et écologique.

4.5.1.1.2 Laine de roche

Composition/origine : substrat inorganique artificiel.

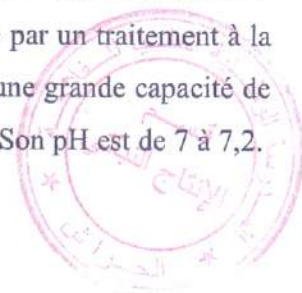
La laine de roche est fabriquée à partir de roche volcanique liquéfiée et extrudée. La laine de roche est issue du basalte, une roche volcanique noire présente dans de nombreuses régions du monde. Le procédé de fabrication de la laine de roche s'apparente à l'activité naturelle d'un volcan. La roche volcanique entre en fusion dans un four chauffé à 1500 °C. La roche en fusion est ensuite changée en fibres par l'action de roues tournant à grande vitesse.

Utilisation / description : La laine de roche sert de substrat dans certaines formes de cultures hydroponiques. Elle est composée de silice, d'alumine, d'oxyde de titane, de chaux, de magnésie, d'oxyde de manganèse, de potasse, d'oxyde de fer, et d'oxyde de sodium. La laine de roche n'est pas chimiquement inerte, elle peut libérer du calcium et augmenter le pH, des mesures correctives sont généralement à prévoir, comme une préparation initiale ou l'emploi de substances acidifiantes.

4.5.1.1.3 Vermiculite

Composition / origine : minéral (silicate)

Utilisation / description : Ce matériau connu sous le nom commercial Vermex, Zonolite a l'aspect de granulés. C'est un silicate d'alumine (mica) qui est expansé par un traitement à la chaleur. Il est composé de magnésie et d'alumine. Il est très léger et a une grande capacité de rétention d'eau (environ 350 l au m³), tout en assurant un bon drainage. Son pH est de 7 à 7,2.



Il est souvent utilisé dans des bacs ou des pots, pour la réalisation de semis, ou lors de l'enracinement des boutures.

Elle est également utilisée comme milieu de culture neutre en expérimentation scientifique.

4.5.1.2 Les substrats organiques

4.5.1.2.1 Polystyrène

Origine : Matériau organique synthétique

Utilisation : Le polystyrène expansé sert à alléger les substrats. Ce matériau neutre présente une capacité de rétention nulle, sa surface hydrophobe ne retient pas le liquide. Le polystyrène s'emploie donc le plus souvent en combinaison avec d'autres matériaux. Utilisé seul sous forme de billes expansées, il est également très efficace pour le paillage dans les serres froides. Lavable (réutilisable), neutre donc adapté aux espèces non acidophiles, il constitue un matériau de paillage appréciable dans la culture du hydroponique, étant exempt de tout parasite.

4.5.1.2.2 Terreau

Composition /origine : Organique

Utilisation / description : Le terreau est un support de culture naturel formé de terre végétale enrichie de produits de décomposition (fumier et débris de végétaux décomposés).

Le terreau doit avoir une porosité en air et en eau permettant à la fois l'ancrage des organes absorbants des plantes et leur contact avec les solutions nécessaires à leur croissance, il est souvent associé à la pouzzolane afin d'augmenter la capacité de rétention d'eau. Le terreau est utilisé en cultures hors-sol notamment pour les semis.

4.5.1.2.3 La tourbe

L'appellation générale « tourbe » regroupe un grand nombre de matériaux qui renferment au minimum 75% de matière organique (sur base poids sec) (Morel. al, 2000). Les tourbes sont des sols organiques hydromorphes, se développant dans des milieux saturés en eau en permanence. La végétation qui y pousse est constituée, selon le type de tourbière, de mousses (genre Sphagnum, Hypnum...), de cypéracées (genre Carex), de graminées, d'arbustes, d'arbres. En raison de la forte anaérobic régnant dans ces milieux, l'activité biologique, et donc la décomposition des végétaux, est très faible, de sorte que les apports annuels sont plus importants que les pertes par minéralisation. Ainsi, la tourbe s'accumule sur des épaisseurs parfois importantes : plusieurs mètres. Cependant, la formation de cette tourbe est très lente à raison de

0,2 à 0,16 mm/an quand les conditions sont favorable, ce qui explique que l'on parle de ressource non renouvelable à l'échelle humain

Il y a plusieurs critères de classification des tourbe qui sont fonction de :

Leur composition botanique : tourbes à sphaignes (sphaignes et bryophyte), tourbe herbacées (graminées, joncs, phragmites...), tourbe ligneuses (dès qu'un tiers de la tourbe est constitué de fragment de bois

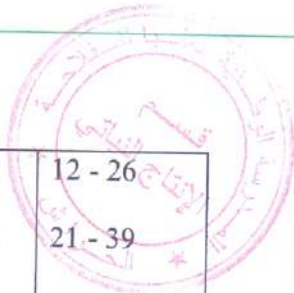
Pour conclure, on peut dire que du fait de ses propriétés très particulières et plus précisément :

- de sa biodégradabilité résiduelle pratiquement nulle,
- de sa capacité de rétention en eau élevée (jusqu'à 20 fois son poids) et de sa forte porosité,
- de sa réactivité naturellement acide, mais facile à contrôler par addition de carbonate de calcium et de magnésium, la tourbe est du point de vue cultural, un bon substrat difficile à remplacer dans certains cas comme pour la culture hors sol. (Morel. al, 2000).

La composition biochimique moyenne des tourbes en fonction de leur composition botanique initiale et de leur degré d'évolution est représentée dans le tableau 17.

Tableau 17: Composition biochimique moyenne des tourbes en fonction de leur composition botanique initiale et de leur degré d'évolution. Les valeurs sont rapportées à la teneur en carbone organique totale.

Type botanique	Type de décomposition	Cellulose (%)	Hemi-cellulose (%)	Humine (%)	Substances humiques (%)
Bryophytique		9 - 36	30 - 58	23 - 43	10 - 17
Sphaignes	Peu décomposées	21	31		
	Décomposées	16	25		
Hypnum	Décomposées	25	19		
	Peu décomposées	4	11		
Herbacé et bryophytique	Décomposées	8 - 18	30 - 52	28 - 56	10 - 41
Herbacé		8 - 12	22 - 33	31-58	12 - 34
Carex		28	18		
		12	21		



Herbacé et ligneux	Frais	6 - 10	25 - 33	39 - 56	12 - 26
	Evolué	7 - 11	26 - 29	27 - 50	21 - 39
Tourbe ligneuse	Décomposées				

Le tableau 18 représente la classification des tourbes en fonction de leur couleur et de leur origine.

Tableau 18 : Classification des tourbes en fonction de leur couleur et de leur origine.

Couleur	Végétaux originels	pH
Blonde	Sphaignes	3.8 - 4.5
Brune	Sphaignes + Eriophorum	4.5 - 5,5
Noire	Carex	5.5 - 6.5
Noire	Roseaux phragmites	7.0 - 7.5

Source : Moinereau et al., 1985 in Morel 2000.

4.5.2 Les systèmes de culture hors sol

4.5.2.1 Le ruissellement nutritif ou (NFT)

Le principe du système NFT (Nutrient Film Technique ou Technique du Film Nutritif) est d'avoir un flux constant (pellicule d'eau 2 à 4mm) de la solution nutritive, ce courant nutritif permet une bonne oxygénation et un apport optimum de nourriture aux plantes, C'est l'Anglais Cooper qui en 1979, développa cette technique de culture.



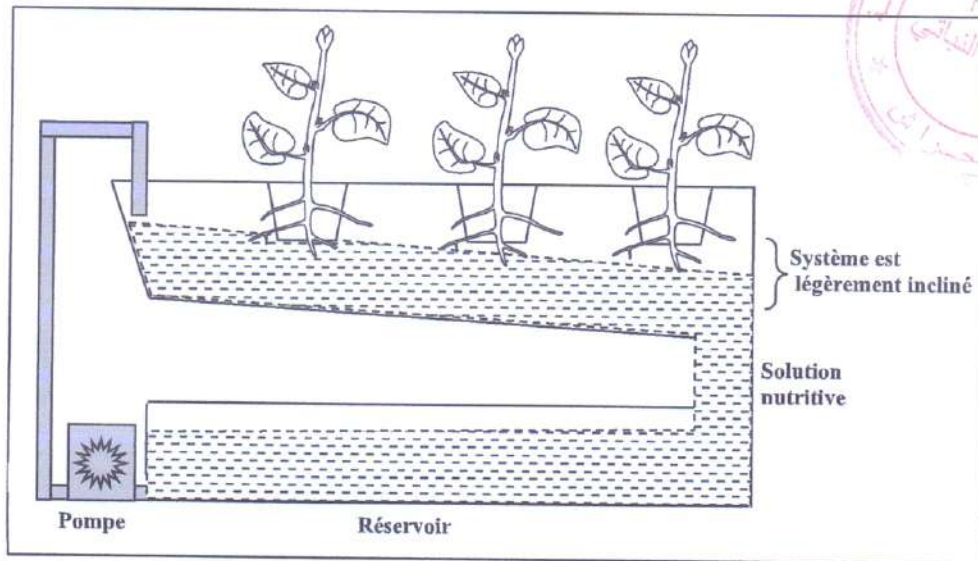


Figure 11: Schéma d'un système hydroponique NFT.

La solution hydroponique est distribuée dans des petits canaux au moyen d'une pompe qui se trouve dans le réservoir. Elle se charge en oxygène continuellement en passant à la surface du film liquide. C'est le ruissellement qui permet d'arroser les racines de la plante.

Le système est légèrement incliné, de ce fait le liquide rejoint le réservoir après avoir irrigué les racines.

C'est un système hydroponique qui fonctionne en circuit fermé. L'évaporation est donc limitée, on économise donc beaucoup d'eau. La solution est absorbée par les plantes, il faut donc réajuster en permanence le volume et la concentration en nutriments.

4.5.2.2 Système Aéroponie

L'aéroponie représente l'une des plus récentes évolutions des techniques de cultures hors-sol en effet, les racines des plantes ne sont en contact ni avec un milieu solide, ni même avec un milieu liquide : elles sont alimentées par une brume nutritive obtenu par brumisation (via un brumisateur) de la solution nutritive dans milieu fermé.

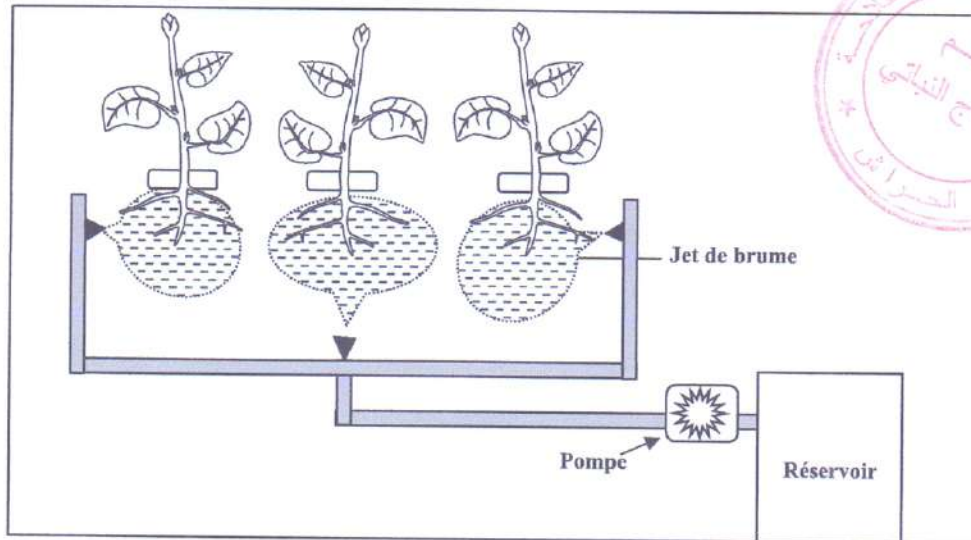


Figure 12 : Schéma d'un système Aéroponique.

En aéroponie, les fonctions de support et d'approvisionnement en eau et en éléments nutritifs, habituellement remplies par le terrain, sont assurées par des "supports de plantes", généralement en matière plastique, et par des vaporisations permanentes (brouillard) de solutions nutritives à base de sels minéraux tournant en circuit fermé au moyen d'une pompe. On a donc à la fois 95% de disponibilité en eau et 98% de disponibilité en air, Le milieu de culture est saturé d'un brouillard nutritif qui ruisselle en continue sur les racines. Les minéraux sont donc très facilement absorbés. La pulvérisation, qui peut être continue, est en général discontinue, par cycles de 15 à 20 minutes, avec des arrêts de quelques minutes pendant la journée, et de quelques heures durant la nuit.

4.5.2.3 Système « flux-reflux » ou table à marées (Ebb & Flow)

Technique qui consiste à faire pousser des plantes dans des pots placés sur une table de culture. Différents substrats sont possible pour cette méthode la tourbe, les billes d'argile ou la laine de roche.

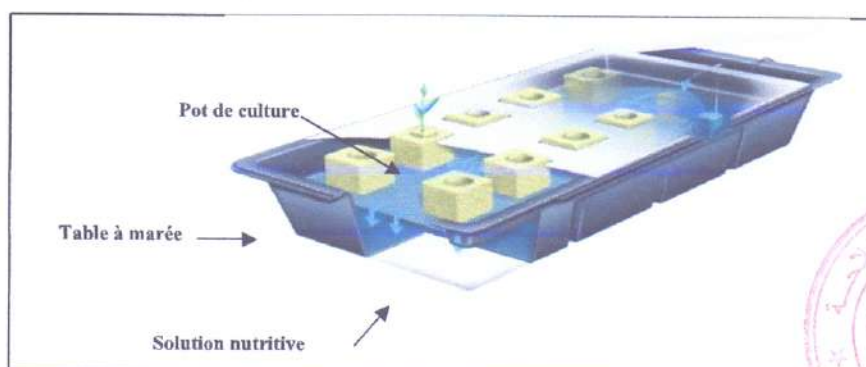


Figure 13 : Présentation d'un système table à marées.

Les plantes sont alimentées en solution nutritive par la partie basse par cycle assez court. La solution hydroponique y reste un certain temps en fonction du substrat utilisé, ensuite la pompe se coupe et la gravité renvoie l'eau dans la réserve. La solution nutritive est envoyée avec une pompe placée dans un réservoir. Le drainage doit être efficace afin d'éviter que l'eau stagne et pourrisse les racines. Les racines sont donc arrosées, puis asséchées ce qui fournit une oxygénation maximale.

4.5.2.4 Système à percolation « goutte à goutte » :(Drip Systems)

Ce système de culture est un système sur substrat qui nécessite des goutteurs ou capillaires, ainsi qu'un tuyau de distribution et une pompe. La solution hydroponique nutritive est distribuée aux plantes par irrigation discontinue sur la surface supérieure et ruisselle par gravité vers le bas, on utilise au moins un goutteur par plante. Les pots et les enveloppes sont percés dans le fond pour permettre à l'eau de s'écouler.

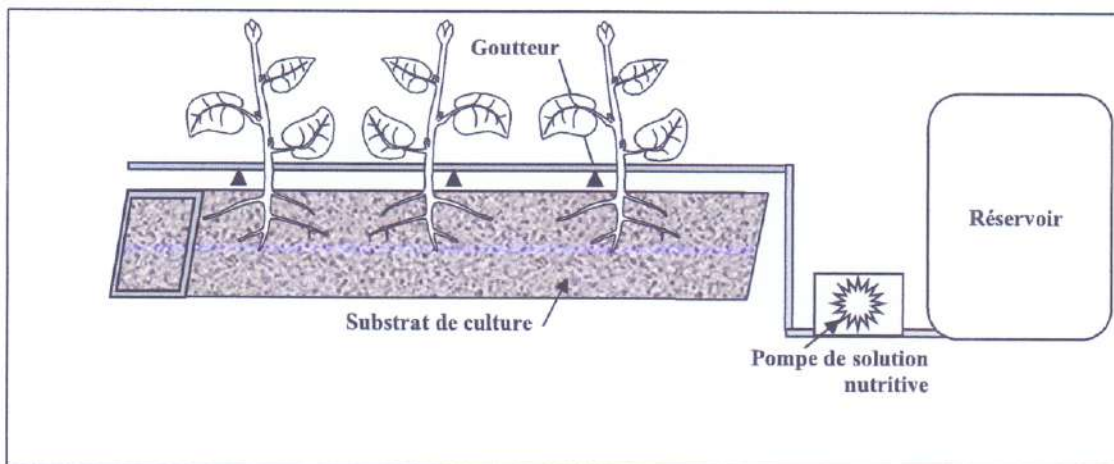


Figure 14 : Schéma d'un système de goutte à goutte.

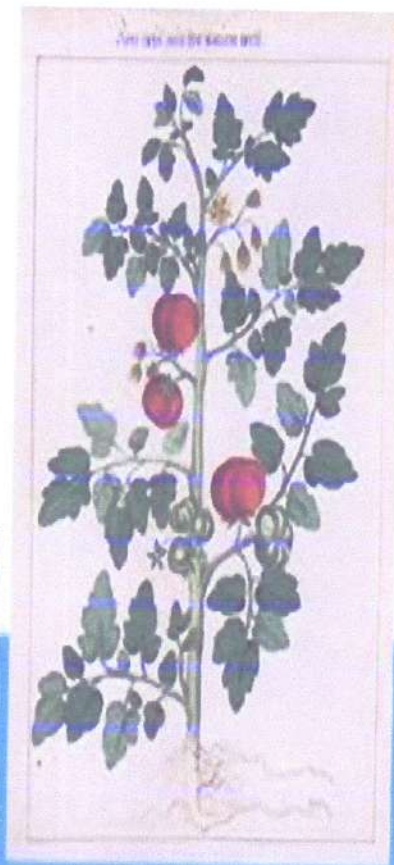
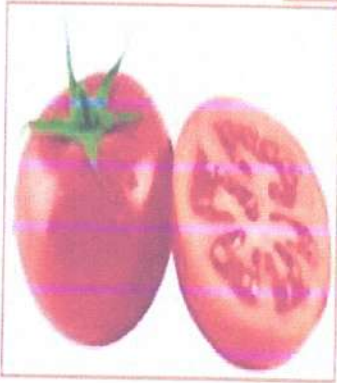
En général ce système ne recycle pas la solution qui n'est pas réutilisée, il est l'un des plus répandus actuellement.

Cette technique n'est pas très écologique, étant donné la possible contamination des sols par les déchets de solutions nutritives, et n'est pas très économique vu la grande quantité d'eau utilisée pour faire la culture.

CHAPITRE III : La Tomate (*Solanum lycopersicum* esculentum L.)



La Tomate (*Lycopersicum* esculentum)



CHAPITRE III : La Tomate (*Solanum lycopersicum esculentum* L.)

Introduction

La tomate (*Solanum lycopersicum esculentum* L.) est une plante annuelle de la famille des Solanacées, originaire d'Amérique du sud. C'est l'un des légumes les plus importants dans l'alimentation humaine et qui se consomme soit à l'état frais ou transformé.

La tomate est cultivée, sur presque toutes les latitudes, sur une superficie d'environ 4 millions d'hectares, ce qui représente près du tiers des surfaces mondiales consacrées aux légumes [1]

En Algérie, la tomate est le deuxième produit de base maraîcher après la pomme de terre. C'est un fruit très apprécié vu sa souplesse d'usages et ses multi facettes de préparation.

La production nationale de la tomate destinée à la transformation a connu un développement remarquable. Ainsi de 1991 à 1995 cette production est passée de 240 000 T à plus de 550 000 T. Pour la même période, la production de DCT est passé de 39 000 T à 84 000 T soit une offre de 3,5 Kg/an/habitant [2].

Durant ces dernières années, la filière de la tomate industrielle a connu un déficit dans la couverture des besoins nationaux, bien qu'elle dispose d'atouts importants qui lui permettent même de concurrencer le marché international.

Ce déficit est dû aux différentes contraintes d'ordre organisationnel, technique et économique à savoir :

- Utilisation de méthodes traditionnelles, par conséquent l'outil de production est sous exploité et le rendement reste faible.
- Manque de subvention pour cette filière.
- Absence de négociations entre agriculteurs et transformateurs qui engagent l'avenir des deux parties autour d'un même enjeu.

Pour un bon rendement qualitatif et quantitatif, la tomate comme toute culture légumière exige un apport optimum en éléments fertilisants ; notamment en potassium qui joue un rôle essentiel dans le développement et la croissance des plantes ainsi que dans les différentes fonctions métaboliques. En outre, le potassium est un élément qui permet à la plante de mieux utiliser l'eau disponible en favorisant son absorption et en diminuant les pertes par transpiration



1 Généralités sur la tomate

1.1 Historique de la tomate

La tomate longtemps cultivée dans un but ornementale, elle représente de nos jours un des légumes fruits le plus populaire et le plus recherché.

Cette espèce que l'on appelait (Pomme de Pérou) est originaire des pays de l'Amérique centrale et de l'Amérique du sud (Mexique, Pérou, Bolivie), se sont ces pays qui ont commencé à cultiver la tomate, il y a plus de 1500 ans.

Les conquistadores Espagnols découvrirent alors des fruits amers de la grosseur d'une cerise et la rapportèrent en Europe.

En 1544, elle était connue en Europe grâce aux écrits d'un certain Matthioles qui lui trouvait des points communs avec la Mandragore.

Les Italiens l'adoptèrent aussitôt et la nommèrent pomo d'oro, c'est à dire pomme d'or, en raison de sa couleur jaune. D'ailleurs, tomate se dit encore aujourd'hui pomodoro en Italien.

Ils la consommèrent dès 1550 alors que les autres pays européens la cultivait comme plante ornementale et la considérait encore comme vénéneuse à cause de sa famille (Les solanacées comme le tabac).

Au XVIII siècle, à la fin de ce siècle apparaissent en Italie les premières usines de fabrication de sauce tomate.

Les italiens mirent 200 ans avant de l'utiliser dans leurs recettes et 300 ans pour obtenir des plants portant des grosses tomates et ce n'est finalement qu'au début du XX siècle qu'elle s'est finalement répandue. [3]

Ce n'est qu'à partir de 1778 qu'elle fut considérée comme légume – fruit. Son apparition en Afrique du nord remonte au 18eme siècle, au Maroc d'abord puis en Algérie et enfin en Tunisie [4].

1.2 Taxonomie et origine

La tomate (*Lycopersicum esculentum*), est originaire d'Amérique centrale, le nom scientifique *Lycopersicum* signifie littéralement pêche du loup et fait référence au caractère toxique attribué initialement à ce fruit [4].

Il existe plusieurs variétés sauvages à fruits qui ne sont pas plus gros que la taille d'une cerise.



1.3 Classification

Selon Gallais et Bannerot (1992) [5], la tomate est une plante herbacée qui fait partie de la famille des solanacées, c'est une espèce allogame, diploïde $2n = 24$ chromosomes. Elle appartient au :

- Règne : Végétale
- Embranchement : Spermaphytes
- Sous embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotylédones
- Sous classe : Gamopétales
- Ordre : Polmoniales
- Famille : Solanacées
- Genre : Lycopersicum
- Espèce : Lycopersicum esculentum

1.4 Description botanique

- **Les racines**

Le système racinaire est en majorité présent sur les 30 à 40 premiers centimètres du sol, toutefois certaines racines peuvent se développer sur 1 m de profondeur [6].

- **La tige**

Elle est poilue, épaisse entre les nœuds, on trouve deux sortes de poils sur la tige et les feuilles, les poils simples et les poils glanduleux qui contiennent une huile essentielle et qui donne l'odeur de la tomate et la coloration verte [3].

- **Les feuilles**

Elles sont alternées, simples entières ou dentées, composées de 5 à 7 folioles. Les folioles sont insérées sur le pétiole de la feuille par l'intermédiaire de petites ramifications, les feuilles sont vertes et poilues [7].

- **La fleur**

Les fleurs sont hermaphrodites hypogynes et réguliers. Le calice comporte 6 sépales, la corolle 6 pétales jaunes, les étamines au nombre de 6 réunies [8]. Selon Derradji et Rahman, (1998), in Mostafaoui, (2001), on distingue trois types d'inflorescences : simples, doubles et complexes.

- **Les fruits**

Capsules baie charnu à 2 ou 3 loges pyxide, et généralement de forme sphérique plus ou moins aplatie, mais il en existe en forme de cœur [9].

Deux pigments principaux donnent au fruit sa couleur. Le carotène donne la couleur jaune et le lycopène donne la rouge [3].(Figure 15).

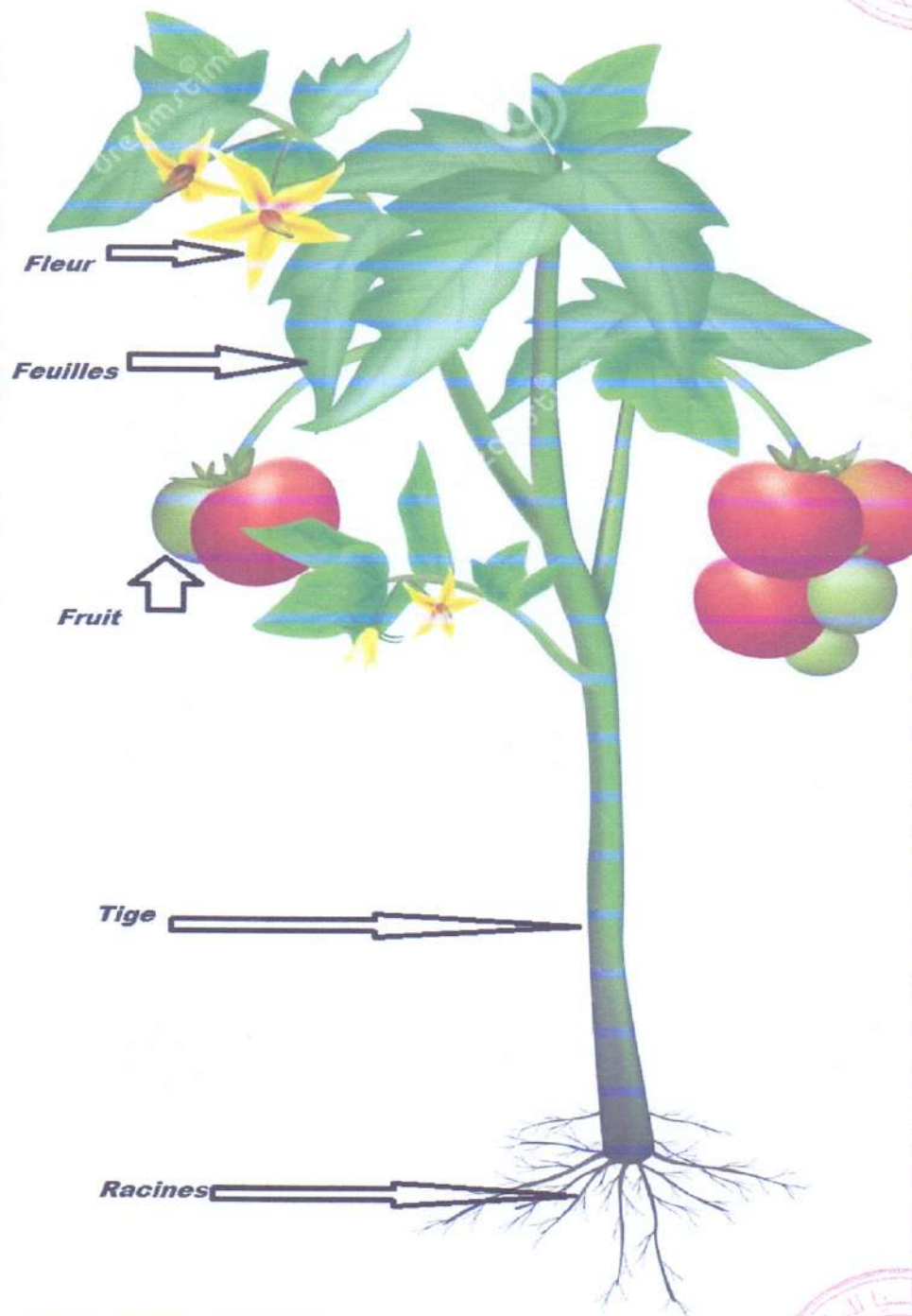


Figure 15: Shéma d'un plant de tomate (*Lycopersicum esculentum*.)

1.5 Cycle de reproduction et physiologie

Le cycle biologique de la tomate varie selon les variétés, l'époque et les conditions de la culture. Son cycle dure de 4 à 6 mois.

Selon Rey et Gostes (1965), le cycle biologique de la tomate comprend 4 phases :

1.5.1 Germination

C'est le passage de la graine de la vie ralentie à la vie active. Cette phase se traduit par la sortie des racines séminales et de coléoptile qui se développe en pré feuilles simples.

1.5.2 Croissance de la plante

Elle commence par l'apparition des premières feuilles. Cette phase se déroule en deux étapes :

- En pépinière : elle dure de la levée jusqu'au stade de feuilles photosynthétiques et des racines fonctionnelles.
- En plein champ : on a l'augmentation du nombre de feuilles et grossissement de la tige.

1.5.3 Floraison

C'est l'apparition des ébauches florales par transformation du méristème apical de l'état végétatif à l'état reproducteur et l'épanouissement des fleurs.

1.5.4 Nouaison et fructification

La nouaison se définit comme étant le développement de l'ovaire après fécondation d'où la fructification et le développement des fruits.

2 La conduite de la culture de tomate

2.1 Variétés les plus cultivées en Algérie

Il existe deux types de variétés :

- Les variétés fixées : dont les caractéristiques génotypiques se transmettent pour les générations descendantes.
- Les variétés hybrides F1 : du fait de l'effet hétérosis, elles présentent la faculté de réunir plusieurs caractères.

Actuellement la tomate industrielle la plus cultivée est généralement des variétés hybrides qui ont pour noms :

< TALENT

< ALBATROS

< ISMA

< GUELMA

< NUN 6108

< AL ARABIA 6909

< FAHLA

< GADES



2.2 Exigences

2.2.1 Exigences climatiques

Selon Chauv et Foury (1994) [7], quatre facteurs essentiels interviennent, de façon variable, aux différents stades de développement de la tomate à savoir :

- Température
- Lumière
- Humidité de l'air
- Gelée et Vent

2.2.1.1 La température

La tomate est sensible au froid, exigeante en température et redoute les gelées et les vents chauds.

Selon Doorendos (1980) [10], la tomate se développe rapidement, son cycle végétatif est de 90 à 150 jours.

Pour croître, elle demande une température journalière moyenne optimale de 18° C à 25° C, avec une température nocturne comprise entre 15° C et 17° C. Au-dessous de 15° C, la formation des organes floraux et la floraison s'arrêtent. A une température au-dessous de 10° C, c'est la végétation qui s'arrête, tandis qu'à une température de 1° C, les plantes périssent.

L'augmentation de la température permet d'accélérer le développement du fruit et de hâter la maturité, mais agit sur la diminution du calibre [11].

Le tableau 18 représente les exigences de la tomate en température de l'air selon les différents stades de développement.



Tableau 18 : Les exigences de la tomate en température de l'air selon les différents stades de développement.

Stade de développement	Température de l'air
Germination	18 à 20°C
Croissance	18 à 20°C le jour 15°C la nuit
Floraison	22 à 25°C le jour Et 25°C la nuit
Fructification	28°C le jour 25°C la nuit

Source : Anonyme, 1995 [13].

2.2.1.2 La lumière

Le développement et la production de la tomate dépendent largement du rayonnement solaire reçu par la plante. La teneur en matière sèche et en sucres des fruits est d'autant plus élevée quand les plantes ont reçu un ensoleillement plus important, alors que l'acidité semble peu affectée [11].

La tomate nécessite une lumière de 10 à 12 000 lux lors de l'élevage des plantes et du développement végétatif, et de 50 000 lux lors de développement des fruits [12].

Le tableau 19 renferme les exigences en lumière durant le cycle de développement de la tomate.

Tableau 19 : Les exigences en lumière durant le cycle de développement de la tomate.

Les stades de développement	Exigences en luminosité
Pépinière	10 à 12 000 lux
Plante en culture	10 à 12 000 lux
Floraison	Grande luminosité dès la formation du pollen
Développement des fruits	18 heures d'éclairement 50 000 lux

Source : Anonyme, 1995 [13].

2.2.1.3 L'humidité de l'air

Selon ses stades de développement, la tomate exige une humidité atmosphérique de l'ordre de 76 à 80 % lors de l'élevage des plants, 70 à 80 % lors de son développement végétatif, 65 à 80 % lors de la floraison et de 60 à 70 % pendant la fructification [12].

Une forte humidité provoque l'apparition des maladies cryptogamiques, et cause le gonflement des étamines, dans ce cas, le pollen ne peut pas être libéré facilement pour effectuer la pollinisation.

Une faible hygrométrie, associée à une forte insolation, peut provoquer l'apparition de nécroses apicales [11]

2.2.1.4 Gelée et vent

La tomate est une plante qui craint les gelées. Ces derniers même faibles détruisent la plante [14]

Selon Laumonier (1979) [15] les vents provoquent des chutes de fleurs importante

2.2.2 Exigences hydriques

L'eau est un facteur important du rendement et de qualité, notamment du calibre. Les besoins sont surtout importants à partir de la floraison du 2ème bouquet [7].

Le stress hydrique à n'importe quel stade de croissance réduira le rendement et la qualité du fruit. La tomate est particulièrement sensible au déficit hydrique pendant la floraison, quelque peu sensible juste après la transplantation et pendant le développement du fruit, et faiblement sensible pendant la croissance végétative.

La tomate se développe bien dans les sols humides mais non tempérés, et l'irrigation par goutte à goutte est la plus efficace. Le flétrissement des feuilles vers la fin du matin indique que la tomate devrait être irriguée [16].

2.2.3 Exigences édaphiques

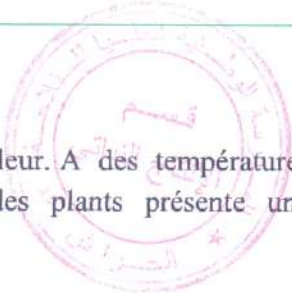
2.2.3.1 Le sol

La tomate s'adapte à des sols très divers avec de meilleurs résultats sur des sols profonds, frais, bien drainés, et pas trop compacts. Ils doivent surtout contenir une grande quantité d'éléments nutritifs et organiques.

Les sols lourds, à la surface desquels se forme facilement une croûte due à la transformation des éléments colloïdaux, favorisent la rétention d'eau qui cause l'asphyxie des plantes [17].

2.2.3.2 La température du sol

La température du sol est le premier facteur qui exerce une influence sur la germination, elle varie entre 16°C à 20°C [18].



D'après Kovel (1976) [19], la tomate est très exigeante en chaleur. A des températures au-dessous de 12°C, la végétation est faible, l'inflorescence des plants présente une structure anormale avec peu de fleurs.

2.2.3.3 PH du sol

Selon Rey et Costes (1965), le pH convenable pour toutes les périodes de croissance de la tomate est de 5,5 à 6,5. Selon [14], les rendements en tomate sont presque identiques sur une gamme de pH allant de 4,5 à 8,2.

2.2.3.4 Salinité du sol

La tomate est peu sensible à la salinité d'où sa grande extension dans les pays de bassin méditerranéen. Elle supporte jusqu'à 14 gr de sel/l dans la solution du sol [12]

La période pendant laquelle la tomate est la plus sensible à la salinité et celle de la germination et au début du développement de la plante ; il faut donc lessiver fréquemment les sels avec une pré-irrigation ou des arrosages au début de culture [10].

2.2.4 Exigences en éléments fertilisants

La tomate est parmi les espèces les plus exigeantes en éléments fertilisants ; Cedra (1977), estime que les exportations de la tomate en plein champ sont :

- Azote : 100 à 150 kg/ha
- Acide phosphorique : 30 à 40 kg/ha
- Potassium : 150 à 200 kg/ha

L'assimilation de ces éléments fertilisants varie en fonction du stade de développement.

Matière organique

Un sol riche en matière organique présente de nombreux avantages :

Une bonne stabilité structurale

Une augmentation de la rétention d'eau

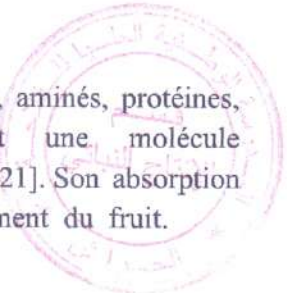
Une bonne réserve en azote (libération lente).

Selon Quemener (1986) [20], l'apport de la matière organique a pour effet de diminuer la fixation du potassium sur l'argile.

Les macros éléments

- **Azote**

L'azote entre dans la composition des acides nucléiques, aminés, protéines, chlorophylle, substances de croissance, alcaloïdes..., c'est une molécule indispensable à la croissance et au développement des plants [21]. Son absorption est très élevée au stade développement, nouaison et grossissement du fruit.



- **Potassium**

Le potassium est un élément très exigé par la tomate, il est le maître cation de la plante, cet élément présente une mobilité fonctionnelle considérable lui permettant de jouer un rôle d'activateur général du métabolisme [22]. Son absorption est très élevée au stade développement, nouaison et grossissement du fruit.

- **Phosphore**

Selon Mathieu et Pieltain (2003) [23], le phosphore est un élément important dans la synthèse et le métabolisme des glucides. Il se concentre dans les organes reproducteurs ; il est aussi un constituant du noyau cellulaire ; il intervient dans la croissance, floraison, fécondation et maturité des fruits.

La tomate est très exigeante en éléments minéraux ; le tableau 20, nous montre les besoins totaux de la plante durant son cycle végétative et les apports d'engrais nécessaire.

Tableau 20 : Les exigences en éléments minéraux de la tomate.

Eléments minéraux (u/ha)	N	P2O5	K2O	MgO	Ca
Besoins de la plante	300	90	500	45	250
Apports totaux d'engrais nécessaires	80 à 120 (1)	50	0 à 300 (1)	0 à 60 (1)	0 (2) (3)

(1) Selon la zone climatique et la nature du sol.

(2) Sauf en cas d'une subcarence au moment du grossissement des fruits.

(3) Le sol est acide, prévoyez un chaulage dans la mesure où l'eau d'irrigation n'est pas calcaire.

Source : Giovinazzo, 2004. [24]

2.3 Zones de production

La région qui polarise la culture de la tomate industrielle est le Nord Est du pays avec les quatre wilayas : Annaba, El Taraf, Skikda et Guelma, qui réalisent une superficie moyenne annuelle de 24 000 ha, représentant 90 % de la superficie totale nationale consacrée à cette production.

Le reste des superficies est répartie entre les régions du centre 7 % et de l'ouest 3 %.

Sur les 29 unités de transformation qui existe à l'échelle nationale, 17 unités se trouvent à l'Est du pays en 2004 [25].

Quelques indicateurs des superficies des 4 wilayas de la région Nord Est du pays durant l'année 2004 sont résumés dans le tableau 21.

Tableau 21 : Indicateurs des superficies de tomate industrielle dans la région Nord Est du pays durant l'année 2004.

SUPERFICIES WILAYAS	SUPERFICIE AGRICOLE UTILE (HA)	SUPERFICIE TOMATE INDUSTRIELLE (2004)	% SUPERFICIE TOMATE INDUST. PAR RAPPORT A LA S.A.U.
Annaba	48 177	7 000	14,5
Skikda	129 806	7 209	5,5
El Taraf	72 266	7 460	10,3
Guelma	180 000	2 350	1,3

Source: (Anonyme, 2005 in Berri bib, 2005) [26].

A travers ce tableau nous remarquons que la plus grande superficie cultivée en tomate industrielle est au niveau de la wilaya d'El Taraf avec 7 460 ha, suivi par la wilaya de Skikda avec 7 209 ha.

Concernant le pourcentage des superficies cultivées en tomate industrielle par rapport à la superficie agricole utile, Annaba occupe la première place avec 14,5 %, parce que sa superficie agricole utile est la plus faible parmi les autres wilayas. (Figure 16).



Figure 16 : Les zones de production de la tomate industrielle en Algérie.

2.4 Calendrier de la production de la tomate industrielle en plein champ

La période de production de la tomate industrielle s'étale du mois de juin au mois de septembre. Du 5 au 25 août, l'afflux de production à maturité déjà élevée provoque des

délais d'attente avant transformation allant de 2 à 4 jours, cela induit l'altération de la tomate fraîche.

Pour résoudre le problème de pression au niveau des unités de transformation ; Chelha (2001) [27] a proposé de cultiver des variétés précoces et tardives afin d'échelonner la production. Cette situation est illustrée par la figure ci-dessous.

Selon Boudjerina (1994), [28] la date précoce (Mars) montre des améliorations du rendement et de la qualité du fruit.

2.5 Place de la tomate dans la rotation

La rotation est la répartition des surfaces consacrées aux différentes productions végétales [29].

La tomate vient en tête de la rotation, dans les terres favorables recevant normalement la fumure organique, et il est souhaitable de faire la tomate après une légumineuse tel que le bersim, ou les légumes sec dans les terres pauvres en humus [30].

Pour assurer des rendements conséquents, la tomate ne doit revenir que tous les quatre ans sur le même terrain [31]

On propose en culture en sec une rotation suivante : Céréale, Fourrage, Tomate Industrielle [32].

2.6 Itinéraire technique de la tomate

Une bonne préparation du sol est l'une des phases essentielles pour la réussite de la culture. La tomate possède un système racinaire plus ou moins important, il faut s'efforcer de préparer un sol profondément ameubli suffisamment à l'avance pour éviter qu'il ne soit creux au moment de la plantation [30].

La réussite de la culture dépend essentiellement de la qualité du plant. La nécessité d'accorder une grande importance à la conduite du plant en pépinière est primordiale afin de produire des plants sains, vigoureux et bien enracinés ; ces plants nécessitent aussi un sol bien travaillé et un suivi dès la plantation jusqu'à la récolte.

2.6.1 Préparation du sol

La terre doit être profondément ameublie tout en ayant une proportion d'air suffisante préparée au préalable, et il faut éviter les façons tardives [31].

Effectuer un labour de 25 à 30 cm de profondeur au cours duquel sera enfouie la fumure organique et minérale de fonds [13].

Dans les sols argileux et les sols calcaires, ou argilo-limoneux, on effectuera un labour d'automne. Dans les sols sableux et limoneux légers, il est préférable d'effectuer un labour de printemps [30].

< Labour et façon superficielles

- En été, un défoncement d'une profondeur de 50 cm dans les sols lourds, notamment, les sols argileux permet de bien aérer le sol et d'augmenter sa capacité de rétention en eau qui est d'autant plus élevée que le sol est profond.
- En automne, un labour moyen de 25 à 30 cm (à l'aide d'une charrue à soc), a pour but d'emmagasiner les eau des pluies et de permettre un bon enracinement de la culture en profondeur, tout en limitant le cycle des plantes adventices. Suivi d'un épandage de fumier de 30 à 40 T/ha.
- En hiver, des recroisages d'une profondeur de 10 à 12 cm afin de casser les mottes et d'enfouir les engrais chimiques de fond.
- En fin Février, début Mars des façons superficielles doivent être effectuées telles que les hersages avant plantation pour bien niveler le terrain.

2.6.2 Production de plants de tomate (semis en pépinière)

La réussite de la culture dépend essentiellement de la qualité des plants qui doivent être robustes, sains et homogènes.

2.6.2.1 La pépinière

L'abris le plus utilisé en Algérie actuellement est le tunnel constitué d'arceaux de fil de fer galvanisé et couvert d'un film plastique transparent en polyéthylène. Ce type d'abris a remplacé les divers matériaux traditionnels [33].

2.6.2.1.1 Confection des planches

Pour la confection des planches, on utilise un terreau composé de 2/3 de fumier + 1/3 de terre franche ou de sable fin, généralement de 1 cm de longueur et 1 mm de largeur.

Le mélange à utiliser doit répondre à certains critères d'ordre pratique et économique à savoir : la texture du mélange doit être grumeleuse et friable afin de permettre une bonne aération, car une texture trop fine risque de rendre le substrat compact, et qui entraîne l'asphyxie des racines. Le mélange doit avoir une bonne capacité de rétention en eau.

On met une couche de 15 cm environ de fumier, puis on rajoute une deuxième couche de 10 cm de terreau désinfecté ; car la désinfection de terreau permet de lutter contre plusieurs maladies, insectes et larves ainsi que les mauvaises herbes [33].

2.6.2.1.2 Le semis

Il faut utiliser des semences certifiées ou traitées avec de l'eau chaude pour combattre de nombreuses maladies transmissibles par les graines.

Selon Anonyme (2001) [33], le semis s'effectue généralement en lignes espacées de 10 cm suivant les démarches suivi :

- Tracer des lignes de faibles profondeurs (1 à 1,5 cm)
- Placer les graines avec un espacement entre elles de 0,5 à 1 cm
- Recouvrir légèrement les graines
- Arroser abondamment avec un arrosoir

Les doses recommandées sont de 80 à 100 graines par mètre linéaire soit 2 à 4 gramme / m².

Pour un hectare les doses sont :

- 200 à 250 grammes pour les variétés standard et de 120 à 150 graines pour les variétés hybride.

2.6.2.1.3 Entretien de la pépinière

Après le semis, on procède à l'entretien de la pépinière. A cet effet plusieurs opérations sont préconisées :

- Une irrigation abondante pour assurer une levée rapide, régulière on début de croissance et un arrêt d'arrosage 10 jours avant l'arrachage.
- Un éclaircissage quotidien dès le stade 2 à 3 feuilles.
- Il faut terreauter au stade 4 à 5 feuilles pour favoriser le développement des racines [34].

2.6.2.1.4 Arrachage des plants et plantation

Il est conseillé d'utiliser des plants robustes et sains, les jeunes plants doivent être durcis en réduisant légèrement l'eau et en les exposant directement à la lumière du soleil 6 à 9 jours avant le repiquage. Les jeunes plants doivent être arrosés pendant environ 12 heures avant la transplantation au champ.

La plante idéale à transplanter doit avoir entre 6 à 8 feuilles et une hauteur d'environ 10 à 12 cm [33].

Au moment du prélèvement des plants, il faut arracher doucement pour éviter leur destruction surtout les chevelus racinaires.

D'une manière générale les écartements de plantation utilisés sont :

< Plantation en lignes simples : 1,20 m entre les lignes et 35 à 40 cm entre les plants

< Plantation en lignes jumelées : 80 cm entre les rangs, 0,50 m entre les lignes jumelées et 35 cm entre les plants [35].

Il est recommandé de transplanter vers la fin d'après-midi ou pendant un jour nuageux pour réduire le choc de transplantation ; insérer la jeune plante dans un trou à l'aide d'un plantoir et laisser les cotylédons apparaître au-dessus de la surface. Serrez le sol fermement autour de la racine pour assurer un bon contact entre le système racinaire et le sol.

Enfin une irrigation reste très conseillée après la plantation pour assurer la reprise des plants [16].

2.6.3 Plantation de la tomate

La plantation s'effectue au stade 6 à 8 feuilles à une hauteur d'environ 10 à 12 cm suivie d'arrosage, la plantation doit être réalisée le jour même d'arrachage des plants pour éviter leur dessiccation et leur étiolement, ces derniers doivent être droits et fermes [33].

La plantation s'effectue deux mois environ après le semis. Plus la transplantation est tardive, plus le rendement diminue par le fait que la nouaison coïncide avec les fortes chaleurs de Juillet. La courbe de production est ainsi influencée, puisqu'elle devient courte.

Il existe deux types de plantation : manuelle et mécanique :

- La plantation manuelle : c'est la plus fréquente en Algérie malgré ses inconvénients ; telle que la profondeur d'enfouissement du plant qui est souvent non respectée, l'écart entre plant qui est souvent aléatoire et la présence d'une main d'œuvre importante (planteurs et arroseurs) d'où un cout de production beaucoup plus élevé.
- La plantation mécanique : elle est caractérisé par la précision, la rapidité, la facilité de la tâche et l'homogénéité de la culture, cette technique nécessite une surface bien nivelée.

Dans le but d'augmenter les rendements à l'hectare, en préconise une densité comprise entre 27 000 à 35 000 plants/ha. On adapte une distance de 1,20 m entre les rangs et 0,25 à 0,35 m entre les plants [36].

2.6.4 Fertilisation

Fumure organique

La tomate nécessite un sol bien pourvu en humus, vu son rôle dans la détermination du rendement, mais aussi dans la grosseur et la qualité des fruits. Les apports de fumier améliorent l'efficacité d'utilisation de la fumure minérale. Des apports d'environ 60 T/ha permettent une amélioration du rendement d'environ 13 T/ha.

Fumure minérale

Le tableau 22 représente la dose de la fumure minérale du fond à apporter en fonction des besoins de la tomate.

Tableau 22 : La dose de la fumure minérale du fond à apporter en fonction des besoins de la tomate.

ELEMENTS MINERAUX (U/HA)	N	P2O5	K2O	MGO	CA
Fumure minérale du fond	30	0	50 à 200	0 à 60 (1)	0

(1) Selon la zone climatique et la nature du sol.

Fumure d'entretien

Le tableau 23 montre les apports d'entretiens d'une culture conduite en ferti-irrigation sur un sol moyen, équilibré en éléments fertilisants, n'ayant reçu aucun amendement organique



Tableau 23 : Les apports d'entretiens d'une culture conduite en ferti-irrigation sur un sol moyen, équilibré en éléments fertilisants, n'ayant reçu aucun amendement organique.

PERIODE	ELEMENTS MINERAUX APPORTS EN UNITES/ha				FORMES DE L'APPORT
	N	P2O5	K2O	MgO	
A la plantation	18 à 30	46 à 70			Ex ammonitrate 100 gr/ha
Avant floraison De la reprise aux premières fleurs 3 à 4 semaines	25 à 40	0	40 à 60	0 à 10	P2O5 possible pendant 15 jours Apporter par semaines N : 8 à 10 u/ha K2o : 12 à 15 u/ha Mgo : 0 à 3 u/ha < soit un engrais soluble complet : Equilibre 1-0-1 ;3-0-3 < soit des engrais simples Nitrate de potasse 25 à 30 kg/ha (13-0-46)+nitrate 20 kg/ha (34,5 % N) + sulfate de magnésie 20 kg/ha
Floraison – nouaison 5 semaines	20 à 30	0	60 à 90	0 à 20	Apporter par semaine N : 5 à 7 u/ha K2o : 15 à 18 u/ha Mgo : 0 à 5 u/ha Avec < soit un engrais soluble complet : Equilibre 1-0-2 ;6-0-8 < soit des engrais simples : Nitrate de potasse 30 à 40 kg/ha (13-0-46) + sulfate de magnésie 25 à 30 g/ha
Total	60 à 100	46 à 70	100à150	0 à 30	



2.6.5 Protection sanitaire

La tomate est très sensible aux attaques d'un certain nombre de maladies cryptogamiques et aux virus.

Les traitements phytosanitaires doivent être appliqués d'une manière préventive afin d'éviter l'attaque de tout agent pathogène. Il faut, cependant éviter l'excès afin de sauvegarder l'environnement et d'économiser les charges. Les produits phytosanitaires doivent être choisis de différentes matières actives afin d'éviter le phénomène d'accoutumance aux ennemis de culture [37].

2.6.6 Récolte

La récolte de la tomate s'effectue lors de la maturation des fruits qui se caractérise par la coloration de l'épiderme. Cette coloration varie selon les variétés (jaune, rouge, orange).

La récolte de la tomate peut être mécanique ou manuelle, cette dernière est la plus répandue en Algérie, la récolte est échelonnée de 2 à 4 cueillettes et demande beaucoup de main d'œuvre.

La récolte mécanique existe pour les fruits destinés à la conserverie et pour ceux des variétés à maturité groupées [39].

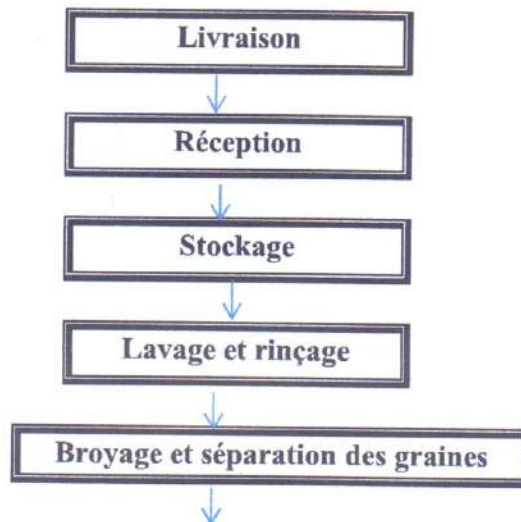
Selon (Moras et Chapon (2000), la récolte de tomate s'effectue à différents stades de maturité, et elle s'étale de Juillet à Septembre.

2.6.7 Le processus de transformation et de fabrication de la tomate conserve

Les purées concentrées et la tomate pelée sont les principaux produits du traitement industriel de la tomate, ainsi la fabrication du jus est moins importante.

En Algérie, la majeure partie de la transformation de la tomate industrielle concerne le double concentré de la tomate (DCT) à 28% de la matière sèche. Les figures 3 et 4 présentent le processus et la chaîne de fabrication de la tomate de conserve.

La figure 17 représente le processus de transformation et de fabrication de la tomate conserve.



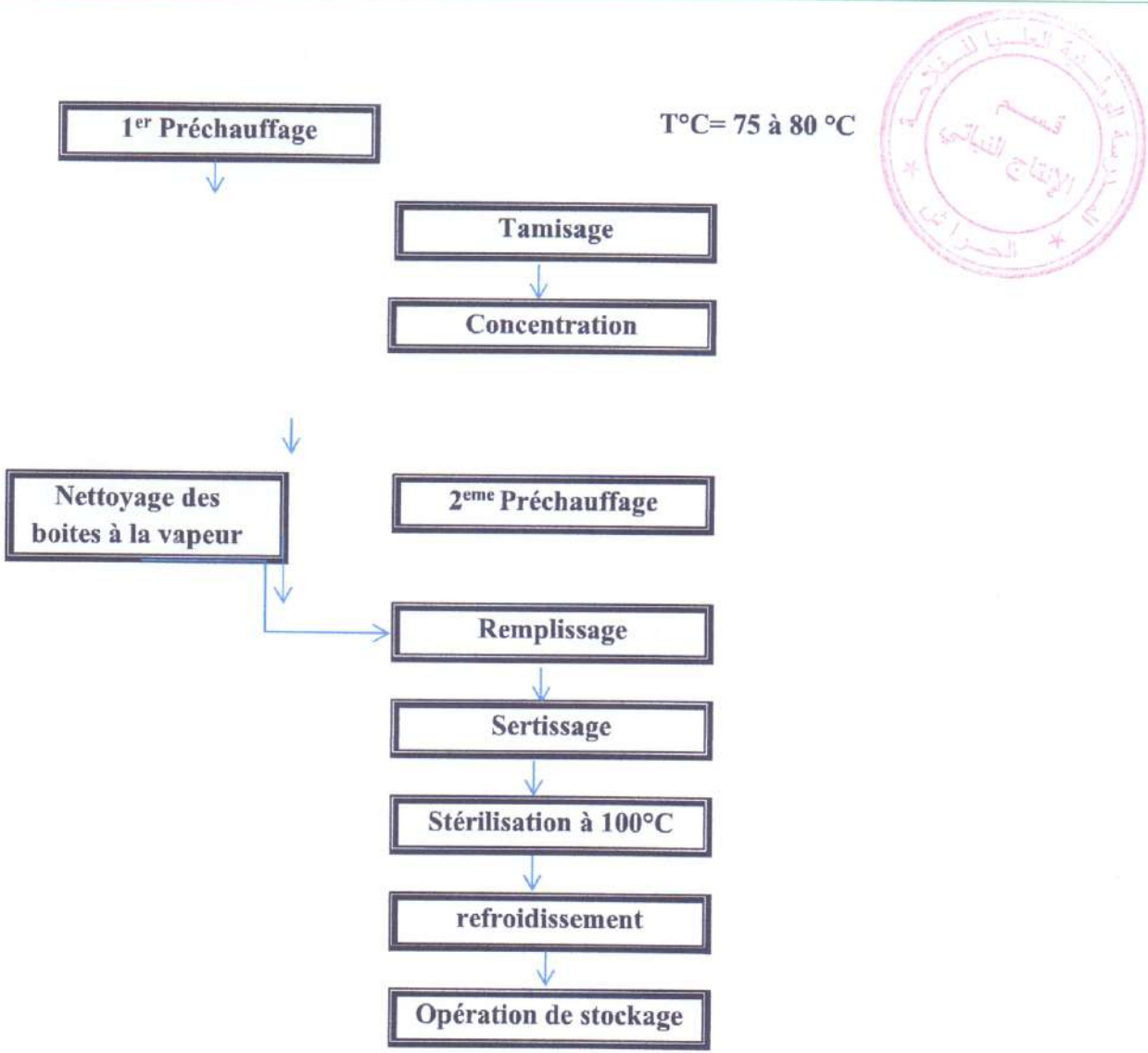


Figure 17 : Processus de transformation et de fabrication de la tomate conserve. [38].

La figure 18 représente le schéma général de la transformation industrielle de la tomate.



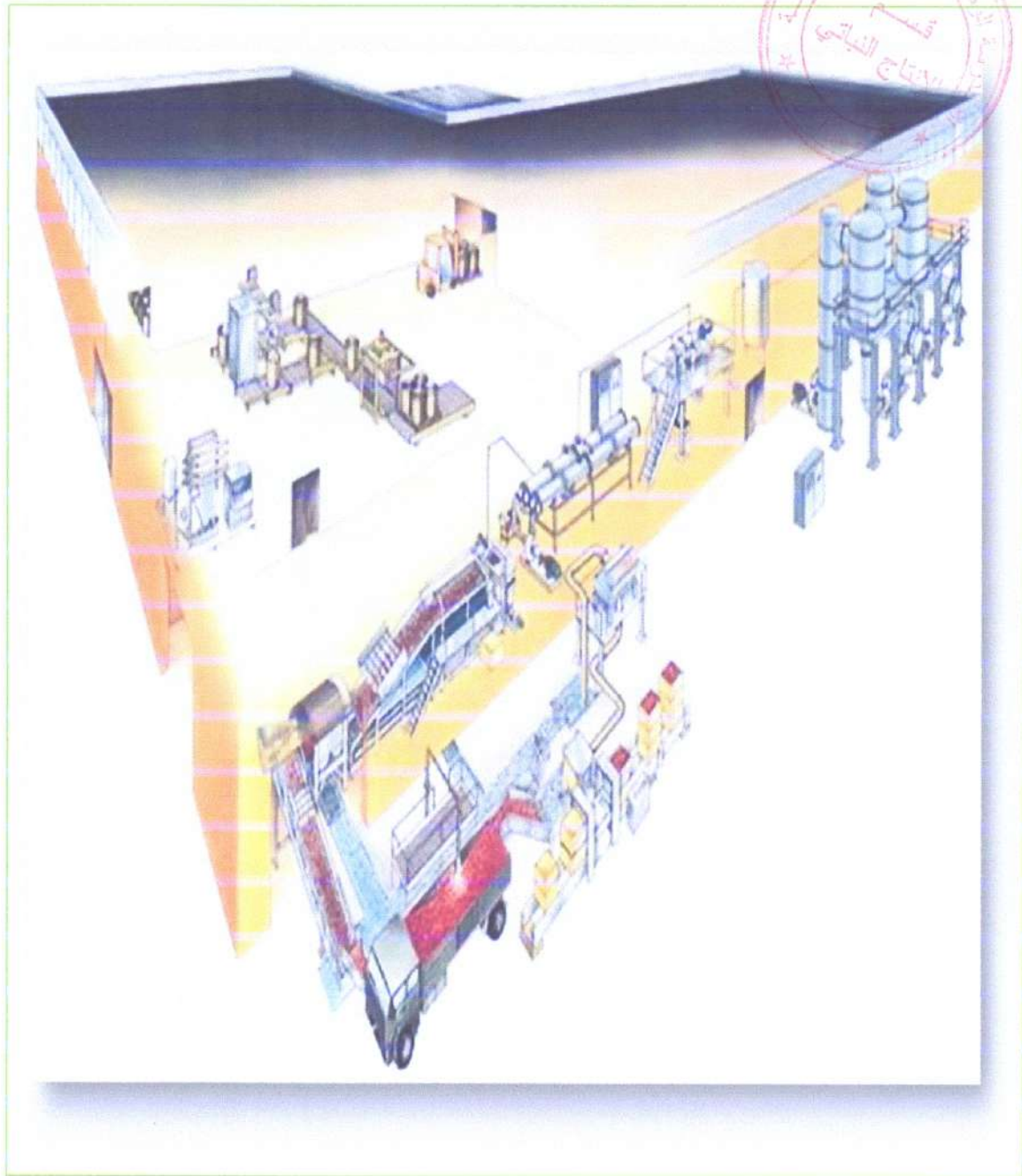


Figure 18 : Schéma général de la transformation industrielle de la tomate.

3 Situation et importance économique de la tomate

3.1 Situation économique de la tomate industrielle dans le monde

Vu la demande progressive en tomate, cette dernière occupe la deuxième place après la pomme de terre. Elle est cultivée dans plusieurs pays du monde, elle joue actuellement un rôle important dans l'alimentation humaine.

La filière tomate industrielle n'a cessé d'évoluer dans le monde ces dernières années. (Tableau 24).

Tableau 24 : Production, superficie et rendement de la tomate dans le monde ; pôles dominants par continent [1].

Indicateurs		Superficie (ha)	Production (ha)	Rendement (T/ha)
Monde		3 989 000	108 500 000	27,2
Afrique	Egypte	181 000	6329 000	40
Amérique du nord	USA	177 000	12 267 000	69,30
Amérique du sud	Brésil	62 000	3 518 000	56,1
Asie	Chine	974 000	25 466 000	26,1
Europe	Italie	123 000	6 055 0000	49,2

La production mondiale est de 108 millions de tonnes soit 10 % faisant l'objet des échanges internationaux. Les échanges sont pour la Chine 35 %, l'Italie 17 %, l'Europe 16 %, la Turquie 12 %, les USA 7 % et le Chili 6 %.

3.2 Situation économique de la tomate industrielle en Algérie

La culture de la tomate est en pleine extension en Algérie. Depuis plusieurs années sa consommation n'a cessé d'augmenter, son développement constitue un intérêt capital sur l'économie nationale.

Au cours des dernières années l'extension de cette culture a été nettement remarquable, les programmes de développement visent non seulement à augmenter les surfaces cultivées mais surtout à améliorer les rendements.

Le tableau 25 nous montre les indicateurs de production nationale et le développement de la filière de la tomate industrielle en Algérie, cette dernière se caractérise par quatre périodes bien distincts durant les années (1991-2007).

Tableau 25 : Indicateurs économiques de la production nationale.

PERIODES INDICATEURS	PERIODE 1991-1995	PERIODE 1996-2000	PERIODE 2001-2004	PERIODE 2005-2007
Superficie moyenne Annuelle (ha)	25 960	25 600	25 000	11 400
Production moyenne Annuelle tomate fraîche (tonnes)	403 800	346 400	251 000	168 105
Production moyenne Annuelle concentré de Tomate (tonnes)	63 800	55 500	37 250	19 235
Rendement moyen annuel (tonnes/ha)	15,5	13,5	10	14

Source : Berrebib, 2008 [40].

D'après ce tableau nous remarquons que la superficie moyenne annuelle a été diminuée parallèlement avec la production moyenne annuelle de tomate fraîche et la production moyenne annuelle de concentré de tomate, tandis que le rendement moyen annuel a été augmenté durant la période 2005-2007.

Au niveau de la wilaya de Annaba, la production de la tomate industrielle en 2006-2007 est de 530 000 Qx, pour une superficie de 3800 ha, soit un rendement de 140 Qx/ha.

3.2.1 Evolution des superficies, des productions et des rendements de la tomate industrielle en Algérie

Les surfaces consacrées à la tomate industrielle ont augmenté pour passer de 200 ha en 1924, à environ 1600 ha en 1955, à 2000 ha en 1960, et de 35 000 ha en 1977, puis on enregistre une légère régression vers 1993 soit 32 930 ha jusqu'à 27 300 ha en 1996, pour atteindre 16 400 ha en 2005 (Tableau 26).

Tableau 26 : Evolution des superficies, de la production et du rendement de la tomate Industrielle en Algérie. [41].

SPA Années	Superficie (Ha)	Production (T)	Rendement (T/ha)
2000	25 000	301 300	12,05
2001	24 000	270 000	11,25
2002	24 000	260 000	10,83
2003	25 054	348 248	13,89
2004	28 225	383 607	13,59
2005	16 400	233 050	14,21

3.2.2 Evolution de la consommation de la tomate industrielle en Algérie

La production de tomate destinée à la transformation a connu un développement remarquable. De 1991 à 1995, cette production est passée de 240 000 tonnes à plus de 550 000 tonnes. Pour la même période, la production de DCT est de 39 000 tonnes à 84 000 tonnes soit une offre de 3,2 Kgs/habitant/an proche de la norme de consommation qui est de 3,5 Kgs/habitant/an.

En terme de consommation, l'Algérie est classée à la 16 eme place mondiale. Le volume des besoins en 2005 est estimée à 100 000 tonnes/an de DCT [42].

4 Contraintes de la production de la tomate industrielle en Algérie

4.1 Contraintes techniques

La tomate est soumise à des contraintes qui limite son poids réel sur la balance agricole du pays.

La difficulté des conditions de culture et l'utilisation des méthodes de production traditionnelles qui ne répondent pas aux normes internationales ; par conséquent l'outil de production est sous exploité et le rendement reste faible.

4.2 Contraintes organisationnelles

L'absence de plateforme de négociations entre agriculteurs et transformateurs qui engage l'avenir des deux parties autour d'un même enjeu.

4.3 Contraintes économiques

On constate un manque de subvention en amont et en aval pour cette filière ; la taxe pénalise le produit fini (TVA) ce qui fait du produit Algérien, le produit le plus cher au monde selon les statistiques internationales (100 \$/T contre une moyenne mondiale de 64 \$/T) [43].

5 Tomate destinée à la transformation

5.1 Processus de transformation et de fabrication de la tomate

Les purées concentrées et la tomate pelée sont les principaux produits du traitement industriel de la tomate, ainsi la fabrication du jus est moins importante.

En Algérie, la majeure partie de la transformation de la tomate industrielle concerne le double concentré de la tomate (DCT) à 28% de la matière sèche. Les figures 3 et 4 présentent le processus et la chaîne de fabrication de la tomate de conserve.

5.1.1 Livraison

Les tomates sont livrées dans des caisses contenant 20 Kg au maximum, les caisses doivent être lavées à l'eau chaude pour éviter l'accumulation des micro-organismes. (Figure 19).



Figure 19 : La livraison de la tomate.

5.1.2 Réception

La tomate livrée subit les contrôles suivants : pourcentage en matière sèche, acidité, pH et inspection de l'état de fraîcheur et de maturité.

5.1.3 Stockage

Les caisses sont empilées et groupées en lots qui doivent comporter une pancarte indiquant le poids, l'heure et la date de réception ; l'air de stockage doit être bien aéré pour éviter l'élévation de la température pouvant altérer les fruits. Selon Boukalachi et Djedda (1998) [44], la durée de stockage de la tomate ne doit pas dépasser 36 heures.

5.1.4 Lavage et rinçage des tomates

Les caisses de tomate sont vidées dans des bacs laveurs où les fruits subissent un premier lavage puis un jet d'eau pour les débarrasser de toute impureté. (Figure 20).



Figure 20 : Lavage et rinçage des tomates.

5.1.5 Inspection

L'inspection se fait sur un transporteur à rouleaux ou s'effectue l'élimination des tomates pourries blessées avec les taches vertes, ou brûlées par le soleil puis un rinçage pour éliminer les micro-organismes.

5.1.6 Broyage et séparation des grains

Les fruits triés subissent un broyage, puis un passage à travers un cylindre conique dans le diamètre de mailles est de 1,2 mm permettant ainsi de séparer les grains du jus.

5.1.7 Premiers préchauffages

Le but du préchauffage est de transformer d'une part la protopectine en pectine soluble afin de faciliter le détachement des pelures de la chair et d'inhiber d'autre part les enzymes catalyseurs d'oxydation.

5.1.8 Tamisage

Cette opération s'effectue dans une passoire triplex disposée successivement l'une sur l'autre ; ce procédé diminue le pourcentage des tissus durs.

5.1.9 Evaporation et concentration du jus

La purée de tomate subit un préchauffage à une température de 85°C à 90°C pour réduire les micro-organismes existants et permettre un remplissage sain tout en évacuant l'air des boîtes.(Figure 21).



Figure 21 : Evaporation et concentration du jus.

5.1.10 Remplissage

Les boîtes doivent être stérilisées à la vapeur vive disposées en file sur un transporteur métallique qui envoie chacune sous la tête de la doseuse pour être remplie. (Figure 22).



Figure 22 : Remplissage des boites de tomates.

5.1.11 Sertissage

Afin d'assurer une bonne conservation, les boîtes remplies sont fermées hermétiquement à l'aide d'une sertisseuse.



5.1.12 Stérilisation

La stérilisation s'effectue soit par jet d'eau, soit à la vapeur d'eau à une température de 100°C. (Figure 23).

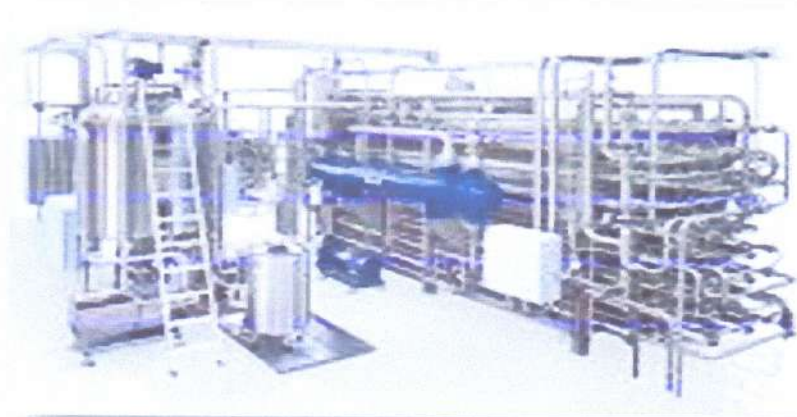


Figure 23 : La stérilisation des boites de tomates.

5.1.13 Refroidissement

Le refroidissement s'effectue à une température de 45°C pendant 15 mn.

5.1.14 Séchage

Le séchage est assuré par des ventilateurs.

5.1.15 Stockage

Le stockage se fait dans un milieu sec aéré et à une température de 20°C, afin de préserver les caractéristiques du produit.

6 Recommandations et perspectives de la Production de la tomate industrielle en Algérie

La culture de la tomate industrielle en Algérie a démarré dans les années 1920, dans la région de l'est avec la création de la première conserverie TOMACOOOP à Annaba. En 1970, le nombre d'usines est passé à 26 à l'échelle nationale. Les surfaces consacrées à la tomate d'industrie ont également augmenté, pour passer de 100 hectares en 1930 à 2 000 en 1960 puis à 3 500 en 1970 à 40 000 en 2004. Les besoins annuels nationaux en double concentré sont estimés à 70 000 tonnes alors que la capacité actuelle totale des usines de transformation en Algérie est de l'ordre de 140 000 tonnes de concentré par an. La conduite de la culture est effectuée sans irrigation sur près de 85 % de la surface. En 2001, avec la mise en place du Fonds National de Régulation et de Développement Agricole (FNRDA), les producteurs de tomate industrielle ont pu bénéficier d'une aide relative à l'acquisition de matériel d'irrigation au goutte-à-goutte. En revanche, aucun soutien direct, du type de ceux dont bénéficient les producteurs européens, n'est alloué aux producteurs algériens.

Actuellement, la production locale n'est plus protégée comme elle l'était il y a encore quelques années.

Les tomates d'industrie sont principalement cultivées au nord-est du pays : la région d'El Tarf, Annaba, Guelma, Skikda et Jijel représente 85 % de la superficie totale consacrée à cette culture. Le reste est réparti entre le centre du pays (7 %) et l'ouest (3 %). La production de plants se fait individuellement en couches, la seule pépinière industrielle basée à Annaba ayant fermé ses portes récemment. Il n'y a pas de semis direct et toutes les opérations, du repiquage à la récolte, sont effectuées à la main. Des essais de repiquage mécanique ont été réalisés, mais les résultats n'ont pas été probants.

Les désherbages chimiques sont réalisés avec des produits habituels à base de Métribuzine à 70 %, mais aussi par une couverture fongique classique. La lutte la plus importante en culture est celle menée contre les acariens.

6.1 Avantages et qualités recherchés

Les atouts de la filière tomate sont d'ordre organisationnel notamment, par l'existence d'une association nationale des transformateurs ACTOM affiliée à une organisation mondiale AMITOM ayant accès directement aux informations relatives aux facteurs et mécanismes régissant la filière. Mais aussi d'ordre technique puisque les conditions agro-pédo-climatiques sont favorables et le potentiel agricole important.

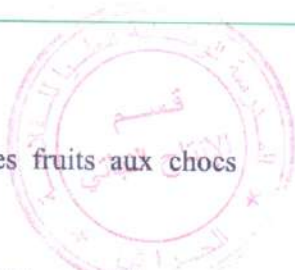
Cependant, les investissements récents consentis par les groupes privés, ont propulsé le potentiel de transformation, évalué à plus ou moins 120 000 T, à un niveau suffisant pour les besoins du pays pour la prochaine décade [43].

La filière de la tomate industrielle en Algérie assure 120 000 emplois directs et indirects dont 25 000 fellahs, sa modernisation dépend essentiellement de la régulation de la relation professionnelle entre agriculteurs et industriels.

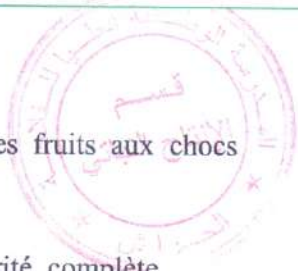
6.2 Les principales qualités des variétés destinées à la transformation

La richesse en extrait sec (sucres et sels solubles), qui doit être au moins 5,5

- Le pH doit être inférieur à 4,5 de façon à limiter le temps de stérilisation nécessaire pour préserver la qualité du produit
- Une acidité suffisante qui donne des caractéristiques gustatives, selon Miladi (1970) la teneur en acide citrique ne doit pas être inférieure à 0,35 %
- Le rapport taux sucre/acide doit être supérieur à 50 %
- La richesse en vitamines tel que la vitamine C qui est importante du point de vue nutritif (20 mg/100 g de jus de tomate)

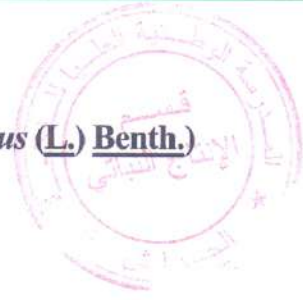
- 
- La fermeté qui est essentielle pour une meilleure résistance des fruits aux chocs pendant le transport et le stockage
 - La couleur des fruits qui doit être rouge uniforme et à maturité complète
 - Un gros calibre de fruit (9 à 10 fruit/Kg), pour réduire la main d'œuvre lors de la récolte.



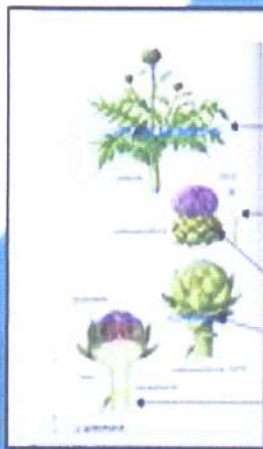
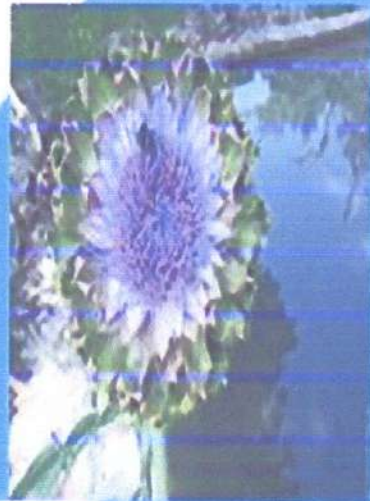
- 
- La fermeté qui est essentielle pour une meilleure résistance des fruits aux chocs pendant le transport et le stockage
 - La couleur des fruits qui doit être rouge uniforme et à maturité complète
 - Un gros calibre de fruit (9 à 10 fruit/Kg), pour réduire la main d'œuvre lors de la récolte.



CHAPITRE IV L'artichaut (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* (L.) Benth.)



L'artichaut (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* (L.) Benth.)



CHAPITRE IV L'artichaut (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* (L.) Benth.)

1 Introduction

Originaire du bassin méditerranéen et de la zone allant de l'Irak jusqu'en Afrique du Nord. L'artichaut a été mentionné pour la première fois dans les traités sur l'agriculture du savant et écrivain romain Lucius Columelle aux alentours de 60 après Jésus-Christ.

Dans l'Antiquité déjà, Grecs et Romains appréciaient le cardon = *Cynara cardunculus*, dont on cuisine les cotes, ainsi que l'artichaut = *Cynara scolymus*, dont le bourgeon floral et son réceptacle sont un régal très prisé. On suppose que des marchands italiens ont introduit au début du 15^e siècle ces espèces végétales en France et dans les îles britanniques. Et l'on s'étonne un peu que ces plantes ne se soient pas fait une place dans le nouveau monde, les Etats-Unis, qu'au 19^e siècle.

L'artichaut (*Cynara cardunculus* L. var. *Scolymus* L.) est une plante herbacée vivace qui est aujourd'hui largement cultivée dans le monde entier. L'artichaut apporte une contribution importante à l'économie agricole méditerranéenne

2 Présentation de l'espèce

2.1 Botanique

L'artichaut (*Cynara scolymus*) est une plante vivace de la famille des Astéracées (Composées). Dans la culture, il est considéré comme une plante bisannuelle ou trisannuelle. L'artichaut appartient au genre « *Cynara* », il est issu de l'espèce (*Cynara cardunculus*) qui pousse à l'état spontané dans le sud de l'Europe (Sardaigne, Espagne) et en Afrique du Nord. Ce genre, méditerranéen à l'état sauvage, ne comporte que peu d'espèces : *C. syriaca*, *C. sibthorpiana* et *C. cardunculus*.

L'artichaut lui-même est un chardon domestiqué et cultivé, de l'espèce *Cynara cardunculus*, dont la variété sauvage est sans doute *Cynara cardunculus sylvestris*, ayant donné naissance à deux formes:

C. cardunculus f. *cardunculus*, le cardon, et *C. cardunculus* f. *scolymus*, l'artichaut. Ces deux formes ont longtemps été considérées comme des espèces différentes. C'est une culture très ancienne ; qui semble non connue avant la fin du Moyen Age.

2.2 Description de la plante

- **Le système racinaire** est bien développé, dans des sols frais et meubles, les racines peuvent atteindre une profondeur de 80 à 120 cm.
- **La tige** dressée d'une hauteur pouvant aller jusqu'à 150 cm, épaisse et cannelée elle n'est pas très ramifiée. À l'aisselle des feuilles les plus basses de la tige : des **bourgeons axillaires** (qui se développent pour donner des rameaux), appelés œilletons ont la propriété d'émettre des racines à leur base, assurant la pérennité de la plante. Les tiges

centrales et leurs rameaux portent à leur extrémité un capitule terminal, dont celui de la tige centrale est le plus développé.

- **Les feuilles** atteignent 120 cm de longueur, profondément découpées souvent épineuses d'un vert grisâtre sur le dessus et revêtues à leur face inférieure d'un duvet filamenteux blanc grisâtre.
- **Le capitule**, « la pomme » ou « la tête » est composé d'un réceptacle charnu (la partie comestible) entouré de bractées imbriquées les unes sur les autres. Ce capitule fleurit en une multitude de **fleurons** dont la couleur varie du bleu au violet, se développant au-dessus de la tête et donnant naissance à des fruits secs appelés akènes.

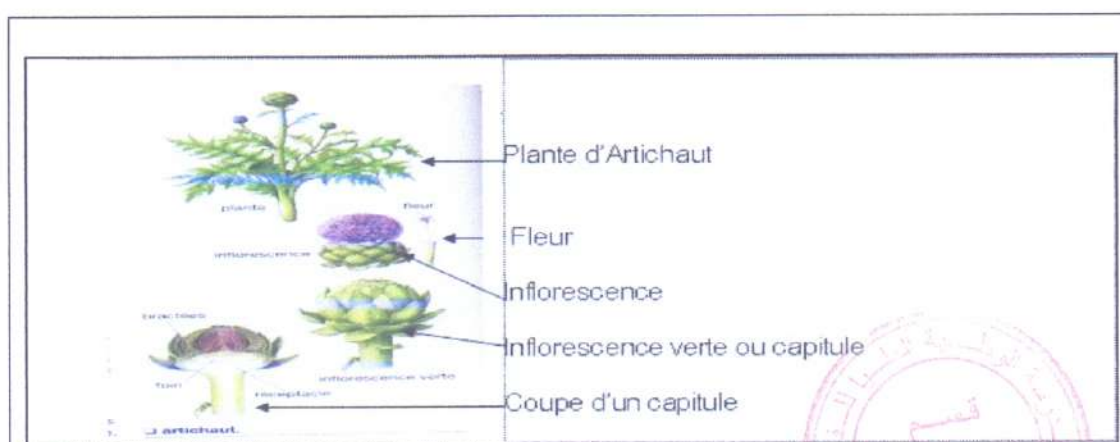
3 Classification et physiologie

3.1 Classification

Tableau 27: Classification de l'artichaut selon LINNE(1753).

Règne	<i>Plantae</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Ordre	<i>Asterales</i>
Famille	<i>Asteraceae</i>
Genre	<i>Cynara</i>
Espèce	<i>Cynara scolymus</i> L.

3.2 Physiologie de la plante



Source: Larousse agricole, 2003.

Figure 24: Physiologie de l'artichaut.



3.3 Composition chimique pour 100 g de matière sèche

Tableau 28 : Composition chimique de l'artichaut (100g de matière sèche).

- Calories	40,25 g.
- Protéines	1,50 g.
- Lipides	0 g.
- Glucides	5 g.
- Calcium	25 g.
- Fer	0,9 g.
- Vitamines : A1 (270 mg), D1 (0,08 mg), C (2 mg).	

Source: (<http://fr.wikipedia.org/wiki/Artichaut>)

3.4 Propriétés curatives

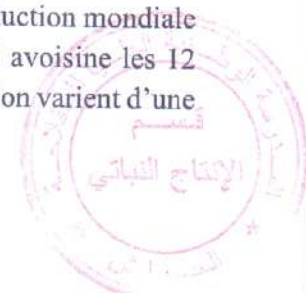
En plus de ses propriétés nutritives et gustatives l'artichaut est réputé pour ses effets bénéfiques sur le foie et la vésicule biliaire dus en particulier à la cynarine, substance amère contenue dans les bractées. La cynarine est à la fois cholagogue (facilitant l'évacuation de la bile par le foie) et cholérique (augmentant la circulation de la bile dans la vésicule biliaire). L'artichaut a également des vertus diurétiques. Plus généralement, il contribue à l'élimination des toxines de l'organisme. C'est ainsi une bonne source de potassium et de magnésium.

L'artichaut cuit s'oxyde rapidement, et peut donner naissance à des composés toxiques. C'est pourquoi il est préférable de le consommer rapidement, et d'éviter de le conserver (même au frais) après cuisson.

3.5 Culture de l'artichaut

L'artichaut apporte une contribution importante à l'économie agricole méditerranéenne. Sa culture mondiale est principalement concentrée dans cette région, où environ 78 % de la production mondiale est cultivée (environ 93.000 ha). L'Italie est le plus grand producteur mondial avec plus de 33 % de la production totale (FAOSTAT, 2012).

Du point de vue économique, le Maroc contribue à hauteur de 3,14 % à la production mondiale de l'artichaut avec une superficie de l'ordre de 3710 ha et un rendement qui avoisine les 12 T/ha (EL BOULLANIR, 2013). Cependant en Algérie, les méthodes de production varient d'une région à une autre, selon les conditions climatiques et édaphiques.





3.5.1 Exigences culturales

3.5.1.1 Le climat

3.5.1.1.1 La température

L'artichaut est une plante peu rustique, les températures basses pendant l'hiver peut l'endommager même le détruire complètement.

- la croissance optimale est à 18 °C, elle est arrêtée à 7 °C.
- il craint les gelées; la destruction des capitules s'effectue à -1 °C jusqu'à -4 °C et la destruction du rhizome s'effectue à -18 °C.

Cette sensibilité au froid peut être atténuée grâce au buttage, à l'effeuillage et à une protection à l'aide de paille ou de feuilles mortes.

Les hautes températures et le temps sec ne lui sont pas favorables, on obtient des petits capitules qui s'ouvrent prématurément et sont d'une qualité inférieure, raison pour laquelle il y fait l'objet d'une culture d'automne et de printemps.

3.5.1.1.2 L'eau

L'eau est le facteur limitant essentiel, que ce soit au niveau des besoins (l'importance de la surface d'évaporation, la profondeur modérée du système racinaire et la faiblesse relative du tissu vasculaire peuvent expliquer les besoins élevés en eau) ou des excès (l'artichaut est sensible à l'humidité hivernale).

L'alimentation en eau ne pose que peu de problèmes en phase de développement, les plants ne souffrent pas, par contre une alimentation régulière en eau est indispensable en phase préflorale (D.Veschambre et J.Le Bohec) .

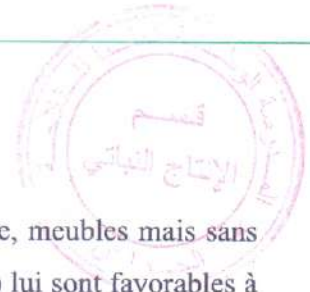
Les besoins globaux sont environ de 12000m³ par hectare.

3.5.1.1.3 La lumière

Les exigences de l'artichaut en lumière pendant la végétation sont très grandes. Ces exigences diminuent considérablement pendant l'été, en mai, août lorsque normalement presque tous les organes aériens sèchent.

L'artichaut est indifférent à la longueur du jour mais sa montaison est beaucoup plus rapide durant les jours longs.





3.5.1.1.4 Le sol

L'artichaut réclame des sols profonds, frais, riches en matière organique, meubles mais sans excès d'humidité, les sols argilo-siliceux ou argilo-calcaires (pH 7 à 7,4) lui sont favorables à condition qu'ils ne retiennent pas beaucoup d'eau pendant l'hiver.

Les terrains secs avec des terres peu profondes pauvres en matière organique ne lui sont pas convenables. Sur ces terrains les plants ne font que des capitules coriaces de qualité inférieure. L'artichaut valorise les sols salés, à cet effet il supporte une salinité de 1 à 2 mg de Na Cl/ Kg de terre sèche.

3.5.1.1.5 Les éléments nutritifs

L'artichaut est une plante très exigeante en éléments minéraux notamment en azote et en potasse. Les quantités exportées en ces éléments sont considérables et varient entre 576 et 758 Kg à l'hectare, ce qui implique la pratique de l'assolement et des apports importants en fumure minérale et organique dans le but d'accroître les rendements et d'améliorer la précocité et la qualité des capitules.

➤ **Les besoins en éléments fertilisants de cette culture par tonne de capitules produits sont :**

Azote	28Kg.
Potasse	24Kg.
Phosphore	32Kg.

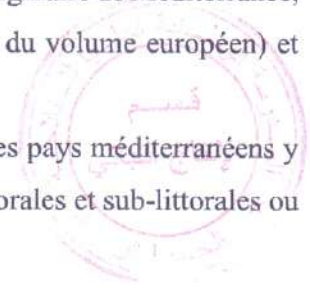
3.5.1.1.6 Assolement

L'artichaut est une plante épuisante qui ne doit revenir avant 4 ans sur la même parcelle. Il faut éviter de l'implanter après certaines cultures telles que les choux, la pomme de terre et l'épinard du fait de leur sensibilité à toutes les souches de *Verticillium. sp.* Une culture de légumineuse convient bien comme précédent cultural.

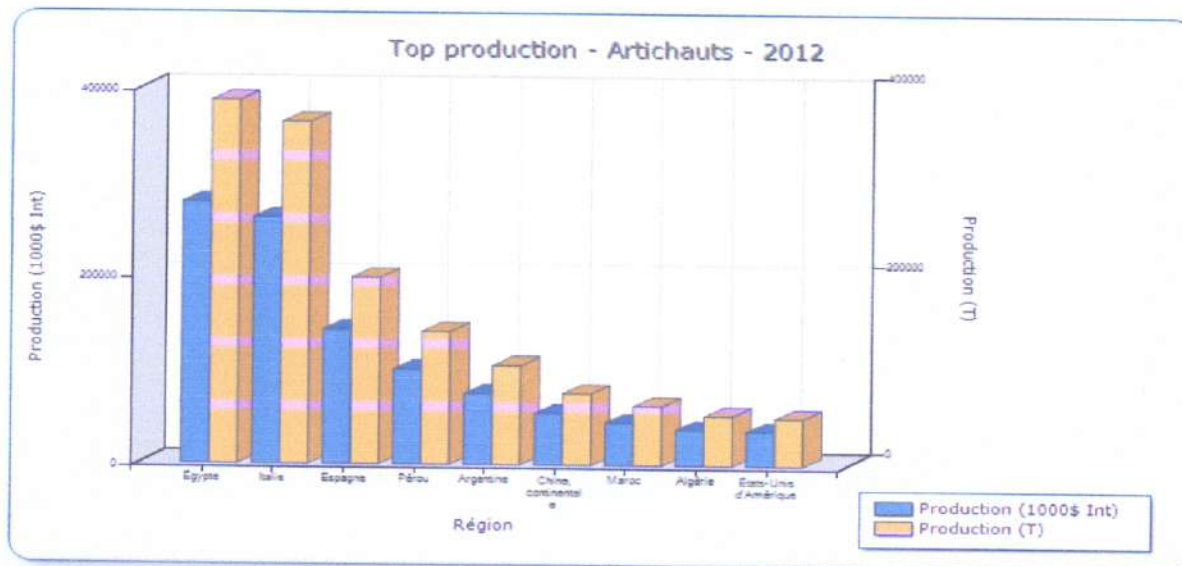
3.5.1.1.7 Production de l'artichaut en Algérie

L'artichaut représente au niveau mondial une production de 1,4 tonne par an (FAO, 2012). Elle est principalement assurée par l'Union européenne. Etant une plante originaire de Méditerranée, les deux premiers pays producteurs sont naturellement l'Italie (60% du volume européen) et l'Espagne (27%).

Il est largement cultivé et très apprécié comme légume délicat dans les pays méditerranéens y compris l'Algérie sur une superficie de 171300 ha, dans les zones littorales et sub-littorales ou



dans les vallées intérieures non gélives, occupant ainsi le huitième rang au niveau mondiale (Figure 25, tableau).



Source : FAO Stat., 2012.

Figure 25 : Production mondiale d'artichaut en 2012.

Tableau 29 : Les premiers pays producteurs de l'artichaut au niveau mondial.

Position	Région	Production (1000\$ Int)	Symbole	Production (T)	Symbole
1	Égypte	279296	*	387704	
2	Italie	262848	*	364871	
3	Espagne	143429	*	199100	
4	Pérou	101931	*	141496	
5	Argentine	76361	*	106000	F
6	Chine, continentale	55469	*	77000	F
7	Maroc	46024	*	63889	
8	Algérie	38653	*	53657	
9	États-Unis d'Amérique	36955	*	51300	
10	France	30591	*	42465	
11	Turquie	23177	*	32173	
12	Grèce	22764	*	31600	
13	Chili	16208	*	22500	F
14	Iran (République islamique d')	12966	*	18000	F
14	Tunisie	12966	*	18000	
16	République arabe syrienne	4898	*	6800	
17	Mexique	3485	*	4838	



3.5.1.1.8 Principales variétés

Les variétés se différencient par la forme du capitule, le caractère plus ou moins épineux des bractées et la coloration qui est le plus souvent violette ou blanche, cependant le nombre de variétés cultivées et plus ou moins réduit:

– **Violet de Provence**: appelée aussi poivrade ou artichaut bouquet. C'est une variété productive et très précoce qui est cultivée dans tout le bassin méditerranéen. Elle est caractérisée par un petit capitule de forme conique avec des bractées violacées, bien serrées et légèrement épineuses à leur extrémité. la récolte se fait dès le mois d'octobre.

Il existe 3 types de violet en Algérie : le violet d'Hyères, le violet d'Alger et le violet de Provence.

– **Blanc d'Oran ou Quarantain**: elle présente des capitules de couleur vert clair, petits, arrondis, fermes et dont les bractées sont bien serrées.

C'est une variété résistante à la sécheresse, productive et très précoce.

Début de production : fin octobre.

– **Blanc d'Hyères** ; variété très tardive et productive avec de gros capitules arrondis de couleur vert clair. Elle débute sa production fin mars début avril.

– **Camus de Bretagne** ; variété tardive et productive, elle présente de gros capitules arrondis, de couleur vert gris pâle et violacé sur les bords. Elle débute sa production mi-mars

– **Vert de Laon** ; appelée aussi « tête de chat ».C'est une variété tardive, rustique et qui s'adapte bien au froid .Elle présente de très gros capitules de couleur vert brunâtre.

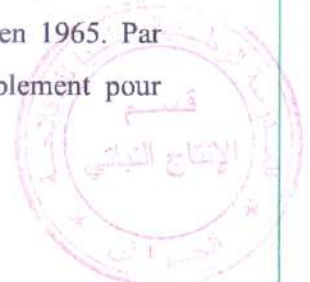
– **L'épineux** ; il doit son nom à l'extrémité épineuse de ses bractées, il est produit en Italie.

3.5.1.1.9 Zones de production d'artichaut en Algérie

Les plus grands producteurs d'artichaut en Algérie sont les wilayas d'Alger, Oran, Mostaganem, Relizane, Chlef, Sidi Bel Abbes, Blida et Tlemcen.

La production de l'artichaut a pris de l'importance depuis quelques années. Les conserves de fonds d'artichauts sont très appréciées sur le marché algérien. Cette production nécessite une main-d'œuvre importante.

Le développement de cette culture s'est concrétisé grâce à l'aménagement des périmètres irrigués, notamment dans l'Oranie pour atteindre une superficie de 5700 ha en 1965. Par manque d'eau et de matériel végétal, les superficies ont diminué considérablement pour atteindre 2500 ha en 1989.





3.5.1.1.10 Calendrier de production

3.5.1.1.10.1 Culture dans la zone littorale:

peut-être cultivé comme:

3.5.1.1.10.1.1 Culture de saison

C'est la culture la plus pratiquée quand on ne dispose pas d'eau pour l'irrigation. Le sol doit être préparé en juillet ou août ou même avant l'été. Dès les premières pluies sérieuses le sol est rapidement biné et rayonné. L'œilletonnage est pratiqué à la fin d'octobre et la plantation a lieu aussitôt après. La végétation part généralement en mars. On peut faire une petite récolte en avril-mai. Les artichauts passent ainsi l'été et rien, à la surface du sol, n'indique leur présence. Dès les premières pluies, la végétation repart activement. Au printemps on récolte 10 à 12 artichauts par touffe. L'année suivante, on opère de la même manière et on obtient une importante récolte.

3.5.1.1.10.1.2 Culture de primeur

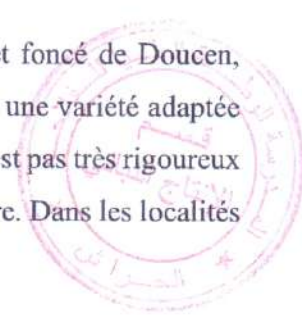
Cette culture n'est possible que dans la zone littorale ou sublittorale. Le sol est préparé, les œilletons sont détachés au plus tard en mars sur des pieds de 2 ans. A fin juillet, 9 ou 10 jours avant la mise en place, on arrose pour réveiller la végétation et pour arracher facilement les rhizomes bourgeonnants. Au début d'octobre, on procède à un buttage. La végétation part rapidement après ce buttage.

On cueille les premiers artichauts fin novembre et c'est à partir de la mi-décembre que le rendement devient important et elle se poursuit jusqu'en avril. Chaque pied donne 4 à 5 têtes dont une grosse, la terminale. On récolte donc 40.000 à 50.000 têtes d'artichauts à l'hectare la première année. On récolte dès le début octobre les artichauts de primeur, mais la récolte ne devient abondante que de décembre à avril.

3.5.1.1.10.1.3 Culture dans les hauts plateaux

Dans les zones élevées la culture de l'artichaut pose certains problèmes qu'un cultivateur sagace peut facilement résoudre. Il apparaît que par la semence on est souvent arrivé en Algérie à obtenir de nouvelles variétés qui s'adaptent au terroir et qui donnent une abondante récolte d'excellents artichauts.

Nous ne citerons pour mémoire que le prolifique de Sidi Okba, le violet foncé de Doucen, l'épineux de Bouzaréah. En sélectionnant les plants on peut arriver à fixer une variété adaptée à la région. Les semis se font à la mi-juillet. Dans les localités où le froid n'est pas très rigoureux on peut détacher et planter les œilletons de septembre jusqu'au 15 novembre. Dans les localités



où le froid est rigoureux, il faut attendre que la période des grandes gelées soit passée et planter en mars et avril.

3.5.1.1.10.1.4 Culture dans les oasis

La culture de l'artichaut est possible dans les Oasis. Les pratiques de culture sont les mêmes que dans le Sahel. Les œilletons sont détachés début octobre et plantés immédiatement.

4 Méthodes de multiplication

4.1 Multiplication par semis

Ce type de multiplication prévoit la production des plants par semis de semences en pépinière. Pratiquement il n'est pas appliqué, il n'est pas aussi à conseiller puisque un grand nombre des plantes produites retournent à la forme primitive sauvage (cardon) et donnent des pommes d'une qualité nettement inférieure.

Néanmoins nous avons constaté que certaines produisent des pommes suffisamment grosses, charnues ce qui peut permettre d'obtenir des variétés nouvelles intéressantes en appliquant la sélection clonale.

4.2 Multiplication par œilletons

Ce type de multiplication est le plus utilisé. L'œilleton est une pousse axillaire détachée de la plante mère à l'état poussant et utilisé comme bouture.

L'œilletonnage est une opération assez délicate qui doit être pratiquée soigneusement. Pour la production des œilletons on doit choisir les meilleures plantes mères âgées de deux ans.

Le prélèvement des œilletons s'effectue en mars- avril avec une serpette ou de préférence à la main en s'efforçant toujours de détacher une partie de la souche à laquelle adhère l'œilleton appelé talon, de préférence présentant des radicelles.

Le triage des œilletons consiste à éliminer les drageons présentant les caractéristiques suivantes :

- diamètre de la tige entre 15 et 30mm.
- l'œilleton doit être vigoureux avec un pied court ne dépassant pas 50mm.

Les œilletons de grandeur moyenne, possédant quatre ou cinq feuilles constituent des plants de grande qualité que les plus forts ; ceux qui sont trop gros dont la base est forte et dure s'enracinent mal, alors que les chétifs ne produisent que des plantes déficientes assurant des rendements tardifs et peu abondants.

L'habillage des œilletons consiste à couper l'extrémité des feuilles à 15cm du pied et à supprimer les parties blessées du talon, en suite les œilletons rafraichis sont trempés dans une solution à base de manèbe et lamnate juste avant le repiquage en pépinière.

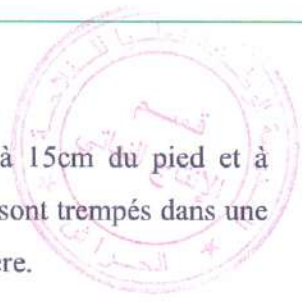


Figure 25: Les œilletons d'artichaut.

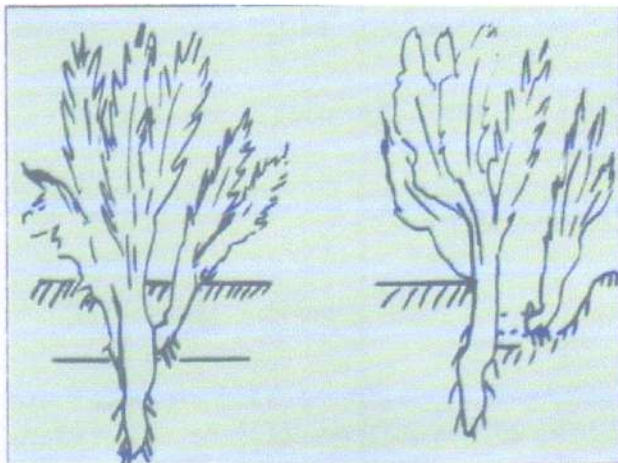


Figure 26 : Prélèvement de l'œilleton.
Plant avant et après l'œilletonnage (ITCMI)

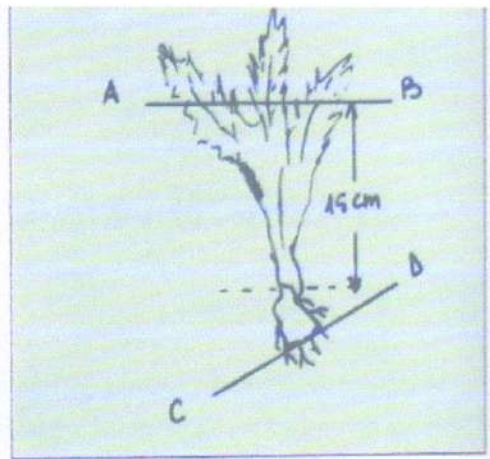


Figure 27 : Toilette de l'œilleton.
AB raccourcissement des feuilles.
CD rafraichissement de la plaie du talon.





4.2.1 Préparation de la pépinière

Les opérations culturales à réaliser à partir de l'automne sur un sol léger, meuble et filtrant sont :

- Epanchage de 50T de fumier décomposé par hectare.
- Epanchage de la fumure minérale de fond (1q de super phosphate et 1,5 q de sulfate de potasse par hectare).
- Labour profond pour ameublir le sol et enfouir la fumure de fond.
- Disquage à effectuer 15 jours avant la plantation avec enfouissement de 6q/ha d'ammonitrate 33,5%.
- Confection des planches de 1 à 1,20 m de large et de 8m de long.

4.2.2 Mise en place des œilletons

Les œilletons sont plantés en planche à 10 cm l'un de l'autre et 20 à 25cm entre les lignes. Dans le cas d'un repiquage en billons, les distances préconisées sont de 40 à 50 cm entre les rangs et 10 cm. Sur les rangs. Les œilletons sont enterrés jusqu'au collet et très soigneusement tassés, immédiatement après on effectue une irrigation.

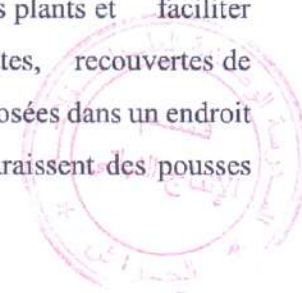
4.2.3 Entretien de la pépinière

- Arrosage avec une fréquence de 5 à 10 jours en fonction de la nature du sol.
- Procéder au remplacement des manquants 15 à 20 jours après plantation.
- Effectuer des binages légers.
- Diminuer les apports d'eau progressivement jusqu'à l'arrêt total des irrigations à partir de la mi-juin.
- Supprimer et détruire les feuilles desséchées.
- Le contrôle phytosanitaire devra être effectué durant tout le cycle de la pépinière et il faut éliminer les plants virosés ou non conformes.

En tenant compte de 30 à 40% de perte, il faut prévoir 20000 œilletons pour planter un hectare.

4.2.4 Arrachage des plants: (œilletons secs)

A la mi-juillet, on effectuera un arrosage de la pépinière pour réveiller les plants et faciliter leur arrachage. Ainsi les plants racinés sont triés et placés dans les clayettes, recouvertes de sacs en jute ou de paille.les clayettes sont copieusement arrosées et entreposées dans un endroit humide pour permettre la pré-germination. Une semaine plus tard apparaissent des pousses blanchâtres : c'est le moment de planter.



Cette technique est très onéreuse mais la reprise est généralement excellente, la montaison est régulière et les opérations culturales sont facilitées.

4.3 Multiplication par cabosse

C'est une pousse axillaire qui a déjà subi une dessiccation sur pied et qui est utilisée comme bouture à l'état sec ou après une courte pré germination.

Le prélèvement se fait de la mi-juillet au début août.

- Déchausser le pied-mère et prélever à l'aide d'un couteau 2 à 3 cabosses d'environ 5cm de long.
- Le triage consiste à éliminer les cabosses plutôt courtes que longues et fines.
- La pré-germination des cabosses est identique à celle des œilletons.

Ce type de multiplication a l'avantage d'éviter la production des œilletons en pépinière, mais pour assurer une bonne reprise après la mise en place définitive, on doit maintenir une humidité normale dans le sol.

Les plants issus de ce mode de multiplication sont moins précoces que les œilletons.

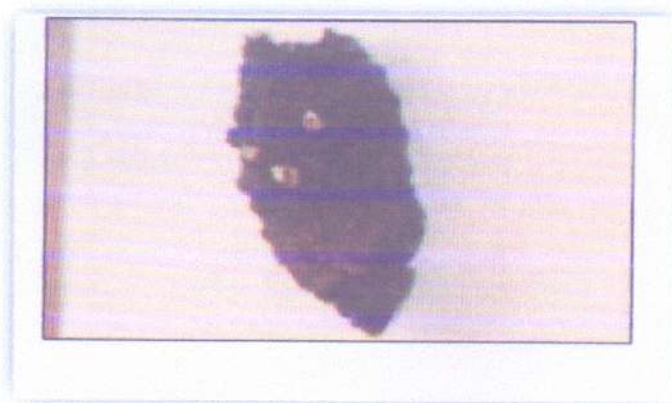


Figure 28: Cabosse d'artichaut (ITCMI)

4.4 Multiplication par éclat de souche

Ce sont des fragments de rhizome qui portent deux à trois bourgeons qui une fois mis en terre donneront les nouvelles pousses.

Le prélèvement se situe de la mi-juillet au début août et consiste à arracher les pied-mères déjà sélectionnés et à les diviser en 2 ou 4 éclats selon leur grosseur.

La reprise dans ce mode multiplication est très délicate : les éclats de souche redoutent les excès d'eau ; en plus l'éclaircissage est obligatoire.

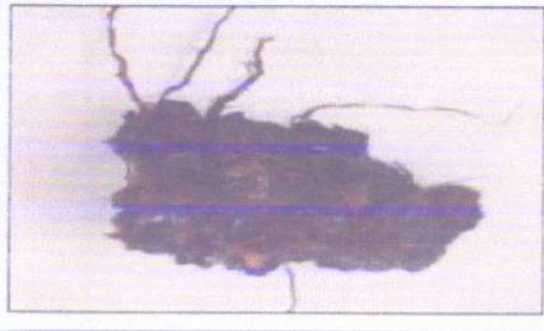


Figure 29 : Eclat de souche de l'artichaut (ITCMI).

4.5 Multiplication par bâton

Ce sont des pousses axillaires de faible vigueur ayant produit un capitule en fin de saison. La période de prélèvement est identique à celle des cabosses. La reprise des bâtons est très satisfaisante, néanmoins ils sont très sensibles aux excès d'eau.



Figure 30 : Bâton d'un artichaut (ITCMI).

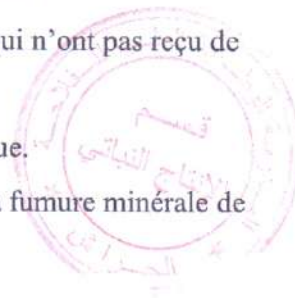
5 Itinéraire technique

5.1 Culture de première année

5.1.1 Préparation du sol

Compte tenu de l'évolution de son système racinaire très important, artichaut préfère des sols profonds et de bonne structure .de ce fait, il est recommander de réaliser :

- En avril-mai : un sous-solage dans le cas des sols mal drainés ou qui n'ont pas reçu de culture d'artichaut.
- Un labour de 20 à 30cm avec enfouissement de la fumure organique.
- Début de l'été (juin) : un disquage croisé avec enfouissement de la fumure minérale de fond.
- Rayonnage juste avant la plantation (juillet).



5.1.2 Fertilisation

Tableau 29 : Fumure préconisée par année de culture (ITCMI).

Apport	Epoque	Quantité par hectare	Unité fertilisante		
			N	P	K
Fumure de fond					
- Organique	Avant plantation	30 à 40T	-	-	-
- Minérale	Avant plantation	10q (15-15-15)	150	150	150
		4q S.Potasse	-	-	200
Fumure d'entretien					
- 1 ^{er} apport	à la reprise 10 jours	2q ammonitrate	67	-	-
- 2 ^{ème} apport	novembre	2q ammonitrate	67	-	-
- 3 ^{ème} apport	décembre	1q ammonitrate	33,5	-	-
- 4 ^{ème} apport	fin janvier-début février	1q ammonitrate	33,5	-	-
Total fumure minérale			350	150	350

5.1.3 Plantation

5.1.3.1 Date de plantation

En fonction des régions et du matériel végétal utilisé (cabosses ou œilletons), les plantations s'effectuent entre le 25 juin et le 20 août. Cette période permet de favoriser un développement important des plants et par la même d'assurer le maximum de récolte en hiver.

Dans l'Algérois la date de plantation préconisée se situe entre le 25 juin et le 15 juillet. Par contre en Oranie, elle se situe entre le 15 juillet et le 20 août.

5.1.3.2 Densité de plantation

La densité de plantation préconisée est de 10000 à 12000 plants à l'hectare.

Les distances retenues sont:

- 1,25m entre les rangs et 0,80m sur les rangs pour la culture mécanisée.
- 1m entre les rangs et 0,80m sur les rangs pour la culture traditionnelle.

5.1.3.3 Technique de plantation

Une première irrigation est nécessaire pour permettre de situer exactement le niveau de plantation.

Le plant est mis en place sur la face nord du billon juste au niveau atteint par l'eau à une profondeur de 4cm. Une fois la plantation terminée, il est nécessaire d'irriguer copieusement, de préférence à la raie, afin de tasser le sol autour du plant pour une meilleure adhérence des racines.

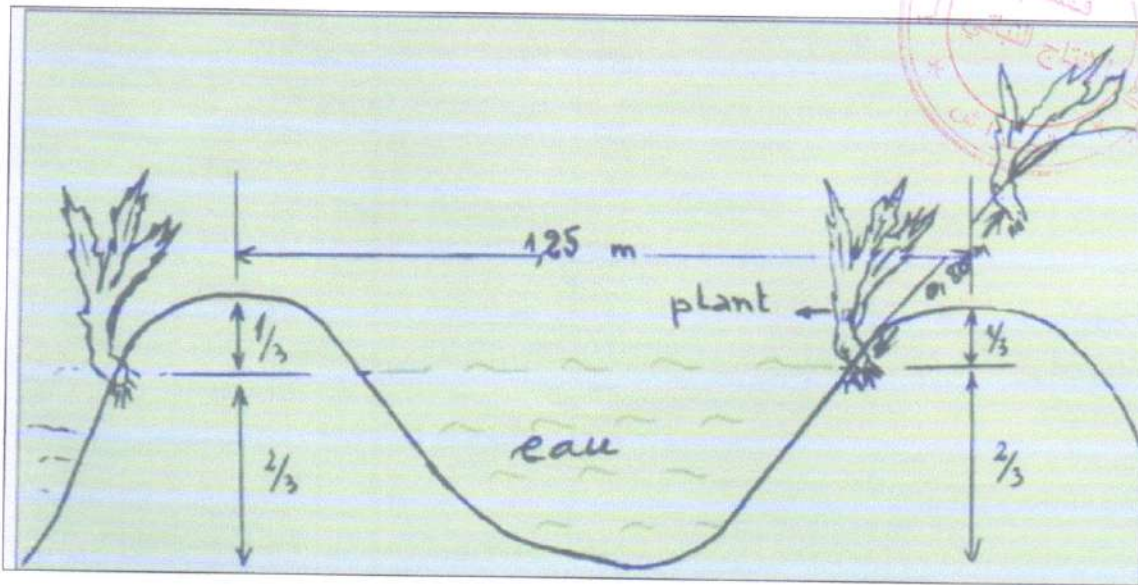


Figure 31 : Schéma de plantation (ITCMI).



5.1.4 Entretien

5.1.4.1 Irrigation

Immédiatement après la plantation des œilletons en place définitive, on doit faire un arrosage et puis, tous les 6-8 jours (d'après les besoins) on fait régulièrement les irrigations jusqu'aux premières pluies les plus abondantes. Vers la fin mai on arrête l'arrosage pour obliger les plants à se mettre en repos; ils se dessèchent rapidement, les feuilles sont enlevées au râteau qui pourront être utilisées pour la préparation du compost.

5.1.4.2 Œilletonnage

Il est nécessaire de supprimer régulièrement tous les rejets développés ne laissant ainsi qu'un rejet par pied. Cet œilletonnage est indispensable parce que parfois plusieurs rejets se développent sur un œilleton planté et peuvent affaiblir le développement des plantes.

5.1.4.3 Billonnage

Les arrosages fréquents exigent des billonnages réguliers pour supprimer les mauvaises herbes poussées et aussi la croûte formée qui peuvent déranger le développement normal des plantes. Les binages doivent se faire soigneusement, sans déranger le développement des racines des jeunes plants situées assez superficiellement dans le sol.

5.1.4.4 Buttage

Pour éloigner le collet des plantes, de l'eau surabondante qui peut s'accumuler dans les rigoles pendant l'hiver, il est nécessaire pendant le mois d'octobre, de faire un buttage par un déplacement des billons jusqu'à 15cm de hauteur.

5.1.4.5 Protection phytosanitaire

Tableau 30 : Principales maladies de l'artichaut.

Désignation de la maladie	Traitement et mesures à adopter	Matières actives à utiliser
Graisse bactérienne	pulvérisations	M.A. cupriques.
Mildiou de l'artichaut	Pulvérisations préventives.	Captane, Manèbe, Mancozèbe.
Oïdium	Pulvérisations anticryptogamique.	Dinocap.
Pythium, Rhizoctone brun, sclérotinia	Tremper les œilletons avant leur mise en terre. Utiliser des pants sains.	Manèbe, quintozone.

Tableau 31 : Principaux insectes parasites de l'artichaut.

Désignation de l'insecte	Traitement et mesures à adopter	Matières actives à utiliser
Altise de l'artichaut ; larves vivant en mineuse dans les feuilles.	Pulvérisations, poudrage insecticides au lever du soleil.	Lindane, Roténone
Casside verte	Pulvérisations.	Lindane, Roténone
Nématodes	Rotation des cultures, utilisation d'œilletons non parasités, désinfection du sol.	Matières Actives classiques.
Puceron noir	Pulvérisation insecticides dès l'apparition des premières colonies.	Bromophos, Dichlorvos, Diméthoate.
Puceron blanc	Arrosage insecticides au pied des plantes.	Parathion.

Source: Laumonnier , 1978.

5.2 Culture de deuxième année

- Procéder au réveil de la culture d'artichaut par des irrigations à partir du 15 juillet, pour permettre le démarrage des yeux qui se trouvent sur les souches.
- Après le ressuyage du sol, il est recommandé d'effectuer un scarifiage suivi d'un billonnage tout en confectionnant les seguias. A ce moment-là on procède au remplacement des manquants.
- La fumure minérale de fond et un premier apport d'azote sont apportés en localisation.
- La suite des soins culturaux est identique à celle préconisée en première année.
- Procéder à un éclaircissage vers le début septembre tout en gardant les deux meilleures pousses qui constitueront le pied-mère.

5.3 Récolte et conditionnement

La récolte s'étale du mois d'octobre à la fin du mois d'avril. Les capitules sont coupés dès qu'ils atteignent leur développement complet, au moment où les écailles commencent à s'écarter en laissant une dizaine de centimètres du pédoncule mais il faut couper les têtes avant qu'elles ne s'amollissent ou deviennent fibreuses.

La récolte de la 1^{ère} année après plantation donne un rendement d'environ 40000- 50000 pommes commercialisées par hectare.

- Avant la fin de la récolte on commence dans la plantation, le prélèvement des œilletons nécessaires pour la création d'une autre artichautière.

- Lorsque la récolte est terminée on laisse les plants au repos, on doit couper les hampes florales à 5 à 10cm au-dessus du sol et nettoyer la plantation en ramassant toutes les feuilles sèches et les hampes florales coupées.

- La récolte de la 2^{ème} année est plus abondante que celle de la 1^{ère} année, environ 80000 jusqu'à 100000 têtes d'artichaut à l'hectare, plus la terre est riche, les soins culturaux pendant la végétation sont réguliers et corrects en particulier l'œilletonnage, l'irrigation, et les engrais apportés plus le rendement et le volume des pommes sont grands, on peut récolter 4-5 pommes de différents volumes par pied dont la terminale est la plus grosse.



Figure 32 : Récolte de l'artichaut.

Selon (Laumonnier), la répartition des différents calibres parait s'établir comme suit :

- 10 % de grosses pommes.
- 25 % de moyennes pommes.
- 65 % de petites pommes.

Généralement on utilise une plantation de 2 au maximum 3 ans car après la 3^{ème} année le rendement et la qualité des pommes diminuent nettement.

Il est bon de récolter le matin alors que les têtes sont bien turgescentes. La récolte est transportée de suite au siège de l'exploitation dans des locaux présentant un degré hygrométrique très élevé et une température aussi basse que possible.


5.4 Commercialisation

La commercialisation de l'artichaut est soumise à la normalisation suivante :

5.5 Caractéristiques de qualité

Les capitules doivent être :

- d'aspect frais, ne présentant notamment aucun signe de flétrissement ;
- entiers ;
- sains, en particulier exempts d'altération susceptible de nuire à leur consommation et à leur conservation ;

- 
- propres, en particulier exempts de souillure et de toute trace de produit de traitement ;
 - dépourvus d'odeur ou saveur étrangères.

5.6 Classification

Les capitules font l'objet d'un classement en trois catégories :

- Catégorie « Extra » : les capitules de qualité supérieure, présentant toutes les caractéristiques et la couleur de la variété, les bractées centrales bien serrées exempts de tout défaut.
- Catégorie « I » : des capitules de bonne qualité, ils peuvent présenter une légère altération consécutive au gel.
- Catégorie « II » : les capitules de qualité marchande, ils peuvent être légèrement ouverts avec quelques défauts (ex : légères taches sur les bractées extérieures, début de lignification des vaisseaux du fond).

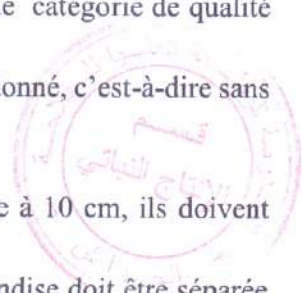
5.7 Calibrage

Les capitules d'artichaut font l'objet d'un calibrage déterminé par le diamètre maximal de leur section équatoriale. L'échelle de calibre fixée ci-après est obligatoire pour les capitules classés en catégories « Extra » et « I » ; elle est facultative pour les capitules classés en catégorie « II ».

- Diamètre de 13 cm et au-dessus ;
- Diamètre de 11 à 13 cm ;
- Diamètre de 9 à 11 cm ;
- Diamètre de 7,5 à 9 cm ;
- Diamètre de 6 à 7,5 cm ;

Enfin le diamètre de 3,5 à 6 cm est admis pour les artichauts dits « poivrade » ou « bouquet ».

5.8 Emballage et présentation

- 
- chaque colis doit contenir des capitules de même variété, de même catégorie de qualité et de même calibre.
 - La présentation doit être normale pour un calibre et un emballage donné, c'est-à-dire sans vide ni pression excessive.
 - Les pédoncules ne doivent pas présenter une longueur supérieure à 10 cm, ils doivent présenter une coupe franche.
 - Lorsqu'il est fait usage d'emballage en bois, la masse de marchandise doit être séparée au moins du fond, des deux grands cotés et du couvercle si l'emballage en est muni, par

du papier ou tout autre moyen de protection approprié. Les papiers ou autres matériaux utilisés à l'intérieur du colis doivent être neufs et non nocifs pour l'alimentation humaine.



Figure 33: Commercialisation de l'artichaut.

Tableau 32 : Tableau récapitulatif sur les coûts de production d'un hectare d'artichaut cultivé en plein champs.

Opérations	Main d'œuvre			Matériel			Approvisionnement			Total DA
	Nbre J	Coût unitaire	Montant DA	Nbr H	Coût unitaire	Montant DA	quantité	Coût unitaire	Montant DA	
Plants							13.000 plants	6	78.000	78. 000
S/T									78.000	78. 000
Travaux du sol :										
-Epannage fumier et engrais	2	400	800	8	400	3200	50 T 14 q	1000 2000	50 000 28000	54.000 28000
- Labour	1	400	400	8	400	3200	2kg	2000	4000	3600
- Disquage	0,5	400	200	4	400	1600				1800
-Désherbage	1	400	400	8	400	3200				7600
S/T			1800			11 200			82. 000	95.000
Plantation et Entretien :										
-traçage+ plantation	30	400	12 000							12.000
- Binage	20	400	8000							8000
-irrigation	10	400	4000				5000	10	50 000	54.000
-fumure	1	400	400				2q	2000	4000	4400
Traitement	16	400	6400	16	400	6400			15 000	27.800
S/T			30 800			6400			69 000	106 200

<u>Récolte+transport</u>	20	400	8000	8	400	3200			
S/T			8000			3200			11 200
Total Général	102,5		40 600	60		20 800		229. 000	29 4.400

Source : (ITCMI 2005).

5.9 Marquage

Chaque colis doit porter à l'extérieur en caractères lisibles et indélébiles les mentions suivantes :

- Identification : emballer/expéditeur ;
- Nature de produit : Artichaut (pour les emballages fermés), nom de la variété, la mention poivrade pour les capitules d'un diamètre de 3,5 à 6cm ;
- Origine du produit : zone de production ;
- Caractéristiques commerciales : catégorie, nombre de capitules, ou masse nette, calibre désigné par des diamètres minimum et maximum des capitules ;
- Marque officielle de contrôle.

5.10 Conservation

La conservation des capitules d'artichaut ne saurait dépasser une huitaine de jours à +1à +2°C avec une hygrométrie atmosphérique relative de l'ordre de 90 à 95%. Il convient de préciser que l'entreposage en chambre froide présente quelques risques d'accidents : dessèchement des pommes et brunissements.

L'artichaut est une plante délicate appréciée au monde entier pour ses nombreuses qualités, par conséquent la consommation de ce légume ne cesse d'augmenter à travers l'ensemble du globe terrestre.

L'Algérie étant un pays du bassin méditerranéen, présente la particularité d'être un pays potentiellement producteur d'artichauts au niveau mondial, ajoutant aussi la qualité très prisée des artichauts algériens chez de nombreux pays étrangers. Entre temps, le travail de l'agronome algérien consistera alors en l'adoption de nouvelles techniques susceptibles d'optimiser la production de l'artichaut en Algérie afin d'être de plus en plus concurrentiels à l'échelle internationale.



CHAPITRE IV : LE FRAISIER : *FRAGARIA* sp

1 Introduction

Le genre *Fragaria*, de la famille des Rosacées, renferme une cinquantaine d'espèces essentiellement de l'Hémisphère Nord. Les espèces présentent 4 groupes de ploïdie (diploïde, tétraploïde, hexaploïde et octoploïde) avec un nombre chromosomique de base 7.

Le Fraisier cultivé, *Fragaria X ananassa* Duch., est octoploïde ($2n = 8x = 56$) et est issu d'un hybride spontané entre deux espèces octoploïdes originaires d'Amérique, *Fragaria chiloensis* Duch. et *F. virginiana* L.

Les fraises sont produites aussi bien pour la consommation à l'état frais que pour l'industrie agroalimentaire. La qualité du fruit est l'objectif principal de la sélection des variétés. La précocité, la fermeté, la couleur, le goût, l'acidité du fruit, la durée de conservation, telles sont les principales qualités exigées par le marché. Les fraises sont fréquemment endommagées par l'attaque des insectes, des champignons, des nématodes, des virus et par le gel. La recherche de variétés résistantes constitue l'essentiel des travaux de biotechnologie sur le Fraisier (EL HAMDOUNI et al., 1999).

En Algérie, la culture du fraisier a pris de l'ampleur lors de cette dernière décennie, nombreux sont les agriculteurs des régions de Jijel, Tipaza et Skikda qui se sont spécialisés dans la production de fraise sous serre ou bien sous tunnel, pour voir la production de ces régions atteindre un plafond de 80 000qx dans la wilaya de Jijel en 2014.

2 Historique et origines du fraisier

La fraise a toujours existé, aussi loin que remontent nos connaissances. En effet, déjà aux temps de la **préhistoire**, les hommes qui pratiquaient la chasse et la cueillette se nourrissaient de fraises des bois.

- Plus tard, les **romains** consommaient la fraise des bois sauvage pour leur vertu thérapeutique, ils s'en faisaient également des masques de beauté.

- Ce ne fut qu'en **1714** (au Moyen Age) que sa culture s'organisa dans les jardins et potagers et sa récolte commence à être améliorée avec fumage et paillage du sol. Sa culture démarre réellement par repiquage des stolons de l'espèce sauvage, la fraise des bois.

- A la **renaissance**, la fraise était déjà appréciée à l'époque en accompagnement de crème pour les femmes et de vin pour les hommes.

• XVe siècle : Toutefois, elle ne fera l'objet d'une véritable culture commerciale qu'à compter du XVIe siècle. Les Anglais, puis les Hollandais améliorent alors les espèces sauvages qui poussent en abondance dans les bois environnants afin d'obtenir de plus gros fruits.

• XVIe siècle : Cependant, dès le XVIe siècle, on cultivera, à l'abri des murets des jardins botaniques, les plants d'une espèce à fruit plus gros et d'un rouge plus foncé (*F. virginiana*) que des explorateurs avaient rapportés du nord-est des États-Unis. Mais, il faudra attendre deux cents ans encore avant que sa culture ne se répande réellement.

• XVIIe siècle : Jean-Baptiste de La Quintine, jardinier de Louis XIV, lui fit les honneurs de son extraordinaire potager. Il les récoltera sous châssis pour le plus grand plaisir du Roi qui en faisait, dit-on, une grande consommation, malgré l'interdiction de son médecin, Fagon.

• XVIIIe siècle : C'est un espion français portant le nom prédestiné d'Amédée François Frézier, dont la mission consistait à « observer » les fortifications portuaires du Chili et du Pérou. Le 17 août 1714, Amédée François Frézier est de retour à Marseille avec, dans ses bagages, des pieds de *Fragaria Chiloensis* qu'il apporte au jardin botanique de Brest puis au Jardin Royal.

• XIXe, les producteurs se regroupent pour commercialiser les fraises.

• Dans les années 1920, le marché anglais est le principal débouché de la fraise qui devient alors un produit très lucratif.

• Vers 1940, la Californie devient premier producteur mondial de fraises.

Les origines de la fraise que nous connaissons aujourd'hui (*Fragaria ananassae*) sont issues d'un croisement de fraise sauvage importée d'Amérique (*Fragaria virginiana*) avec une variété à grands fruits importée du Chili (*Fragaria chiloensis*) par le capitaine breton **Amédée-François Frézier**.

3 Etude de la plante

3.1 Situation botanique

Le fraisier actuellement cultivé (*Fragaria X ananassa* Duch.), résulte d'un croisement entre un fraisier nord-américain (*Fragaria virginiana* Duch.) et un fraisier sud-américain (*Fragaria chiloensis* (L) Duch.). Cinq exemplaires de cette dernière espèce furent rapportés du Chili par le Français Frézier en août 1714.

Les fraisiers (genre *Fragaria*) sont des Angiospermes de la classe des Dicotylédones et de la famille des Rosacées. Les fleurs qui possèdent calicule, calice et corolla présentent un réceptacle charnu (Gilberto, 2005).

• XVe siècle : Toutefois, elle ne fera l'objet d'une véritable culture commerciale qu'à compter du XVIe siècle. Les Anglais, puis les Hollandais améliorent alors les espèces sauvages qui poussent en abondance dans les bois environnants afin d'obtenir de plus gros fruits.

• XVIe siècle : Cependant, dès le XVIe siècle, on cultivera, à l'abri des murets des jardins botaniques, les plants d'une espèce à fruit plus gros et d'un rouge plus foncé (*F. virginiana*) que des explorateurs avaient rapportés du nord-est des États-Unis. Mais, il faudra attendre deux cents ans encore avant que sa culture ne se répande réellement.

• XVIIe siècle : Jean-Baptiste de La Quintine, jardinier de Louis XIV, lui fit les honneurs de son extraordinaire potager. Il les récoltera sous châssis pour le plus grand plaisir du Roi qui en faisait, dit-on, une grande consommation, malgré l'interdiction de son médecin, Fagon.

• XVIIIe siècle : C'est un espion français portant le nom prédestiné d'Amédée François Frézier, dont la mission consistait à « observer » les fortifications portuaires du Chili et du Pérou. Le 17 août 1714, Amédée François Frézier est de retour à Marseille avec, dans ses bagages, des pieds de *Fragaria Chiloensis* qu'il apporte au jardin botanique de Brest puis au Jardin Royal.

• XIXe, les producteurs se regroupent pour commercialiser les fraises.

• Dans les années 1920, le marché anglais est le principal débouché de la fraise qui devient alors un produit très lucratif.

• Vers 1940, la Californie devient premier producteur mondial de fraises.

Les origines de la fraise que nous connaissons aujourd'hui (*Fragaria ananassae*) sont issues d'un croisement de fraise sauvage importée d'Amérique (*Fragaria virginiana*) avec une variété à grands fruits importée du Chili (*Fragaria chiloensis*) par le capitaine breton **Amédée-François Frézier**.

3 Etude de la plante

3.1 Situation botanique

Le fraisier actuellement cultivé (*Fragaria X ananassa* Duch.), résulte d'un croisement entre un fraisier nord-américain (*Fragaria virginiana* Duch.) et un fraisier sud-américain (*Fragaria chiloensis* (L) Duch.). Cinq exemplaires de cette dernière espèce furent rapportés du Chili par le Français Frézier en août 1714.

Les fraisiers (genre *Fragaria*) sont des Angiospermes de la classe des Dicotylédones et de la famille des Rosacées. Les fleurs qui possèdent calicule, calice et corolla présentent un réceptacle charnu (Gilberto, 2005).

3.2 Description morphologique

Le fraisier est une plante pérenne herbacée chez laquelle les différents organes sont très proches les uns des autres y compris entre partie aérienne et partie souterraine, contrairement aux arbres. Encore contrairement aux arbres, 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. A la base des pétioles des feuilles, des bourgeons axillaires inhibés assurent, le cas échéant, le développement de stolons ou de cœurs secondaires dont les méristèmes pourront eux-mêmes devenir reproducteurs (Gilberto, 2005).

La partie charnue de la fraise provient du développement, après la fécondation, du réceptacle de la fleur. Elle est parsemée de petits fruits secs, les akènes, contenant chacun une seule graine et provenant du développement des carpelles (LAROUSSE AGRICOLE, 2002)

3.3 Stades phénologiques

1. Début développement.
2. Développement des feuilles.
3. Début développement des stolons.
4. Première plante fille est développée et prête à la plantation.
5. Apparition des ébauches florales au centre de la rosette.
6. Début floraison.
7. Les premières fraises ont atteint la couleur spécifique.
8. Formation de nouvelles feuilles. (ITCMI, 2010).

3.4 Cycle annuel 'normal' du fraisier

3.4.1 Croissance des feuilles

A partir de la fin de l'hiver, la croissance devient manifeste au niveau du bourgeon terminal. La croissance des feuilles devient importante (allongement des pétioles, augmentation de la surface des feuilles). De nouvelles feuilles sont émises (élaboration de primordia et d'ébauches foliaires). De même, si une inflorescence est présente, elle va croître ; la floraison se produira, puis la croissance et la maturation des fruits.

La vitesse de croissance végétative mais aussi les dimensions finales des feuilles sont toujours sous le contrôle instantané des facteurs de l'environnement ; en particulier la photopériode exerce une influence positive sur la multiplication et l'allongement cellulaires.

Mais bien sûr, l'alimentation hydrique et minérale peut moduler la croissance, ainsi que les facteurs biotiques (maladies, parasites, ...), mais pas le rythme d'émission des feuilles

(Guttridge, 1970). Les températures optimales pour la croissance se situeraient dans une plage de 18 à 28°C (Heide, 1977). En ce qui concerne les racines la plage optimale des températures serait la même, les effets devenant vite négatifs au-dessus de 30°C.

A l'automne la diminution de la vitesse de croissance et des dimensions finales des feuilles paraît logique. Mais derrière le contrôle instantané des facteurs climatiques, un autre type de facteur apparaît, endogène. Il est reconnu depuis longtemps (Guttridge, 1968) ; il s'exprime par une incapacité intrinsèque de croissance, qui est nommée endodormance (Gilberto, 2005).

3.4.2 Croissance des stolons

La formation de stolons correspond à un type de ramification du plant de fraisier. Ce phénomène est d'une grande importance pratique, car il est la base de la multiplication végétative des plants de production ; en effet, certains nœuds de stolons (qui sont des rameaux longs) peuvent s'enraciner, puis devenir à terme indépendants de la plante-mère (Gilberto, 2005).

3.4.3 Morphogenèse florale

L'induction florale marque le début d'un destin morphologique différent pour les méristèmes qui la subissent.

Le photopériodisme joue un rôle prépondérant, mais la température peut aussi moduler ou contrôler complètement le phénomène. Les températures fraîches au début de l'automne le favorisent ; au contraire des températures froides prolongées le bloquent.

3.4.4 Les 3 types variétaux

Il existe 3 groupes de variétés, classées selon leur réaction à la longueur du jour :

- Les variétés non-remontantes (de jours courts) : en conditions classiques de production, l'induction florale se fait au cours de l'automne lorsque la longueur du jour est inférieure à une longueur du jour critique (plus ou moins 13 h). La plante fleurit et produit alors au printemps ;
- Les variétés semi-remontantes : la longueur du jour critique se situe aux environs de 14h30. L'induction commence au mois d'août et le développement des premières hampes peut s'achever avant l'hiver ;
- Les variétés remontantes : la longueur du jour critique est d'environ 16 heures. L'induction florale se produit toute l'année avec une floraison théorique continue. Quelques rappels de physiologie

Le facteur variétal est très important. Le genre *Fragaria* compte de nombreuses espèces et variétés qu'on peut distinguer selon leur particularité dans l'induction florale :

- les variétés non remontantes (de jours courts) : en conditions classiques de production, l'induction florale se fait au cours de l'automne lorsque la longueur du jour est inférieure à une longueur du jour critique (environ 13h). La plante fleurit et produit alors au printemps ;

- les variétés semi-remontantes : la longueur du jour critique se situe aux environs de 14h30. L'induction commence au mois d'août et le développement des premières hampes peut s'achever avant l'hiver ;

- les variétés remontantes : la longueur du jour critique est d'environ 16 heures. L'induction florale se produit toute l'année avec une floraison théorique continue.

L'induction florale débouche sur l'initiation florale, transformation rapidement visible du méristème végétatif en méristème floral, étape dont l'écophysiologie est moins connue (Durner et Poling, 1987).

La différenciation florale est la phase de mise en place des pièces florales dans le bourgeon. La différenciation florale est activée par les jours longs et serait due à l'effet promoteur de l'augmentation des gibbérellines dans ces conditions. Le froid n'aurait pas d'effet sur cette différenciation, si ce n'est qu'il retarderait la mise en place des pièces florales des bourgeons, notamment en fin d'hiver (Durner et Poling, 1987) (Gilberto, 2005).

3.5 La valeur nutritive de la fraise et son effet sur la santé

- Valeur nutritive

	Fraises crues, 125 ml, 90 g, environ 7 fraises moyennes
Calories	29
Protéines	0,6 g
Glucides	6,7 g
Lipides	0,3 g
Fibres alimentaires	2,0 g
Charge glycémique :	Donnée non disponible
Pouvoir antioxydant :	Très élevé

Sources : Santé Canada. Fichier canadien sur les éléments nutritifs, 2010.

- Que contient la fraise ?

- Composés phénoliques

- Les **flavonoïdes** sont les principaux composés phénoliques présents dans la fraise²². Ils donnent la couleur rouge des fraises et sont parmi les composés qui contribuent le plus à sa capacité antioxydante. Parmi les flavonoïdes, on retrouve les **anthocyanines**, qui auraient un effet protecteur contre le **cancer**. Ils inhiberaient également la croissance des cellules cancéreuses humaines du côlon, de la prostate et de la cavité orale.

- **Vitamines et minéraux principaux**

✓ Vitamine C : La fraise est une **excellente source** de vitamine C.

✓ Manganèse : La fraise est une **bonne source** de manganèse.

• **Les bienfaits de la fraise**

Une consommation élevée de **fruits** et légumes diminuait le risque de maladies cardiovasculaires, de certains cancers et d'autres **maladies chroniques**.

✓ **Cancer** : Des études ont démontré qu'une consommation quotidienne d'une bonne quantité de **fraises** fraîches ou congelées (1 1/2 tasse à 2 tasses) permettait d'augmenter la capacité antioxydant de l'organisme (mesurée dans le sang³⁰ et l'urine⁴). Les fraises seraient ainsi efficaces pour réduire les risques de cancer et améliorer les défenses du corps contre les **maladies chroniques**.

✓ **Maladies cardiovasculaires**. Les recherches indiquent que les **flavonoïdes** (présents entre autres dans les fraises) peuvent diminuer le risque d'athérosclérose, un des processus menant aux maladies cardiovasculaires

Inflammation. Selon les résultats d'expériences *in vitro*, les extraits de fraises auraient un effet **anti-inflammatoire**. Les processus d'inflammation sont impliqués dans l'apparition de plusieurs maladies, incluant la maladie d'Alzheimer, le cancer et les maladies cardiovasculaires

3.6 Préparation des plants pour des productions dessaisonnées problèmes de l'artificialisation du cycle

3.6.1 Plants pour la production précoce : levée artificielle d'endodormance

La levée artificielle d'endodormance en octobre/novembre répond à l'objectif professionnel de mise en production sous abri ou sous serre dès le début du mois de décembre pour une production de fruits attendue fin mars – début avril. La levée d'endodormance se fait par l'application de froid artificiel : passage des plants en chambre froide (classiquement à 2°C) pour une durée dépendant de l'exigence en froid de la variété (environ 1 mois pour les variétés à exigence moyenne). Le problème posé par la maîtrise de ce traitement est celui de la date à laquelle il peut être commencé pour que les doses de froid apportées aient l'efficacité attendue

; il faut théoriquement pour cela que l'entrée en endodormance soit terminée. Mais, faute de méthodes opérationnelles pour le suivi d'état des plants, les professionnels choisissent empiriquement les dates d'entrée en chambre froide, avec des résultats parfois mauvais. Demeiné (2004) indique qu'avec le même temps de traitement froid, mais pour des dates de début de traitement différents, la production de fruits a été très différente chez différents producteurs ; l'auteur fait l'hypothèse que chez certains des producteurs, une partie de la dose de froid apportée a servi pour achever l'entrée en endodormance et ensuite a manqué pour lever complètement l'endodormance (Gilberto, 2005).

3.6.2 Plants pour la production tardive : conservation en chambre froide

La conservation en chambre froide qui répond aux objectifs professionnels de protection des plants des conditions adverses de l'hiver puis de disponibilité de ces plants pour les producteurs, allant jusqu'au milieu de l'été, pose des problèmes par rapport à la qualité agronomique souhaitée de ces plants. Parmi ceux-ci, l'évolution de cette qualité au cours de la conservation. Les connaissances sur cette évolution et l'influence des conditions de conservation sont assez limitées. L'évolution à long terme de l'état physiologique des plants qui détermine la capacité de croissance des racines, la capacité à développer le feuillage, les organes floraux, et finalement à assurer la croissance des fruits, est mal connue.

Les études ont surtout porté sur les relations entre les divers aspects de la qualité physiologique du plant et des paramètres comme ceux du statut glucidique du plant, et de plus essentiellement sur la partie souterraine.

Les résultats indiquent nettement que les paramètres concernant la partie souterraine sont importants. Toutefois, certains résultats laissent supposer que la capacité intrinsèque de croissance de la partie aérienne pourrait jouer un rôle. Aucune étude n'a été faite sur cet aspect de la biologie des plants en longue conservation (Gilberto, 2005).

3.6.3 Régénération in vitro du fraisier

Les techniques de régénération *in vitro* chez le Fraisier ont été fortement utilisées comme alternative à la propagation traditionnelle (EL HAMDOUNI et al., 1999). C'est en raison de la dégénérescence observée en fraiseraie due à des viroses ou des champignons, *Phytophthora cactorum* notamment, que la thérapie tout d'abord, puis la culture de méristème, ont été mises en place dès le début des années 70 sur fraisier. Cette technique a permis de régénérer des variétés contaminées et de produire des pieds mères indemnes de virus et champignon, base

ensuite de la multiplication traditionnelle. Les quantités de plants disponibles sont alors limitées (BOURRAIN, 2012).

A partir de 1974, la technique de micropropagation a été adoptée par de nombreux pays afin de proposer aux fraiseiculteurs du matériel végétal de qualité en quantité. Elle permet de diminuer le nombre de traitements phytosanitaires et augmente, par son potentiel, le nombre de variétés disponibles sur le marché. La culture *in vitro* devient règlementaire dans plusieurs schémas de certification.

Ces différents éléments montrent toute l'importance de la vigilance sur la pratique de cette technique qui a pour objectif de fournir du matériel végétal de qualité, authentique, conforme et sain (BOURRAIN, 2012).

3.7 Les différentes phases de la micropropagation

Pour initier un processus de micropropagation, on utilise souvent comme source d'explants des plantes mères cultivées dans des conditions optimales, aussi bien du point de vue sanitaire que physiologique pour garantir une réponse uniforme des explants et un faible taux de contamination durant la phase de multiplication.

La micropropagation du Fraisier nécessite 4 phases (BOXUS, 1974) :

3.7.1 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 (DEBERGH et MAENE, 1981 in : EL HAMDOUNI et al., 1999).

Tous les bourgeons de la plante peuvent être utilisés pour initier les cultures, les méristèmes des différents bourgeons ne différant pas quant à leur capacité de régénération (DAMIOANO, 1980 in : EL HAMDOUNI et al., 1999). 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 (HUNTER, 1984 in EL HAMDOUNI et al., 1999). 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 (BOXUS, 1977).

3.7.2 Phase de multiplication ou de prolifération

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 à la base de chaque pétiole (BOXUS, 1974). On obtient une masse de bourgeons sans racine et présentant des feuilles unifoliolées. Plus d'un million de plantes nouvelles peuvent être produites de cette manière en l'espace d'une année en partant d'un seul méristème (EL HAMDOUNI *et al.*, 1999).

3.7.3 Phase d'enracinement

Cette phase a pour objectif d'assurer l'enracinement des vitropousses 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).

3.7.4 Phase d'acclimatation ou de transfert des plants en terre

L'acclimatation est la phase la plus critique de la micropropagation chez plusieurs espèces végétales, elle constitue, avec ses nouvelles conditions *in vivo*, un obstacle majeur pour l'utilisation de la micropropagation à l'échelle industrielle à cause des problèmes de survie (SUTTER et LANGHANS, 1979 *in* EL HAMDOUNI *et al.*, 1999). Le stress hydrique et la faible capacité de photosynthèse sont les deux principaux facteurs responsables du faible taux de survie des vitroplants en champ (PREECE et SUTTER, 1991 *in* : EL HAMDOUNI *et al.*, 1999).

3.8 Mise en place de la culture et ses exigences

3.8.1 Exigences

1. Aime les sols silico argileux riches en humus et légèrement acides ou neutres.
2. Le fraisier craint les climats très secs.
3. Température optimale : 15 à 20 °C
4. pH : 6 à 6,5

Salinité : sensible 3 à 2 mmhos/cm⁻¹ (ITCMI, 2010).

5. Redoute les sols calcaires à effet chlorosant (teneur > à 3% de calcaire actif) (Carmentran, 2005).

3.8.2 Mise en place de la culture

3.8.2.1 Choix des parcelles

La rotation est largement conseillée pour une bonne gestion sanitaire de l'ensemble des parcelles de son exploitation. En pratique, il ne convient pas d'établir une fraiseraie moins de 3 à 4 ans après la précédente. Cette fréquence est cependant à moduler selon le degré de fertilité naturelle du sol, sa structure et son état sanitaire à la fin de la production précédente.

Remarque : Plusieurs parasites des fraisiers comme le *Verticillium*, le *Phytophthora* (champignons pathogènes), mais aussi des nématodes ou autres ravageurs du sol... peuvent rester présents dans le sol jusqu'à 10 à 12 ans !

Sur sols neufs, le risque principal est l'infestation par des insectes du sol, tels que les taupins ou les noctuelles terricoles (Carmentran, 2005).

Certains précédents culturels du fraisier sont favorables et d'autres ne le sont pas.

Tableau 34 : Les précédents favorables et défavorables pour la culture du fraisier.

PRECEDENTS FAVORABLES	PRECEDENTS DEFAVORABLES
Prairies permanentes Attention aux larves d'insectes du sol Libèrent 40 à 100 unités d'azote	Légumineuses (pois, vesce, haricot, luzerne). Risque de <i>Verticillium</i> et de <i>Rhizoctonia</i> Libèrent jusqu'à 30 unités d'azote
Prairies temporaires de graminées (Raygrass) libèrent 20 à 40 unités d'azote	Cultures de solanées (tomates, pommes de terre, tabac, aubergine, poivron)
Culture dérobée d'automne sauf haricot	<i>Verticillium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Fusarium</i> ... Libèrent jusqu'à 20 unités d'azote
Culture de céréales L'enfouissement des pailles bloque 20 unités d'azote	Arbres fruitiers et pépinières fruitières, framboisiers. Risque de <i>Phytophthora cactorum</i> et pourridiés
Sols de défriches amendés travaillés et assainis Attention aux pourridés, <i>Rhizoctonia</i> , nématodes	Cultures légumières ou horticoles (bulbes, oignons, poireaux, asperges, betteraves, carottes). Risque de nématodes, <i>Pythium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Rhizoctonia</i>
Maïs Attention à la décomposition des chaumes	Sols de défriches directes

Bloque jusqu'à 30 unités d'azote	Attention aux déséquilibres physico-chimiques
----------------------------------	---

Source : La fraise, Marise de la production, monographie du CTIFL Mars 1997
(Carmentran, 2005).

1-Rotation : tous les 6 à 8 ans

2-Associations bénéfiques : possible laitue, navet, oignon printemps, trèfle blanc (GAB, 2009)

3-Travail du sol

4-Pour une culture de fraisier de printemps, le travail s'effectue au printemps, environ 2 mois avant plantation (mai-juin) (Carmentran, 2005).

5-Labour 20 à 25 cm.

6-Passage de herse

7-Passage du buttoir à ailes (pour créer les planches)

8-Installation du paillage plastique. (ITCMI, 2010).

3.8.2.2 Plantation

La plantation est une étape très importante pour assurer votre production de l'année suivante. En effet, une bonne reprise et une bonne installation du système racinaire durant l'été et l'automne sont les bases pour :

- une alimentation correcte du système aérien,
- une mise en réserve optimale dans les cœurs pour passer la période hivernale et avoir une bonne reprise en sortie d'hiver,
- la floraison printanière qui est le résultat d'un processus débuté à l'automne, au moment de l'initiation florale quand les bourgeons passent de l'état végétatif à l'état reproducteur ou floral (Carmentran, 2005).

Avant plantation, prenez le temps d'observer rigoureusement quelques plants :

- 1- Vérifier les racines par observation extérieure et en grattant jusqu'à observer le filet conducteur à l'intérieur des racines. Pour les plants mottes, des racines blanches et poussantes sont signe de bonne qualité du plant au niveau racinaire.
- 2- Vérifier les cœurs en coupant quelques plants dans différentes caisses.
- 3- Eliminer les plants présentant soit
 - un cylindre central rouge des racines en partie terminale = *Phytophthora fragariae*,
 - des striures brunâtres à rouge au niveau de la zone vasculaire = anthracnose,
 - une pourriture du cœur,

- une nécrose du rhizome rouge brique – nécrose de la zone vasculaire avec "porte d'entrée" du champignon = *Phytophthora cactorum*,
- le cœur vitreux = dégât de gel (**Carmentran, 2005**).

Plantez à la bonne profondeur en veillant à ce que le collet soit au niveau du sol (tenir compte du tassement possible du terrain par l'arrosage : il risque de déchausser les plants ; dans ce cas, enterrer le collet de 1 à 2 cm). La base des racines ne doit pas apparaître hors du sol car c'est au-dessus que prennent naissance les nouvelles racines. Le bourgeon du plant doit être bien dégagé afin d'éviter le pourrissement du cœur et des jeunes feuilles.

- Eviter que les racines soient recourbées.
- Tasser la terre autour du plant (**Carmentran, 2005**).

❖ Les dates optimales de plantation dans notre région sont en :

- Octobre novembre : plant frais
- Juillet août : plants frigo

❖ Distances de plantation :

- ✓ Entre lignes : 0,60 à 0,70 m
- ✓ Entre plants : 0,30 m
- ✓ Entre les lignes jumelées : 0,90 m
- ✓ Dans les rangs 0,30 à 0,40 m.
- ✓ Densité : 60 à 70 000 plants / ha
- 50 à 60 000 plants / ha plein champ

70 000 plants / ha sous tunnel (**ITCMI, 2010**).

3.8.2.3 Fertilisation

L'analyse chimique du sol est très fortement conseillée pour un raisonnement essentiel d'optimisation de la fumure de fond (économie d'intrants tout en répondant aux réels besoins de la plante) (**Carmentran, 2005**).

Il n'y a pas de règle générale pour les quantités d'engrais à apporter avant plantation. **Raisonnez vos apports en fonction de la nature du sol, des résultats de l'analyse de terre, de votre précédent cultural.** Un excès de vigueur au moment de l'induction florale (fin août - courant septembre) pénalise la qualité et la quantité de fleurs émises au printemps (**Carmentran, 2005**).

Fumure de fond :

Organique : Plante exigeante en fumure organique 2 à 3 mois avant plantation 50 t/ha. (ITCMI, 2010).

En ce qui concerne le fumier de ferme, il doit être apporté à l'automne précédent la culture ou, pour le fumier bien composté, au minimum 3 à 4 mois avant plantation. (Éviter le fumier de mouton qui libère trop d'azote : risques importants de brûlures racinaires et de mauvaise implantation du système racinaire) (Carmentran, 2005).

- Fumure minérale avant plantation

- ✓ 150 unités de N / ha
- ✓ 80 unités de P/ ha
- ✓ 100 unités de K/ ha

En fonction de l'analyse de sol, pour les éléments comme le magnésium et le bore, apporter :

- ✓ 30 à 40 unités de MgO
- ✓ 5 à 10 kg/ha de Bore sous la forme de soluble. Cependant, attention aux excès (Carmentran, 2005).

- ❖ Fumure d'entretien :

- ✓ 100 unités de N / ha
- ✓ 100 unités de K / ha

Ces doses seront fractionnées en 02 pour la culture à la raie, 03 à 04 apports pour la culture au goutte à goutte. (ITCMI, 2010).

3.8.2.4 Irrigation

Plante très exigeante en eau, nécessite 6000 à 9000 m³, un stress hydrique de quelques jours peut entraîner une baisse de rendement. (ITCMI, 2010).

L'eau est le facteur essentiel de la reprise. Au fur et à mesure de votre plantation, essayer de lancer l'irrigation pour éviter un stress thermique des plantes. Si vous ne pouvez pas, en attendant la mise en route de l'aspersion, il est conseillé d'apporter de l'eau au pied/pied. Cela permet de mettre la terre au contact des racines et d'éviter le dessèchement du plant = contact sol/système racinaire (Carmentran, 2005).

Pour une meilleure irrigation, le goutte-à-goutte doit être en place dès la préparation de la plantation. Il permet une économie d'eau et un meilleur enracinement (Carmentran, 2005).

Ainsi, il est conseillé de mettre l'aspersion et le goutte à goutte pendant **environ 3 semaines** après plantation environ (Carmentran, 2005).

3.8.2.5 Entretien de la culture

- **Coupe des fleurs et stolons**

Lors de l'été et du début d'automne, coupe des fleurs et des stolons en 2 à 3 passages. Ne pas fatiguer les plants avec des mises en fruits.

- **Taille**

Fin décembre à février, nettoyage des pieds avec enlèvement des vieilles feuilles par nettoyage manuel ou mécanique par tondeuse. Attention de ne pas passer trop près des cœurs au risque de les casser (Carmentran, 2005).

- **Paillage**

Mise des paille céréales dans les passe-pieds (5 à 8 t/ha) 3 semaines environ avant le début récolte (Carmentran, 2005).

- **Effeuilage (ITCMI, 2010).**

- **Couverture :**

Lorsque les heures de froid sont atteintes, couvrir les fraisiers avec la couverture plastique (chenilles, Tunnels) (Carmentran, 2005).

Points à surveiller sur votre fraiseraie :

- ✓ Faire le point **3 à 5 jours après plantation** : repérer toutes les **hétérogénéités** de reprise (surveiller l'humidité du sol, le sol mal tassé...).

- ✓ **1 semaine après plantation**, s'assurer qu'il y a bien **émission de radicelles blanches**.

- ✓ Regarder **l'émission de racines au collet** au bout **d'un mois et demi**. (Carmentran, 2005).

- Vérifiez la performance de l'installation d'irrigation localisée (Carmentran, 2005).

- En période humide et en fonction des abris, bien aérer les abris au risque d'avoir un développement important de botrytis, tant au niveau de la végétation et des cœurs qu'au niveau des fruits (Carmentran, 2005).

3.8.2.6 Récolte

Manuelle, rendements : Plein champ : 20 à 25 t / ha

Sous serre : 25 à 35 t / ha (ITCMI, 2010).

Cueillir 2 fois par semaine, le matin pour la vente dans la journée, éviter le stockage en frigo.

Attention aux coups de chaleur sur certaines variétés qui « ramollissent » (GAB, 2009)

3.8.2.7 Conservation

Le refroidissement post-récolte est essentiel pour prolonger la durée de conservation des fraises. Les fruits récoltés doivent être retirés du champ et refroidis dans les deux heures suivant la cueillette. Avant de refroidir les fruits, il faut les mettre à l'ombre pour éviter le réchauffement causé par le soleil. Il ne suffit pas de placer les fruits dans une chambre froide pour enlever la chaleur de récolte. Il faut forcer de l'air à travers les plateaux de fruits (Charles, 1998).

Si vous disposez d'une chambre suffisamment froide, cela peut être fait à peu de frais en montant un ventilateur sur une chambre de répartition d'air construite en contreplaqué. Les palettes de fruits sont placées contre l'ouverture de la chambre de répartition d'air et le ventilateur aspire l'air froid de la chambre froide et le fait passer à travers les palettes. Le ventilateur devrait être placé au-dessous du groupe frigorifique de manière que l'air réchauffé par les fruits soit refroidi avant de se mélanger de nouveau à l'air ambiant. Le refroidissement par air pulsé amènera les fruits à 1 °C en une ou deux heures. Une fois refroidis, les fruits doivent être gardés à 0 °C pendant toute la durée du transport et de l'entreposage. Une bonne réfrigération limitera le pourrissement, conservera l'éclat des fruits et évitera le noircissement et un mûrissement excessif (Charles, 1998).

Après le refroidissement, si les fruits froids viennent en contact avec de l'air chaud et humide, ils perdront temporairement leur éclat en raison de la condensation qui se formera sur les fruits. À mesure que les fruits se réchaufferont, la condensation disparaîtra et leur éclat reviendra. Pour éviter la condensation, vous pouvez recouvrir les fraises de plastique de manière à empêcher le contact avec l'air humide (Charles, 1998).

3.8.2.8 Maladies et ravageurs

Les maladies et les ravageurs sont des causes importantes pour la baisse de rendement ou de la qualité de la récolte, une rotation assez longue, un travail du sol adéquat et d'autres pratiques culturales (ex : choix des cultivars, choix de la dates de semis,..) aident à prévenir certains maladies ou ravageurs, mais ces pratiques ne suffisent souvent pas à diminuer les niveaux de dommages sans qu'une intervention plus directe soit nécessaire pour protéger plusieurs cultures. Dans la lutte contre les maladies et le ravageurs, un dépistage rigoureux est primordial afin d'intervenir au bon moment.

Dans tous les cas, il s'agit de bien comprendre le biologie du pathogène (champignon, bactérie, virus) ou de ravageurs (insectes, nématodes,...) afin de pouvoir intervenir de façon judicieuse.

Tableau 35 : Liste non exhaustive et évolutive de maladies et ravageurs sur fraisier.

Maladies-ravageurs	Traitements / Applications	
Taupins, vers blancs	Tourteau de neem ou de ricin Appâts avec des rondelles de pomme de terre	
Nématodes	Précédent tagètes	
Champignons pathogènes	Désinfection vapeur Inconvénients cher et long Interculture: engrais vert ex: sorgho fourrager	
Oïdium	Soufre fleur ou micronisé Dérogation jusqu'au 31 décembre 2005 Dose/ha: 3 kg/ha	
Xanthomonas	Cuivre type cuivrol 0,6 à 2,5 kgs/ha ou bouillie bordelaise RSR 12,5 kgs/ha	
Phytophthora cactorum et fragariae	Trichoderma	
Verticillium		
Botrytis	Gestion climatique	
Pucerons	Biophytoz L2 3,5 l/ha Bien mouiller. Traiter le soir car photodégradable	
Noctuelles défoliatrices	Bacillus thuringiensis	
Tâches rouges et pourpres	Cuivre type héliocuire Soufre type héliosoufre + solith (lithotamme = algue marine+ oligo-éléments) = adjuvant adoucissant l'agressivité du Cuivre ou du soufre sur la plante. Utiliser au moins 1 mois avant récolte. Tâche les plantes. Dose: 1 à 2 l/ha	
Aleurodes	Mycotal	1 g/l Volume de bouillie > 1000 l/ha 18 à 28°C, 70% minimum d'hygrométrie durant 3 jours après l'application

		Ne pas faire de fongicides 3 jours avant et après l'application
Acariens	Soufre	
Limaces	Orthophosphate de fer	
Rongeurs	Pièges englués	

Source : (Carmentran, 2005).

4 Variétés les plus cultivées en Algérie et les zones de production

Selon le rapport de l'ITCMI, les variétés les plus cultivées en Algérie sont : Tioga, Douglas, Chandler, Cimarosa, Tudela, Russicada, Condonga.

La culture du fraisier est menée en plein champ, sous serre ou sous tunnel, donc peut être cultivée dans presque toutes les régions du pays. (ITCMI, 2010).

Cependant, on peut distinguer trois zones ayant un fort potentiel de production et qui sont :

- **Jijel** : Dans la wilaya de Jijel, la culture intensive de la Fraise a été introduite en 2001, avec une superficie de quatre hectares, progressivement cette superficie a augmenté pour atteindre la superficie de cent cinquante-neuf hectares en 2012, durant cette période de 13 ans seulement la superficie consacrée à la culture de la fraise sous serre et sous petit tunnel (**Chambre d'agriculture de la wilaya de Jijel, 2014**). Le président de la chambre nationale de l'agriculture a affirmé, que la wilaya occupe désormais la première place à l'échelle nationale en termes de production. Cette dernière s'est établie pour la campagne 2012-2013 à 52 450 quintaux. Les agriculteurs utilisent actuellement 12 variétés dans la wilaya (Naid, Camarosa, Condonga, Carmila, Vantana, Sabrina, Cristal, Siba, Arosa, Ritis, Go5 et Tudla) (**NIAR M., 2014**).

Pour éviter le développement de la culture de la fraise au détriment d'autres cultures sous serre, la chambre d'agriculture a encouragé le développement de la culture de la Fraise sous les petits tunnels, et sur les 245.42 ha réalisée en 2014, 157,30 ha sont réalisés sous les petits tunnels soit 60% (**Chambre d'agriculture de la wilaya de Jijel, 2014**).

- **Tipasa** : La wilaya de Tipasa compte 97 fraisculteurs, qui activent sur une superficie de 164 ha. La production annuelle de fraise avoisine les 56 000 qx, soit un rendement de 350 q à l'hectare. Les communes de Bou Ismaïl détiennent 73% de la superficie consacrée à la production de la fraise dans la wilaya : La production annuelle de fraise avoisine les 56 000qx, soit un rendement de 350 q à l'hectare, la culture de la fraise s'effectue sur une surface de 115 ha sous tunnel et 49 ha sous serre (**NIAR M., 2014**).

• La wilaya de Skikda a atteint une production de 23 375 quintaux de fraises en 2011 contre 23 000 en 2010. Les surfaces réservées à cette culture atteignent 274 hectares, alors qu'elles n'étaient que de 165 ha en 1990 ; ce qui témoigne de l'intérêt grandissant que portent les agriculteurs à cette spéculation. La fraise la plus répandue et la plus appréciée à Skikda est sans conteste la Rusicade, appelée localement «Lemkerkeba» (l'arrondie), introduite en 1920 dans la région par un colon italien. D'autres espèces sont également cultivées dans cette wilaya où la culture de la fraise sous serre a été introduite en 2006 (NIAR M., 2014).

5 Contraintes et perspectives

Selon DAALOUL *et al.*, (1991) Les contraintes que connaissent les recherches de biotechnologies peuvent être résumées en trois types

✓ Equipement et approvisionnement

Les institutions de recherche possèdent le minimum d'équipement de laboratoire requis pour le niveau I avec une carence très importante en matière de chambres de culture de serres d'acclimatation et surtout en matière d'approvisionnement en produits (milieux de cultures, verrerie, petit matériel, groupes électrogènes, etc...). Les institutions engagées dans la production industrielle sont équipées convenablement pour le niveau I notamment en serres d'acclimatation (DAALOUL *et al.*, 1991)

✓ Conception, conduite et maintenance

D'une façon générale les laboratoires engagés dans la culture des tissus sont bien conçus de manière fonctionnelle. Dans les laboratoires industriels la conduite est plus stricte et répond plus aux précautions d'usage que celle des laboratoires dépendant des institutions d'enseignement et de recherche. Cependant le problème de la maintenance du matériel scientifique se retrouve dans toutes les institutions d'où le besoin en formation du personnel de maintenance (DAALOUL *et al.*, 1991)

✓ La formation, le perfectionnement et l'information

Les besoins en information scientifique et documentation sont parmi les priorités à considérer pour rendre ces programmes de recherche. Opérationnels et à l'écoute des nouvelles découvertes scientifiques dans le domaine des biotechnologies. Ces besoins ne peuvent pas être couverts par les budgets des établissements publics d'où l'intérêt des liens entre le public et le privé dans ce domaine. Ces liens ne peuvent pas se créer sans un effort de vulgarisation sous

forme de séminaires, de journées ouvertes, de publications techniques simplifiées où l'aspect socio-économique est aussi envisagé (DAALOUL *et al.*, 1991).



✓ **Les contraintes économiques**

- Disparité des coûts de production et désavantage concurrentiel ;
- Des fluctuations de prix (en fonction de la demande) difficiles à gérer (AGRICULTURE & TERROIRES., 2012)

Actions à prévoir

- Suivi technique individuel pour les fraisculteurs,
- Conseils personnalisés et objectifs en relation avec les centres d'expérimentations et partenaires de la filière,
- Stages de formation pour les fraisculteurs,
- Accompagnement technico-économique (nouveau projet, analyse économique annuelle...) (AGRICULTURE & TERROIRES., 2012).

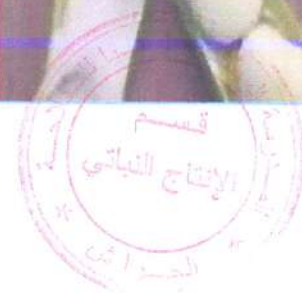
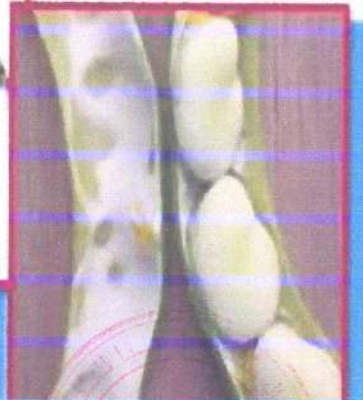
La fraise est de plus en plus un produit qui fait recette auprès des agriculteurs en Algérie et surtout dans la wilaya de Jijel, d'année en année, elle ne cesse de conquérir de vastes superficies dans les plaines fertiles de cette wilaya côtière. Ce fruit sera présent d'un bout à l'autre de l'année grâce aux efforts des agriculteurs et responsables du secteur. En raison du savoir-faire acquis et de l'importance de cette culture dans le domaine agro-industriel, le secteur agricole doit lui accorder plus d'attention pour essayer d'étaler la disponibilité sur tout le long de l'année et même au-delà, concurrencé les pays exportateurs tel que le Maroc, cela ne peut se réaliser qu'avec une collaboration totale entre agriculteurs et dirigeants politique.



CHAPITRE VI: La fève (*Vicia faba* L.)



CHAPITRE VI: La fève (*Vicia faba* L.)



CHAPITRE VI: La fève (*Vicia faba* L.)

1 Introduction

Les légumineuses alimentaires sont considérées comme les plantes à graines les plus cultivées par l'homme et depuis longtemps occupent une place importante dans l'alimentation humaine. Elles jouent un rôle important dans le développement de l'économie nationale, des pays du Maghreb (Khaldi et al ; 2002). Vu leurs adaptations faciles aux différents milieux, nous pouvons les rencontrer dans la plupart des régions du monde (Mezani, 2011).

La famille des légumineuses appelée aujourd'hui fabacée comprend de nombreuses espèces potagères comme les haricots, fèves, pois, soja, lentilles,... Elles présentent toutes une particularité dans leur système racinaire, une symbiose avec une bactérie du sol, le Rhizobium, qui leur permet de bénéficier de l'azote de l'air pour leur croissance. Cela constitue en outre un apport azoté non négligeable pour la culture (Si Bennasseur, Sd).

Ce sont des plantes hermaphrodites, autogame (sauf la fève à tendance allogame et haricot d'Espagne et Orteil de prêcheur (*P. coccineus*), allogames). La visite des fleurs par les insectes peut dans une faible proportion induire des croisements (fève).

La famille des légumineuses est très diverse avec trois sous familles : Mimosoideae, Caesalpinioideae, Papilionoideae (Doyle et Luckow, 2003). La diversité de cette famille végétale, qui comprend environ 20 000 espèces (Gepts et al ; 2005) offre des possibilités énormes d'exploitation.

La sous famille des Papilionoideae regroupe les espèces cultivées les plus importantes économiquement comme le soja, le haricot, le pois, la luzerne, l'arachide, le pois chiche et la fève (Lazrek-Ben Friha, 2008).

2 La plante

La fève (*Vicia faba*) est une plante herbacée annuelle. C'est une espèce diploïde ($2n=12$ chromosomes). Elle présente un cycle phénologique à trois phases qui sont :

- une phase de germination,
- une phase de développement végétatif
- une phase de reproduction

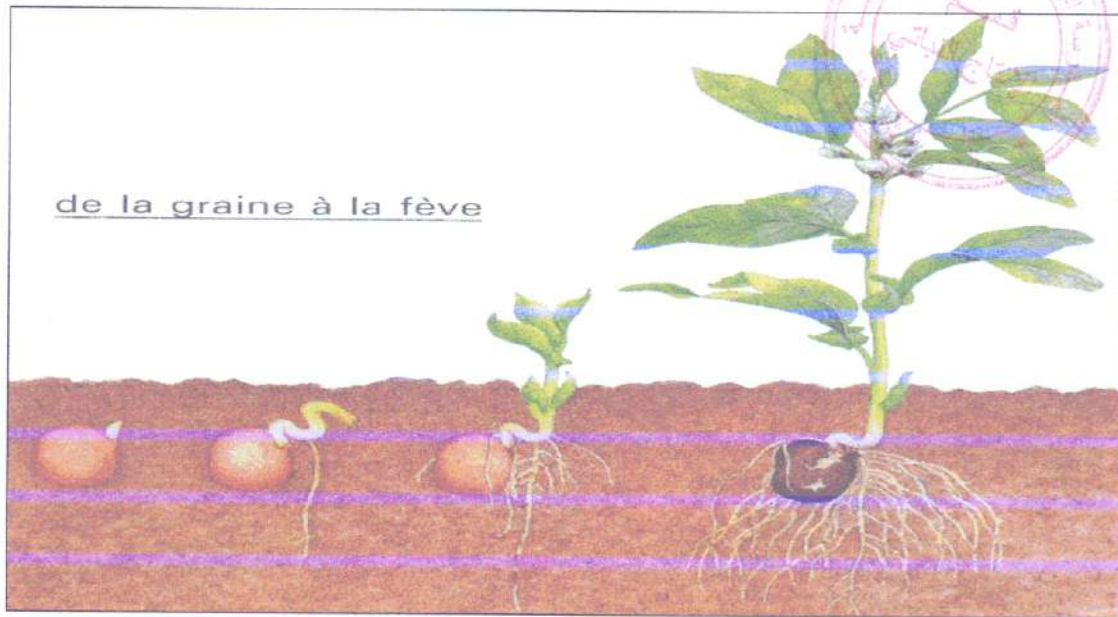


Figure 34 : Plante de fève (*Vicia faba* L.).

3 Origine et répartition géographique

La fève *Vicia faba* L. est une plante cultivée par l'homme depuis le Néolithique (700 ans avant J.C), elle est originaire des régions méditerranéennes du Moyen-Orient. la fève, le pois et la lentille sont les plus vieilles espèces légumières introduites en agriculture (10000 ans).

Cette plante figure parmi les légumes les plus anciennement cultivées, elle est citée dans la Bible comme étant d'un usage fréquent pour les offrandes funéraires (Laumonnier, 1979).

A partir de son centre d'origine, la fève s'est propagée vers l'Europe, le long du Nil, jusqu'en Ethiopie et de la Mésopotamie vers l'Inde. L'Afghanistan et l'Ethiopie deviennent par la suite, les centres secondaires de dispersion (Mezani, 2011).

4 Position systématique

D'après Dajoz (2000), la fève est classée comme suite :

- Embranchement : Spermaphytes
- Sous embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotylédones
- Sous classe : Dialypétales
- Série : Caliciflores



- Ordre : Rosales
- Famille : Fabacées(Légumineuses)
- Sous famille : papilionacées
- Genre : Vicia
- Espèce : *Vicia faba L.*



Selon la taille des graines, cette espèce est subdivisée en trois sous espèces *Vicia faba minor* beck à petites graines appelée couramment féverole.

Vicia faba equina pers à graines moyennes.

Vicia faba major hartz à grosses graines.

5 Description de l'espèce

La fève est une plante herbacée annuelle présentant une tige simple, dressée, creuse et de section quadrangulaire, son ramification se dressant à plus d'un mètre de haut, les feuilles, alternes de couleur vert glauque ou grisâtre, composés-pennées, sont constituées par 2 à 4 paires de folioles amples et ovales (Chaux et Foury, 1994).

Les fleurs de la fève sont au nombre de 2 ou 4 et sont groupées en inflorescences. Elles naissent à l'aisselle des feuilles. La fleur présente une structure typique de celle des Papilionaceae, c'est une corolle irrégulière blanche avec des taches brunes ou noires. Elle est formée d'un grand pétale (l'étendard), de deux pétales latéraux ou ailes recouvrant deux autres pétales inférieurs unis le long de leurs bords extérieurs pour former la carène. Les étamines sont au nombre de 10 dont 9 sont soudées entre elles par leur filet dans une gaine (figure 1).

L'ovaire possède 2 à 9 ovules, La surface du stigmate couverte d'une papille forme, lorsque ce dernier est réceptif, un exsuda essentiel à la germination du pollen. Le style porte une brosse à longs poils juste au-dessous du stigmate. Le nectar est sécrété par des nectaires situés à la base de la corolle. Ce dernier est aussi sécrété par des nectaires extra floraux portés par des stipules foliaires.



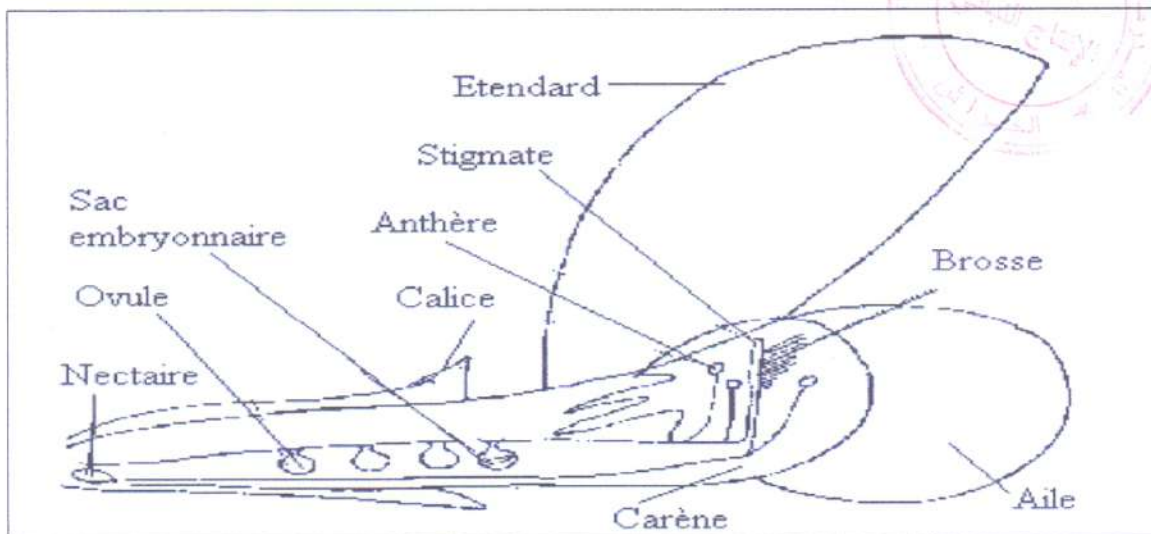


Figure 35. Section longitudinale de la fleur de *Vicia faba* . Pour la clarté, seulement 3 des 10 étamines sont représentées. (Benachour ,2008).

Les fruits sont des gousses pendantes noircissant à la maturité (Laumonier, 1979). Les graines sont charnues, vertes à l'état immature, à complète maturité, elle développe un tégument épais et coriace de couleur brun-rouge, à blanc verdâtre et prend une forme aplatie à couleur presque circulaire (Mezani, 2011).

6 Intérêts cultureux de la fève

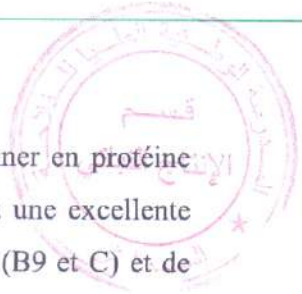
6.1 Intérêt agronomique

V.faba comme toutes les légumineuses alimentaires, contribue à l'enrichissement du sol en éléments fertilisants, dont l'incidence est positive sur les performances des cultures qui les suivent, notamment le blé (khaledi et al ; 2002). En plus de son intérêt nutritionnel, elle est introduit en rotation avec les céréales, où elle joue un rôle non négligeable dans l'enrichissement des sols en azote (Rachef et al ; 2005).

Selon Hamadache (2003), la fève améliore la teneur du sol en azote, avec un apport annuel de 20 kg / ha ; elle améliore aussi sa structure par son système racinaire puissant et dense .les résidus des récoltes enrichissent le sol en matière organique.

6.2 Intérêt alimentaire

La fève (*V.faba*) est l'une des légumineuses à grains les plus communes, utilisée pour la consommation humaine et animale. Elle constitue un aliment nutritif très important surtout pour



les populations à faible revenus, qui ne peuvent pas toujours s'approvisionner en protéine d'origine animale. Cette légumineuse a une teneur en protéine élevée et est une excellente source de fibres solubles et insolubles, de glucides complexes, de vitamines (B9 et C) et de minéraux (en particulier le potassium, le phosphore, le calcium, le magnésium, le cuivre, le fer et le zinc)

Les graines de la fève (*V.faba* : variété major) sont incorporées dans la composition d'aliments du bétail, lorsqu'elles sont disponibles en grandes quantités, quant aux graines *V.faba* : variété minor, elle sont utilisées pour l'engraissement des animaux, l'évolution du niveau de consommation animale suit de près la tendance de la consommation humaine, ainsi la contribution de la fève à l'alimentation animale est en augmentation (Mezani, 2011).

7 Les différentes variétés de la fève (*V. faba*) présentes en Algérie

Il existe quatre variétés de fève et de féverole en Algérie :

7.1 La Séville

C'est une variété précoce à gousse longues renferment 5 à 6 grains volumineux. Sa tige est d'une hauteur de 70 cm, se distinguant des autres variétés par la couleur de son feuillage, d'un vert assez franc (Chaux et Foury, 1994). Ses gousses présentent une largeur d'environ 3cm et une longueur de 25cm (Laumonier, 1979).

7.2 L'Aguadulce


C'est une variété demie précoce, très répandue en culture. Elle est caractérisée par une plante, de végétation haute de 1,10 à 1,20m. Elle possède des gousses de couleur vert franc, volumineuses et très longue, pouvant atteindre 20à25cm renfermant 7à9 graines. C'est une variété très productive (Chaux et Foury, 1994). Elle est introduite avec la Séville, d'Espagne (Zaghouane, 1991).

7.3 La Muchaniel

C'est une variété très précoce, elle a des gousses de couleur vert clair, de 20cm de longueur en moyenne, renfermant 5à6 grains blancs, elle est très productive (Chaux et foury, 1994).

7.4 La Sidi Moussa

Elle est sélectionnée à El-Harrach en 1965, elle est convenable à tous les sols, résiste aux maladies cryptogamiques (*Botrytis*), aux insectes (*Aphis fabae*), aux plantes parasites (*Orobanche sp*) et aux nématodes (Zaghouane, 1991).



7.5 la féverole

Cette culture a été sélectionnée par l'homme au proche orient ou en Afrique . elle possède un système racinaire très poussant et structurant , et de surcroit l'une des plus performantes, en matière de fixation d'azote.

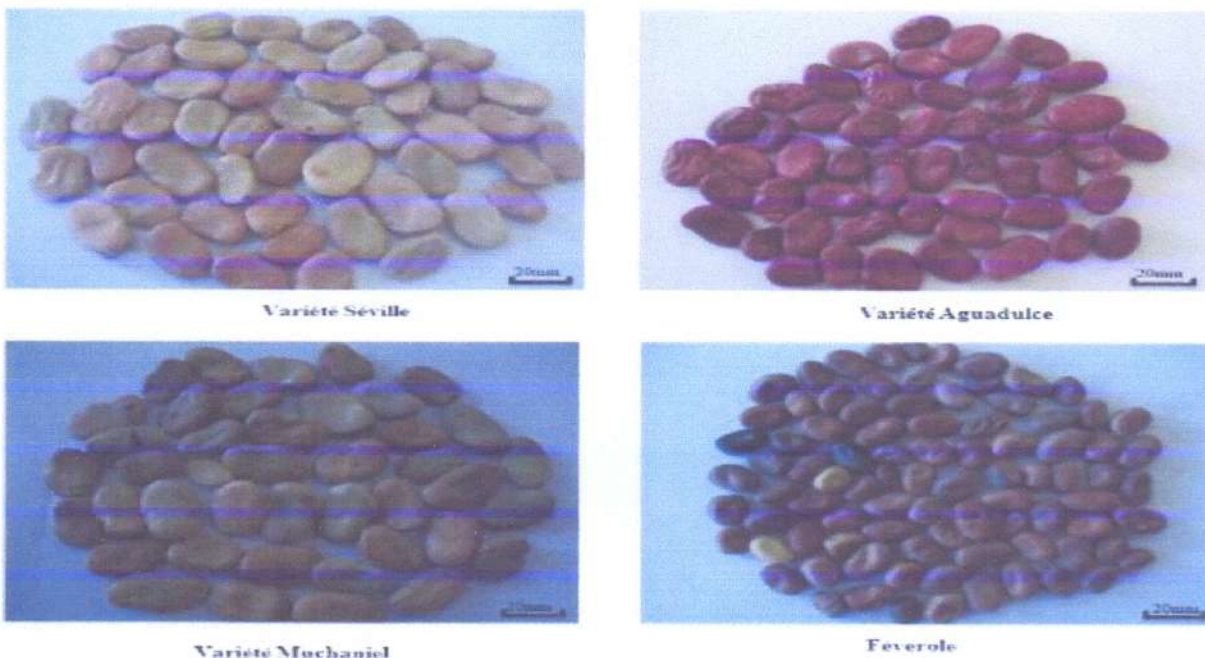


Figure 36 : Les différentes variétés de la fève (*Vicia faba* L.) présentes en Algérie.

8 Conduite de la culture

8.1 Préparation du sol

8.1.1 Labour

Il est recommandé de procéder à un labour dans le but de travailler profondément le sol, d'éliminer les obstacles structuraux et assurer une bonne infiltration des eaux de pluie, et un meilleur développement du système racinaire.

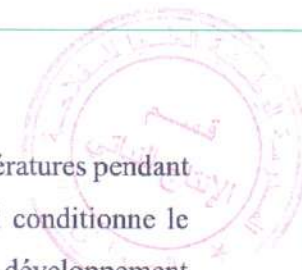
Il est recommandé d'utiliser le chisel à dents rigides en conditions sèches, et la charrue à soc en conditions humides.

8.1.2 La préparation du lit de semences

Il est recommandé d'obtenir un lit de semence rattaché et non soufflé. La reprise superficielle du sol doit être faite à l'aide d'un outil à disque comme le pulvérisateur dissymétrique léger (cover crop), qui peut être suivi d'un hersage ou d'un roulage selon l'état du sol.

8.2 Installation de la culture

8.2.1 Date de semis



Vu que les fèves sont sensibles au stress hydrique, aux gelées et aux fortes températures pendant la phase critique de floraison et de formation du fruit, la date de semis, qui conditionne le rendement grain final, en permettant de bien placer ces différents stades de développement critiques dans des conditions climatiques favorables, doit être précoce. Le semis de fève doit avoir lieu de mi-octobre à fin décembre selon les zones agroclimatiques. Les semis précoces sont préconisés pour les zones côtières et les semis tardifs pour les plaines intérieures et les zones de montagne. La levée intervient généralement entre 10 et 20 jours, suivant la température du sol.

8.2.2 Profondeur de semis

Vu que la fève est caractérisée par une grosse graine, la profondeur de semis préconisée doit être comprise entre 4 et 5 cm.

8.2.3 Dose et mode de semis

Il est recommandé, en semis manuel, de semer une graine tous les 15 cm, en lignes distantes de 50 à 75 cm dans un sillon profond de 5 cm, selon la technique choisie pour la lutte contre les adventices. Ceci correspond à une dose comprise entre 80 et 180 kg/ha.

Dans le but de mieux contrôler la profondeur et les espacements entre les rangs de fève, il est recommandé de recourir au semis mécanique. Dans ce cas, les écartements préconisés varient entre 20 et 80 cm. Le peuplement qui sera obtenu varie ainsi entre 10 à 15 plants de fève par mètre linéaire.

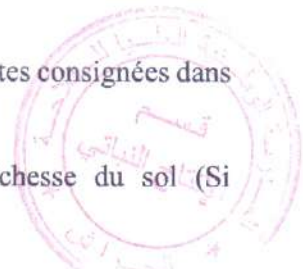
Importance du binage chez la fève Il est recommandé de biner et de butter lorsque la plante de fève atteint 10 cm de hauteur, car cette opération permet de maîtriser les mauvaises herbes, d'améliorer la structure du sol et d'économiser l'eau.

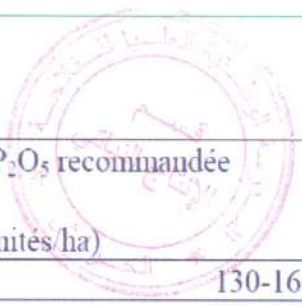
8.3 Fertilisation

La règle générale à suivre dans la gestion des éléments fertilisants est de compenser leur exportation par la culture. Il est admis qu'une tonne de grains de fève exporte environ 4 kg de phosphore, 10 kg potassium, 1,5 kg de soufre, et 1,3 kg de calcium. Connaissant le rendement objectif réaliste, on peut estimer les apports.

Dans le cas où l'on dispose des analyses de sol, les recommandations suivantes consignées dans le tableau ci-dessous ont été suggérées :

Tableau 36 : Les apports en phosphore et en potassium selon la richesse du sol (Si Bennis, Sd).





Phosphore	Quantité de P ₂ O ₅ recommandée
Teneur du sol en P (ppm)	(unités/ha)
0-15	130-160
15-60	100-130
>60	65-100
Potassium	Quantité de K ₂ O recommandée
Teneur du sol en K (ppm)	(unités/ha)
0-75	100-130
75-150	65-100
150-200	45-65
>200	Pas d'apport

8.3.1 Gestion de l'élément azote

Chez la culture de fève, qui est une légumineuse fixatrice de l'azote atmosphérique, aucun apport azoté n'est nécessaire. Cependant, un apport initial d'environ 20 unités d'azote/ha, soit environ 50 kg/ha d'urée ou 60 kg/ha d'ammonitrate au début du cycle favorise le démarrage de la culture avant que l'azote atmosphérique ne soit disponible à la plante à travers les nodosités.

8.3.2 Gestion de l'élément soufre

Environ 30 kg/ha de soufre sont recommandés pour des sols sablonneux bien drainés, cependant rien ne remplacera des analyses de sol pour une meilleure gestion des carences en cet élément.

8.4 Conduite de l'irrigation

Bien que la fève soit généralement conduite en "Bour", elle répond bien aux apports d'eau. L'humidité du sol doit être maintenue au-dessus de 50% de la capacité au champ sur les premiers 30 cm du profil. Pour une meilleure efficacité d'utilisation de l'eau d'irrigation, il est préconisé de procéder à des irrigations pendant les phases critiques chez la fève. Ces phases correspondent au début de la ramification, la floraison, et le remplissage des grains.

Il est déconseillé d'irriguer la fève pendant les deux premières semaines qui suivent le semis, vu qu'un excès d'eau à ce stade réduit la croissance de la culture et augmente les risques de pourriture des racines. On conseille d'effectuer les irrigations tôt le matin pour laisser le temps au feuillage des plantes de sécher avant la tombée de la nuit. Un total de 250 à 400 mm d'eau est nécessaire, selon la nature du climat, du type de sol et du matériel génétique utilisé.

8.5 Gestion des mauvaises herbes

La fève est une plante peu compétitive vis-à-vis des mauvaises herbes, particulièrement pendant le stade plantule. Les pertes de rendements liées au manque de désherbage ou à un désherbage inadéquat varient entre 30 et 70%. Le désherbage est donc très important pour permettre des rendements optimaux.

Il est préconisé de nettoyer les champs de fève pendant les premiers deux mois du cycle de la culture. Ce nettoyage peut se faire manuellement pour les parcelles de petites superficies ou mécaniquement et chimiquement pour les grandes superficies.

8.5.1 Lutte manuelle

Cette opération consiste à arracher les mauvaises herbes entre les rangs et sur les rangs, manuellement ou à l'aide de binettes. Le désherbage manuel est efficace, mais coûteux et consommateur de temps.

8.5.2 Lutte mécanique

Cette technique consiste à effectuer des passages de la bineuse pour détruire les mauvaises herbes entre les rangs. Elle est moins coûteuse et permet d'économiser le temps par comparaison à la lutte manuelle. Cependant, le binage mécanique peut causer des arrachages ou des blessures des plantules de fève.

L'association de la lutte mécanique ou désherbage manuel donne des bons résultats vis leur complémentarité.

8.5.3 Lutte chimique

Les deux herbicides qui sont homologués pour être utilisés chez la fève sont recommandés pour lutter contre l'orobanche.

Tableau 37 : Les herbicides homologués sur fève au Maroc (Si Bennis, Sd).

Herbicide	Matière active	Spectre d'action	Recommandations
Post-levée			
Ouragan	Sulfosate	Orobanche	Faire une première application de 130 cc/ha au moment de l'apparition des premières nodules dues à l'orobanche sur les racines de la culture, et une 2 ^{ème} application de 130 cc/ha, 15 jours plus tard.
Roundup	Glyphosate	Orobanche	Faire une première application de 167 cc/ha au moment de l'apparition des premières nodules dues à l'orobanche sur les racines de la culture, et une 2 ^{ème} application de 167 cc/ha, 15 jours plus tard.

8.6 Management des maladies de la fève

La fève est attaquée par plusieurs maladies qui peuvent affecter sérieusement le rendement et la qualité. Les parcelles qui doivent être plantées en fève doivent être soigneusement sélectionnées vu que la plupart des maladies sont communes chez d'autres cultures. Les maladies les plus problématiques chez la fève sont mentionnées et caractérisées dans le tableau ci-dessous.

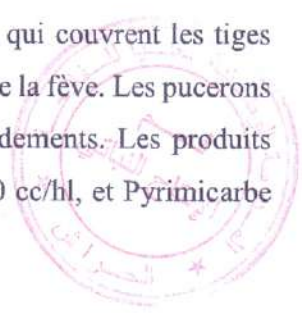


Tableau 38 : Les maladies les plus répandues chez la fève et les moyens de les contrôler (Si Bennasseur ,Sd).

	Symptômes et dégâts	Recommandations
Anthracnose	La maladie se manifeste par des tâches sur les feuilles, les gousses, et les tiges.	<ul style="list-style-type: none"> • L'utilisation des semences indemnes est le meilleur moyen de lutte. • Planter la fève une fois tout les 4 ans sur la même parcelle. • Utiliser Dithane M22 à la dose de 200 g/hl.
Botrytis	<ul style="list-style-type: none"> • La maladie cause des tâches de couleur rouge-brun sur les feuilles, tiges et gousses. • Ces tâches ou lésions peuvent causer une défoliation de la plante et même sa mort. 	<ul style="list-style-type: none"> • La maladie se manifeste plus sous des conditions humides, sur des sols humides, mal aérés, trop infestés par les adventices et présentant un fort peuplement. • Choisir un champ présentant une aération adéquate, utiliser des peuplements adéquats, maîtriser les adventices et cultiver la fève tout les 4 ans sur la même parcelle.
		<ul style="list-style-type: none"> • Aucun produit n'est homologué chez la fève au Maroc.
La rouille	<ul style="list-style-type: none"> • Cette maladie se manifeste par des taches brunes à rougeâtres sur les feuilles, causant un dessèchement et la chute des feuilles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser le Dithane M22 à la dose de 200 g/hl.

8.7 Management des insectes chez la fève

Les insectes les plus répandus chez la fève sont : Les pucerons noirs, qui couvrent les tiges d'amas noirs. Ils sont considérés parmi les insectes les plus redoutables de la fève. Les pucerons causent des chutes de fleurs qui se soldent par une réduction des rendements. Les produits suivants sont à utiliser : Heptenophos (Hostaquick EC) à la dose de 70 cc/hl, et Pyrimicarbe (Primor 50 DG) à la dose de 500 g/ha.



L'utilisation des insecticides ne doit pas exclure l'adoption de rotations appropriées et une bonne sélection des parcelles destinées à la culture de fève.

8.8 La récolte des fèves

La maturité des fèves est indiquée par le brunissement et la chute des feuilles inférieures. La couleur des gousses devient foncée au fur et à mesure qu'elles durcissent. Les gousses de fève s'ouvrent et perdent les graines si on attend que la culture arrive à la pleine maturité. La récolte manuelle doit commencer dès que les deux gousses inférieures commencent à noircir. A ce stade, la teneur en humidité des graines est entre 35 et 45%, alors que la récolte mécanique doit se faire lorsque la teneur en eau des graines est située entre 13 et 15%.

Pour pouvoir cibler ce stade avec précision, on recommande de faire un échantillonnage par prélèvement d'une vingtaine de plantes dans au moins six points de la parcelle à récolter. Les premiers lots de semences récoltées doivent être stockés pour être utilisés comme source de semences l'année d'après, vu qu'elles présentent plus d'humidité et sont par conséquent moins sensibles aux cassures qui risquent de réduire leur taux de germination.

Tableau 39 : Réglage de la moissonneuse (Si Bennasseur ,Sd).

Vitesse de la bobine	Lente
Dégagement du spiral	élevé
Vitesse du batteur	400-600 rpm
Dégagement concave	15-35 mm
Vitesse de ventilation	élevée
Tamis supérieur	32-38 mm
Tamis inférieur	16-19 mm
Vitesse du rotor (pour les machines à rotor)	700-900 rpm

9 Post-récolte

Les grains de fève, récoltés à l'état vert doivent être stockés à une température comprise entre 4 et 7°C et une humidité relative d'environ 95%. Les gousses et les grains de fève perdent leur humidité rapidement, s'ils ne sont pas correctement protégés ou mis dans une atmosphère avec une humidité de 95% et plus.

Les sacs contenant les graines de fève ne doivent pas être empilés, mais des espaces doivent être laissés pour une libre circulation de l'air dans le but de prévenir l'augmentation de la température causée par le phénomène de respiration. Sinon, il s'en suit une détérioration des graines de fève (Si Bennasseur ,Sd).

10 Situation économique de la culture de la fève en Algérie

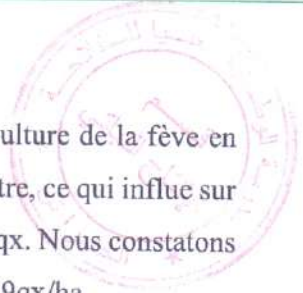
En Algérie la fève est semée en automne et fleuri entre février et avril (Benachour et al ;2007) Feliachi (2002) rapport qu'elle est cultivée sur l'ensemble des zones agroécologiques d'Algérie : les plaines intérieures , les hauts plateaux, et dans la région de Biskra.

En raison de son exigence hydrique et thermique, 80% de la superficie de fèves est cultivée dans les zones de plaines côtières et intérieure, où les pluviométries annuelles moyennes sont respectivement 613 et 533 mm/an, leur faible importance dans les zones arides est due au froid et à la sécheresse terminale, au niveau des hauts plateaux et à la faiblesse des ressources hydriques dans les zones sahariennes (Maatougui,1996). Selon cet auteur , la fève est la plante la plus cultivée de l'espèce V.faba durant les années 1981-1990 (58000 ha en moyenne). De 1984 à 1996 les surfaces cultivées sont comprises entre 23000 et 73000 ha, avec une production comprise entre 137000 et 410000 quintaux .dans ces conditions, les rendements varient de 2,67 à 9,77 qx/ha, respectivement.

Les données statistiques agricoles sur la superficie et la production de la fève en Algérie pour la décennie 1999-2009 sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 40 : Evaluation de la superficie et production de la fève et féverole en Algérie.

Compagne agricole	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
1999-2000	34250	128950	3.8
2000-2001	31450	212300	6.8
2001-2002	33610	229330	6.8
2002-2003	34050	307000	9.0
2003-2004	36777	320530	8.7
2004-2005	35082	268860	7.7
2005-2006	33537	242986	7.2
2006-2007	31284	279735	8.9
2007-2008	30688	235210	7.7
2008-2009	32278	364949	11.3
Moyenne	33300,6	258985	7.79



Il en ressort de ces données que la superficie moyenne réservée pour la culture de la fève en Algérie est de 33300,6 ha, elle présente des variations d'une année à une autre, ce qui influe sur la production qui varie aussi, dont la moyenne de dix années est de 258985 qx. Nous constatons également des fluctuations du rendement, qui présente une moyenne de 7,79qx/ha.

Le rendement maximal a été noté durant la campagne agricole 2008-2009 avec 11,3qx/ha, par contre le rendement minimal est enregistré durant l'année 1999-2000 avec 3,8qx/ha. Ces variations du rendement peuvent être expliquées par la mauvaise conduite des cultures ainsi que les conditions climatiques (Mezani, 2011).

11 Les contraintes abiotique de la culture de fève en Algérie

11.1 Les froids hivernal et les gelées printanières

D'après Maatogui (1996), c'est la principale contrainte dans la zone des hauts plateaux et les plaines intérieures, elle provoque la coulure des fleurs et la mortalité des plantes.

11.2 La sécheresse terminale

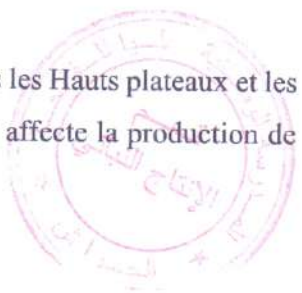
La sécheresse caractéristique structurelle du climat sur les hauts plateaux et les plaines littorales à sol léger, constitue le stress abiotique le plus important, pour l'instabilité et la production de la fève, le faible rendement de la culture de cette espèce en Algérie est du en grand partie à l'insuffisance des précipitations printanières et leur irrégularité, cette contrainte constitue un facteur limitant de la production dans les hauts plateaux et les plaines côtières, car la culture de la fève exige beaucoup d'eau. Les rendements de la fève deviennent plus importants, en milieu irrigués.

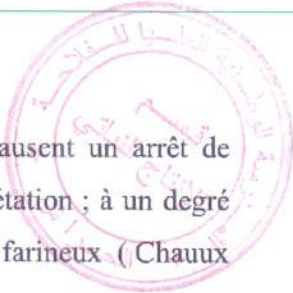
11.3 La salinité

La salinité du sol est un facteur de stress osmotique très limitant pour les plantes. C'est une contrainte qui concerne notamment les zones Sahariennes, où les fèves sont irriguées avec des eaux assez chargées en Sodium. L'effet du sel sur les plantes et les propriétés physiques et chimiques du sol réduit la productivité (Maatogui, 1996).

11.4 La chaleur

C'est la plus néfaste surtout dans les zones Sahariennes, ainsi que dans les Hauts plateaux et les plaines intérieures, dans le cas de ces dernières, c'est le Sirrocco qui affecte la production de gousses et limite aussi la grosseur des graines (Maatogui, 1996).





Les fortes chaleurs (au dessus de 22-25°C de moyenne journalière) causent un arrêt de croissances, une chlorose et peuvent même anéantir complètement la végétation ; à un degré moindre, elles nuisent à la qualité du grain, le rendant précocement amer et farineux (Chauux et Foury, 1994).


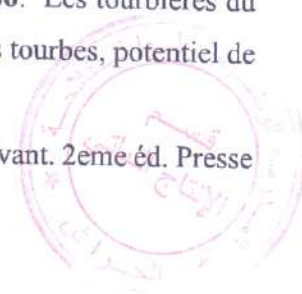
La fève (*Vicia faba* L.) est considérée comme une légumineuse importante en Algérie, sur le plan nutritionnel et agronomique. Cependant les rendements restent les plus faibles dans le monde avec 4,41 qx/ha.

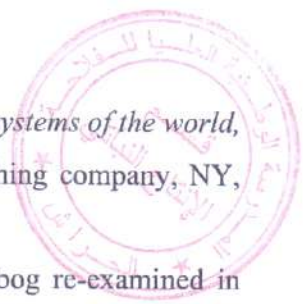
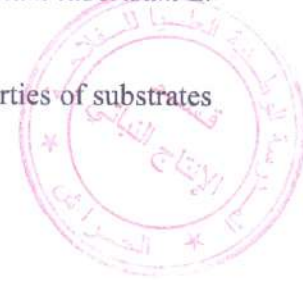
Il n'y a pas que les contraintes biotiques (maladies et ravageurs) et abiotiques qui influent sur le rendement, mais aussi l'absence de mécanisation et l'indisponibilité de semences certifiées qui sont souvent vectrices de plusieurs maladie , et l'insuffisance de technicité chez les agriculteurs,et le manque de mains d'œuvres ainsi que son cout très élevé (contraintes socio-economiques) peuvent contribuer à la baisse de production.

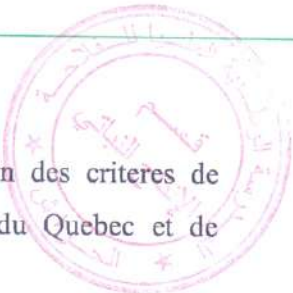
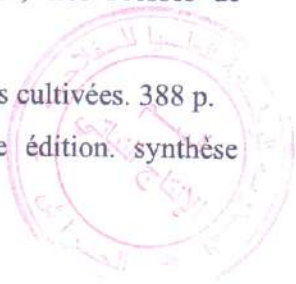



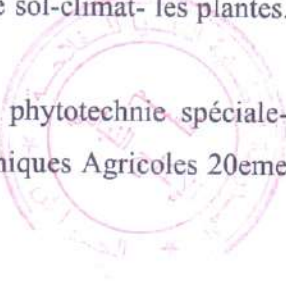
Références bibliographiques


1. ALI A., ALAM SMM., MACHADO VS., 1995. Potato minituber production from nodal cuttings compared to whole in vitro plantlets using low volume media in a greenhouse. Potato Res. 38, p.p. 69 -76.
2. ANONYME., 2000. Histoire de la pomme de terre, Fédération des producteurs de pomme de terre de Québec CF.PPTQ : www.fpptq.aq.ca.
3. ANONYME., 2003. Age physiologique et préparation des semences. Ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Aquaculture : www.gnb.ca.
4. ANONYME., 2007. Catalogue néerlandais des variétés de pomme de terre 2007:
5. www.nivap.nl.
6. BAIZE D., GIRARD M. C., 1990. Referentiel pedologique francais 3eme proposition.
7. BAMOUH H., 1999. Technique de production de la culture de pomme de terre, bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, n.58, p.p.1-15
8. BEREP., ABIDJAN, 2010. Comprendre adopter le système de culture Hors sol Biodynamique : Fiche d'information, Abidjan. Bureau d'Etude de réalisations et d'évaluation de projets, 20p. (consulte le 2-12-2014), URL : https://xa.yimg.com/kq/groups/.../name/Comprendre_adopter_CHS.pdf
9. BERNHARDS U., 1998. La pomme de terre *Solanum tuberosum* L. Monographie. Institut National Agronomique Paris – Grignon.
10. BRUN R. et URBAN L., 1995. Le rosier hors sol, Les dossiers INRA, n°11 février 1995, p.p. 20-21.
11. CHARLES G., ROSSIGNOL L., ROSIGNOL M., 1995. Mise au point d'un modele de développement et de tubérisation contrôlée et synchrone chez la pomme de terre cultivée in vitro. Acta Botanica Gallica. 1995, 142(4), p.p. 289-300.
12. CHILTON K., CONCANNON A. et DEVONALD V., 1978. A comparison of the earlygrowth and nitrogenup take of tomatoes in peat and parkbased composts, Acta Horticulturae, 82, p.p. 23-30.
13. DARPOUX R., DEBELLEY M., 1967. Les plantes sarclées. Edition. J.B. Baillière et fils France. Collection d'Enseignement Agricole, 307p.
14. DE BOODT M., VERDONCK, O. et DE VLEESHCHAUWER, D., 1981. Argex, a valuablegrowing medium for plants, Acta Horticulturae, 126, p.65-68.
15. DINEL H., LEVESQUE N., 1989. L'importance de la composition botanique des matériaux tourbeux. Nat. Can. (Rev. Ecol. Syst.), 116.p.p. 125-130.

- 
16. **DORE C., VAROQUAUX F., COORDINATEUR., 2006** .Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées RINRA.
 17. **DRON R. et BRIVOT F., 1977**. Bases minéralogiques de la sélection des pouzzolanes. Bull. Liaison. Labo. P. et Ch., 92 pp. 105-112.
 18. **DUCHAUFOR PH., 1977**.Pedologie et classification. Masson & Cie Ed. Paris. T. 1, 477p. ; T. 2, 495 p.
 19. **DUCHAUFOR PH., 1984**.Pedologie 1 : pedogenese et classification. Masson & Cie Ed. 2eme éd, 477 p.
 20. **DUCHAUFOR PH., 1989**.Pedologie et groupes ecologiques. Role des facteurs physiques : Aeration et nutrition en eau. Bull. Ecol. T 20 (2), p.p. 99-107.
 21. **ELLISSECHE D., 2008**. Production de pomme de terre; quels défis pour aujourd'hui et pour demain?
 22. **EWING E. E., 1985**. Cutting as simplified models of the potato plant. In potato physiology, P.H. LI (Ed Academic press In C. London,p.p. 154-199.
 23. **F A O., 1990** .Management of gypsiferous soils. FAO Soils Bull, 62, Roma, 81 p.
 24. **GALLAIS A., BANNEROT H., 1992**. Amélioration des espèces végétales cultivées; objectifs et critères de sélection. INRA, Paris, 768 p.
 25. **GARNERER N., BLACKKE J., 1989**. The induction and development of potato micro tubers in vitro on media free of growth regulating substances. In annals of botany 63, p.p. 663-67.
 26. **GAUTHIER J., 1991**. Notions d'agriculture; le sol, les cultures, les élevages, l'économie et la gestion. éd. Tech, Doc. Lavoisier, Paris, 575 p.
 27. **GEOFRAY, J.M. et VALLADEAU, R., 1977**. Morphologie et couleur de pouzzolanes. Bull. Liaison Labo. P. et Ch., 92, p.p. 91-94.
 28. **GOBAT J. M., 1984**. Ecologie des contacts entre tourbières acides et marais alcalins dans le Haut – Jura suisse.Thèse Doctorat ès Sciences. Univ. Sci-Neuchâtel, 255 p.
 29. **GOBAT J. M. et PORTAL J. M., 1985**. Caractérisation de 5 tourbes oligotrophes représentatives d'une dynamique de la végétation dans le Jura suisse, p.p. 59-74.
 30. **GOBAT J. M., GROSVERNIER P. H. et MATTHEY Y., 1986**. Les tourbières du Jura Suisse. Milieux naturels, modification humaine, caractère des tourbes, potentiel de régénération. Actes Soc. Jurass. Emul. p.p. 313-315.
 31. **GOBAT J. M., ARAGNO M. et MATTHEY Y., 2003**. Le sol vivant. 2eme éd. Presse polytechnique et universitaire romandes, 192 p.
- 

- 
32. **GORE A.J.P., 1983.** Introduction. Dans Goodall, D.W., (Ed) *Ecosystems of the world*, 4A Mires: swamp, bog, fen and moor, Elsevier scientific publishing company, NY, USA, p.p. 1-30.
33. **GORHAM E. et JANSSENS J.A., 1992.** Concept of fen and bog re-examined in relation to bryophyte cover and the acidity of surface waters. *Acta societatis botanicum poloniae* 61, p.p. 7-20.
34. **GRAS R., 1985.** Propriétés physiques du substrat. Les cultures hors sol, Ouvrage collectif dirigé par Denis Blanc, p.p. 78-126.
35. **HAWKES J G., 1990.** The potato. Evolution, biodiversity and genetic resources. Londres: Belhaven Press, 259p.
36. **HEATHWAITE A.L., [et al.], 1993.** Mires: Definitions and Form. Dans Heathwaite, A. L. & Gottlich, K., (Eds) Mires: Process, Exploitation and Conservation, Chic ester, England, p.p. 1 64.
37. **HEWITT, E. J., 1966.** Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition, CAB n.22, 2ème Ed, Maidstone, Kent, 547 p.
38. **HEYMANS, P. 1980.** The development of the Argex/lecaclay pellets, ISOSC Proceeding, p.p. 307-311.
39. **INGRAM H.A.P., 1983.** Hydrology, dans Good all, D.W., (Ed) Ecosystems of the world, 4A Mires: swamp, bog, fen and moor, Elsevier scientific publishing company, NY, USA, p.p. 67-150.
40. **ITPT-collectif., 1995.** La culture de la pomme de terre de conservation. Paris, ITCF - ITPT.
41. **I.T.C.M.I., 2002.** Guide pratique du plant de pomme de terre, DFRV 200001, p.p.4-20
42. **JAFFRIN, A., 1992.** Que se passe-t-il dans le substrat d'une culture de rosiers en hors sol? Revue A tout fleurs; 8 octobre 1992.
43. **KOADA Y. [et al.], 1988.** Isolation of a specific potato tuber inducing substance from potato, leaves. *Plant cell physiol.* 29(6) p.p.1047 – 1051.
44. **LAUMONNIER R., 1979.** Cultures légumières et maraichères. Tome 3. Haut feuille, Paris, 274p.
45. **LE C., 1993.** tuberisation in vitro de la pomme de terre cultivée *solanum tubérisum L.* var. Bintje. In Revue suisse Agric.25(6) p.p. 365-367
46. **LEMAIRE, F., DARTIGUES, A. et RIVIERE, L.M., 1980.** Properties of substrates with ground pine bark, *Acta Horticulturae*, 99, p.p. 67-80.
- 

- 
47. **LEVESQUE M., DINEL H., MARCOUX R., 1980.** Evaluation des critères de différenciation pour la classification de 92 matériaux tourbeux du Québec et de l'Ontario. *Can J. SoilSci.* n. 60, p.p. 479-486.
48. **LEVESQUE M., DINEL H., LORD T., et LURTIE G., 1987.** The characterization of organic soils developed on peat and limnic materials in British Columbia. *Research Branch. Agriculture Canada, Technical Bulletin 5Ed*, 40 p.
49. **LOMMEN WJM., STRUIK PC., 1992.** Production of potato minitubers by repeated harvesting: effect of crop husbandry on yield parameters. *Potato Res.* 35, p.p. 419-432.
50. **MADR., 2014.** Statistiques agricoles.
51. **MATTILA P., HELLSTRÖM J., 2007.** Phenolic acids in potatoes, vegetables, and some of their products. *Journal of Food Composition and Analysis.* Vol. 20, p.p.152-160.
52. **MENUT G., 1974.** Recherche écologique sur l'évolution de la matière organique des sols tourbeux. These. Univ. Nancy I. 189 p.
53. **MEZIANE D., 1991.** Histoire de la pomme de terre. *Detitique* n.25 p.p. 29.
54. **MOINEREAU J., [et al.], 1985.** Les substrats inventaires, caractéristiques, ressources. Les cultures hors sol, Ouvrage collectif dirigé par Denis Blanc, p.p. 15-77.
55. **MONNIER G., 1975.** Caractérisation physique et mécanique des substrats artificiels de culture, C.R. DGRST, INRA Avignon, 10 p.
56. **MOREL PH., PONCET L., RIVIERE L.M., 2000.** Les supports de culture horticoles. INRA Editions. 87p.
57. **MULLER J., 1971.** Effets des amendements organiques, tourbes, écorces de résineux et de feuilles sur l'évolution de l'azote minéral. *C.R. Acad. Agric., LVII*, p.p. 1123-1134.
58. **NAUCKE W., HEATHWAITE A.L., EGGELSMANN R. et SCHUCH, M., 1993.** Mire chemistry. Dans: Heathwaite, A. L., Gottlich, K., (Ed) *Mires: Process, Exploitation and Conservation*, Chicester, England, p.p. 263-305.
59. **PAYETTE, S., 2001.** Les principaux types de tourbières. Dans: Payette, S. & Rochefort, L., (Ed) *Écologie des tourbières du Québec-Labrador*, Les Presses de l'Université Laval., Québec, Canada, p.p. 39-61.
60. **PERLA HAMON. 1999.** Diversité génétique des plantes tropicales cultivées. 388 p.
61. **PERON J Y., 2006.** Références productions légumières, 2ème édition. synthèse Agricole, p. p 538-547.
- 

- 
62. **PREVOT A.R., 1974.** Humus. Biogenese, Biochimie, Biologie. La tourelle, France. 342 p.
63. **QUEZEL P., SANTA .S., 1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales .Ed .C.N.R.S, Paris.
64. **QUINTY F., ROCHEFORT L., 2003.** Guide de restauration des tourbieres. 2eme ed. Association Canadienne de mousse de sphaigne et Ministere des ressources Naturelles du Nouveau-Brunswick. Quebec. 4 p.
65. **READ P.E., 1988.** Stock plant influence micro propagation success Acta Horticulturae 226, p.p. 41- 52
66. **REUST W, MUNSTER Y., 1982.**Prégermination des plantes de pomme de terre sans choc thermique, Revue suisse d'agriculture n°6, p. p 9-12.
67. **RHOADES J.D., OSTER J.D., 1986.** Solute Content. In: A. Klute (Editor), Methods of Soil Analysis, Part1. Physical and Mineralogical Methods. Am. Soc. of Agronomy, Madison, WI, pp. 985-1006.
68. **ROLOT JL., SEUTIN H., 1999.** Soilless production of potato mini tubers using an hydroponic technique. Potato Res. 42, p. p. 457– 469.
69. **ROLOT JEAN-LOUIS, SEUTIN HUGUES et MICHELANTE DAVID, 2002.** Production de mini tubercules de pomme de terre par hydroponie : évaluation d'un système combinant les techniques "NFT" et "Gravel Culture" pour deux types de solutions nutritives. p.p. 155–161.
70. **ROUSSELLE P., ROUSSELLE B., ELLISSECHE D., 1992.** La pomme de terre in Amélioration des espèces végétales cultivées .Gallais A, Bammerot H .1992.
71. **ROUSSELLE P., ROBERT Y., CROSNIER J.-C., 1996.** La pomme de terre – Production, amélioration, ennemis et maladies, utilisations. 1 éd. Paris : INRA Editions.
72. **SOLTNER D., 1990.** Les grandes productions végétales; céréales, plantes sarclées, prairies. Ed. Saint. Gémme –sur- Loire, Sciences et techniques agricoles, 464 p.
73. **SOLTNER, D. 1998.** Les grandes productions végétales : céréales, plantes sarclées, prairies. Sainte-Gemme-sur-Loire, Sciences et Techniques Agricoles.
74. **SOLTNER D., 1999.** Les bases de la production végétale : le sol-climat- les plantes. Tome III.2ème éd. Lavoisier. Paris.
75. **SOLTNER D., 2005a.** Les grandes productions végétales, phytotechnie spéciale- céréales-plantes sarclées-prairies .Collection Sciences et Techniques Agricoles 20eme éd, 472p.
- 

- 
76. **SOLTNER D., 2005b.** Les bases de la production végétale, phytotechnie générale- Tome III: la plante et son amélioration .Collection Sciences et Techniques Agricoles 4eme édition 304P.
 77. **VERDURE M., 1981.** Culture sur laine de roche aux pays bas, PHM, Revue Horticole, 213, p.p.49-58.
 78. **VERHEES J., 2002.** *Cell cycle and storage related gene expression in potato tubers* (Thèse de doctorat). Wageningen :Wageningen Agricultural University, 133 p.
 79. **VESCHAMBRE, D., VAYSSE, P. et ESPANEL, G., 1982.** Utilisation de l'écorce de pin maritime comme substrat de culture légumière, PHM Revue Horticole, 226, p.p. 47-50.
 80. **VITRE ALAIN., 2003.** *Fondements & Principes du hors-sol.* Guide pratique, p. p 1-10.
 81. **WIERSEMA SG., 1986.** The effect of density on tuber yield in plants grown from true potato seed in beds during two contrasting seasons. Am. Potato J. 63, p.p. 465-472.
 82. **ZUANG H. [et al.], 1979.** Cultures maraîchères sur pouzzolane ; bilan de quinze années d'essais de cultures. INVUFLEC, Ballandran, 30 p.



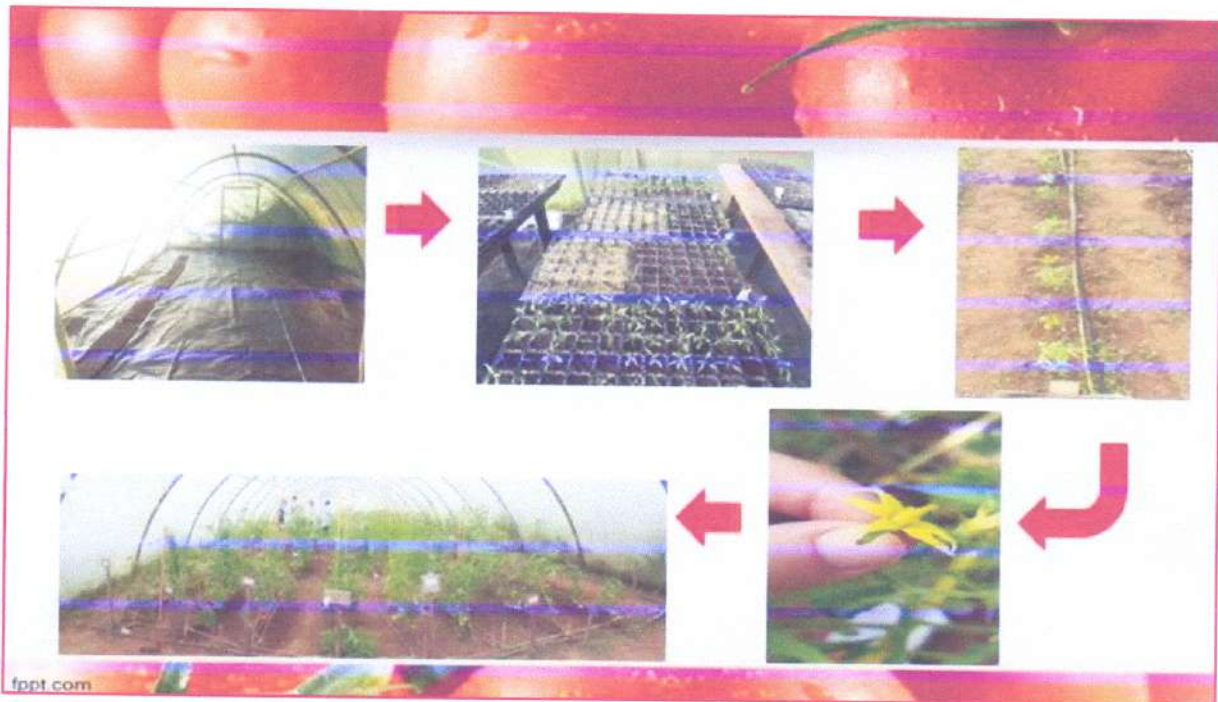
ANNEXES



TOPO du TP 1 Cultures maraichères spéciales 4^e Année Productions végétales

Responsable du module : Dr Tellah Sihem

Essai sous -serre : Etude du comportement variétal de huit variétés de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) sous serre en conditions de la Mitidja.



Objectifs de l'expérimentation : Etude comparative des performances agronomiques (précocité, production et qualité) de cinq variétés fixées et 3 hybrides de tomate et cultivées sous abri-serre.

- La production de semences.

Notre essai a été réalisé en deux phases bien déterminées :

1/ Phase pépinière

Elle s'est déroulée à la station expérimentale de l'ENSA dans une serre de type tunnel.

2/ Phase culture sous serre (à refaire avec vos données)

Elle se réalise à l'ENSA dans une serre de type tunnel de 240 m² (30 m de long et 08 m de large) d'orientation Est-Ouest couverte d'un film plastique.

Date de transplantation : .. /.. /....



Dispositif expérimental adopté : **Bloc aléatoire complet** :

02 lignes/ variété

Espacements : **0,80m entre ligne et 0,40 m entre plants**

1-Observation et mesures a effectuées :

Au cours de la culture, des mesures seront réalisées sur des plantes afin de mettre en évidence les performances agronomiques de huit variétés de tomate en culture sous serre.

Les variétés sont : Marmande (M)/ Heinze (H)/Saint pierre (S) et Roma (R).

Les hybrides sont :

Les paramètres et les mesures qui seront réalisés sont les suivants :

1-1- Paramètres morphologiques

1-1-1- Distance entre le sol et le premier bosquet floral

Ce paramètre sera mesuré en centimètre afin d'apprécier la précocité de la variété.

1-1-2- Hauteur moyenne des plants

Pour apprécier la croissance végétative des plants. On mesure la hauteur moyenne des tiges (en centimètre), les mesures seront effectuées à deux reprises :

- Au milieu du cycle de la plante
- A la fin de la culture

1-1-3- Surface foliaire (SF)

Est calculée comme sui : 1cm² d'un papier glace est pris, puis pesé à l'aide d'une balance de précision. La forme de la feuille est dessinée sur le même type de papier, découpée puis pesée.

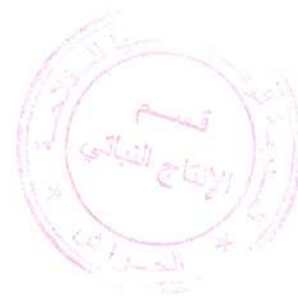
La SF est déduite par la formule suivante : $SF = MF / MP$

MF : Masse du papier découpé

MP : Masse de 1cm² du papier (Allem *et al.*, 2002)

1-2- Paramètres de développement

1-2-1- Floraison-Nouaison



Pour l'estimation de la fertilité des plants, nous allons procéder au comptage des premières fleurs épanouies et celles ayant nouées. Le comptage sera réalisé du début de la floraison jusqu'à la pleine nouaison.

Selon les critères suivants, on peut estimer le stade de floraison et de nouaison :

-Début floraison : lorsque 10% de plants d'une même variété ont fleuri.

-Pleine floraison : lorsque 75% de plants d'une même variété ont fleuri.

-Début nouaison : lorsque 10% de plants d'une même variété présentent des fleurs nouées.

- Pleine nouaison : lorsque 75% de plants d'une même variété présentent des fleurs nouées.

1-2-2- Taux de nouaison

Afin d'apprécier les potentialités de fructification des variétés et leurs résistance aux facteurs entravant la nouaison, on calcule le pourcentage de nouaison de chaque traitement d'après la formule :

$$TDN = \text{Nombre de fleurs nouées (FN)} / \text{Nombre total de fleurs (FT)} * 100$$

1-1-3-Taux d'avortement

C'est la différence entre le nombre total des fleurs et le nombre total des fleurs nouées par rapport au nombre total des fleurs.

$$TAV = (\text{Nombre des fleurs}) - (\text{Nombre de fruits obtenus}) / \text{Nombre total des fleurs} * 100$$

1-3-Paramètres de qualité

Pour apprécier la qualité des fruits, on prend au hasard cinq fruits par variété, sur lesquels on estime la couleur, la forme, la fermeté et le nombre moyen de loges.

1-4-Paramètres de production

Pour l'évaluation de l'aspect qualitatif de la production, des mesures sur le nombre moyen de fruit par plant, la production moyenne par plant et le poids moyen d'un fruit seront réalisés.

2-Conduite de la culture en serre

2-1-Intervention sur la plante

En raison des exigences de la tomate en opérations d'entretien, celles-ci devront être régulièrement effectuées en cours de culture :

2-1-1-L'Irrigation : assurée par le système goutte à goutte à une fréquence de deux à trois fois par semaine par des goutteurs de 2 L/h.

L'irrigation a eu lieu le matin selon les besoins par les fréquences suivantes:

1/-Deux fois par semaine de la plantation à la floraison de 3^{ème} bouquet.

2/- Une fois tous les quatre (4) jours de la floraison de 3^{ème} bouquet au développement des fruits.

3/- Une fois tous les quatre (4) à cinq (5) jours au stade de maturation.

2-1-2-Le palissage : réalisé au fur et à mesure du développement de la plante à l'aide de ficelle.

2-1-3-Le désherbage manuel : afin d'éviter la compétition contre les plants.

2-1-4- L'ébourgeonnage : Par suppression des feuilles de la base et des feuilles flétries et malade.

2-1-5- : L'étêtage des plants : C'est le pincement de la tige principale après avoir formé cinq bouquets. Et cela afin de permettre un bon développement des fruits et la formation des graines.

TOPO du TP 2 Cultures maraichères spéciales 4^e Année Productions végétales

Responsable du module : Dr Tellah Sihem



Extraction de semences de tomate



Extraction des graines

	Tomate cerise	Tomate standard
Nombre de fruits / kg de graines	12 500	2 000 à 3 500
Rendement grainier par plante	8 à 25 g	6 à 10 g
Rendement grainier pour 100 m ²	1,6 à 3,6 kg	1,2 à 2 kg
Durée de la faculté germinative	4 à 6 ans (dépend des conditions)	
Normes de commercialisation (convention type GNIS)	85 % de taux de germination 99 % de pureté variétale	

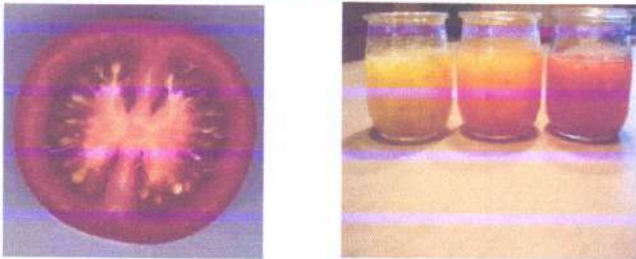
Matériel nécessaire

- Passoire à mailles fines
- Claies de séchage en treillis fin, ou mieux en toile
- Pots de différentes tailles
- Saladiers ou seaux
- Etiquettes

Traçabilité

Très important : dès le semis une étiquette (de type étiquette de semis en plastique sur laquelle on écrit au crayon de papier) avec le nom de la variété et la date, va suivre la semence à chaque étape.

Faibles quantités de graines à extraire



Graines et pulpe en mélange

Couper les fruits en quatre et en extraire la graine avec le jus à l'aide d'une petite cuillère au-dessus d'un récipient (bol ou saladier). On obtient un mélange de jus, de graines et de pulpe que l'on va laisser fermenter. Couvrir d'un linge fin pour éviter la ponte des drosophiles.

Ajouter éventuellement du jus de tomate filtré ou de l'eau jusqu'à ce que les graines soient recouvertes. Il est également possible d'utiliser une machine à coulis qui permet de séparer la peau et les graines d'une part, et le coulis d'autre part. On ajoutera alors un peu de coulis dans le récipient contenant les graines et les peaux afin de faciliter la fermentation.

Quantités importantes à extraire

Les fruits mûrs sont récoltés et placés dans des containers en bois ou en plastique. Broyer immédiatement et laisser le mélange fermenter.

Remarque : Certains ajoutent de l'acide citrique (2 %) mélange après le broyage, ce qui rend les semences plus brillantes et plus blanches.

La fermentation

Qu'il s'agisse de petites ou de grosses quantités de graines, laissez fermenter le mélange en laissant le récipient ouvert, à l'ombre.

Effectuer des brassages réguliers.

Une pellicule blanche recouvre progressivement la surface du mélange. Ce feutrage est dû à une fermentation provoquée par le champignon *Geothricum candidans* ainsi que par des levures et bactéries lactiques qui éliminent divers germes pathogènes.

La fermentation est finie dès que la gélatine se désolidarise des graines (tester avec une graine entre deux doigts).



Pellicule blanche de fermentation en surface du mélange

Eviter d'utiliser des récipients en métal, ils nuisent à la qualité de la graine.

Pour accélérer la fermentation, il est possible de réutiliser un saladier sommairement nettoyé pour réensemencer en micro-organismes.

Il ne faut pas trop laisser fermenter pour ne pas endommager les graines. Il faut donc vérifier régulièrement l'état d'avancement de la fermentation. La durée de fermentation dépend de la quantité de jus, de la variété, de la température, de l'environnement.

En moyenne, les durées sont de :

⇒ 6 à 12 h en région chaude (30-35°C)

⇒ 2 à 3 jours en région tempérée (23-30°C)

⇒ 3 à 4 jours en fin de saison, (18-23°C), fruits moins sucrés).

Nettoyage des graines

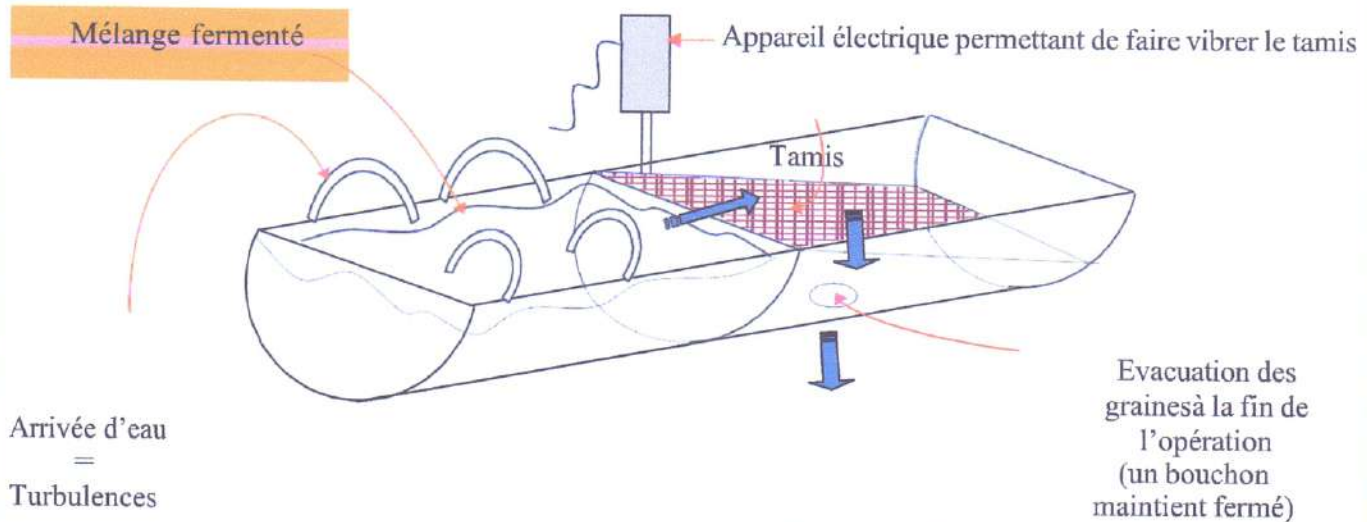
Petites quantités

Après la fermentation, on élimine la pellicule blanche puis on lave et on rince soigneusement les graines, de préférence dans une passoire sous un filet d'eau pour évacuer les impuretés. Il ne doit rester que les graines. On les plonge alors dans l'eau : les bonnes graines coulent au fond et les déchets et mauvaises graines surnagent. On les prélève pour les éliminer.

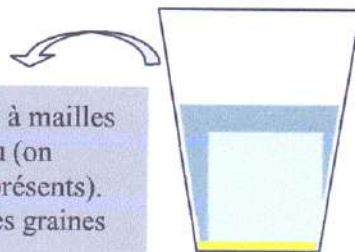
Après avoir égoutté les bonnes graines, on les éponge avec du papier absorbant, puis on les met à sécher sur une assiette, dans une passoire ou mieux sur une claie de séchage en toile.

Les graines doivent être de couleur claire, totalement débarrassées de la gangue.

Quantités importantes



Verser le fond sur une passoire à mailles fines et rincer sous le filet d'eau (on élimine ainsi les débris encore présents). Laisser égoutter avant d'étaler les graines pour les faire sécher.



Séchage des graines

Les claies sont placées ensuite dans un local aéré ou à proximité d'un ventilateur, à l'abri du soleil direct.

Les graines doivent garder une couleur claire. Il faut les remuer et les émietter régulièrement, de façon à éviter la formation d'agglomérats et ainsi de garantir un séchage homogène.

A la fin du séchage, soit 3 à 4 jours après (durée variable suivant les conditions climatiques), les graines sont brossées manuellement sur un tamis n°16 (vide de maille 1.3 mm) pour défaire les grumeaux, casser un peu les poils et bien les séparer pour un semis plus facile (cela permet également d'éliminer les petites graines). Cette opération peut être effectuée mécaniquement, à l'aide d'une ébarbeuse.

Conservation des graines

Une fois bien sèches, on les stocke entourées de papier absorbant, dans une enveloppe ou un sac en coton étiqueté avec : le nom de la variété, l'année de récolte des semences, la faculté germinative si elle est testée et la date du test, des caractéristiques ou remarques.



Table des matières



AVANT-PROPOS

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

RESUME

INTRODUCTION GENERALE..... 1

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES CULTURES MARAICHÈRES..... 3

1 Quelques notions de rappel..... 3

1.1 Définition de cultures maraichères..... 3

1.2 Définition d'un légume 4

1.3 Les caractéristiques de l'horticulture 4

1.3.1 Du point de vue économique : 4

1.3.2 Du point de vue technique : 4

1.3.3 Du point de vue botanique et physiologique : 5

1.4 Les types d'exploitations maraichères 5

1.4.1 Exploitation polyvalente 5

1.4.2 Les exploitations spécialisées 5

1.5 Les cultures maraichères abritées..... 5

1.5.1 Les cultures hâtées 5

1.5.2 Les cultures forcées 5

2 Les familles des cultures maraichères 6

3 Aspect technique des productions maraichères 8

3.1 Exigences en chaleur (classification thermique des cultures maraichères) 8

3.1.1 Cultures de saison froide (température: -2 à + 6 °C) 8

3.1.1.1 3-1-1-1- Cultures résistantes au gel et à l'excès de chaleur 8

3.1.1.2 Cultures résistantes au gel mais pas à l'excès de chaleur 8

3.1.1.3 Cultures résistantes au froid, mais ne tolérant ni gel ni excès de chaleur 8

3.1.2 Cultures de saison chaude 8

3.1.2.1 Cultures à faibles exigences en chaleur (T°C: +10/ + 30 °C) 8

3.1.2.2 Cultures à fortes exigences en chaleur (T°C: +16 à + 32 °C) 8

4 Classification des cultures maraichères par tolérance à l'acidité du sol..... 8

5 Classification des cultures maraichères par tolérance à la salinité du sol..... 8

6 Classification des cultures maraichères selon leurs exigences en eau 9

7 Classification des cultures maraichères selon la facilité de leur transplantation à racines nues 9

8 Classification des cultures maraichères selon la profondeur de leur enracinement..... 9

9 Classification des cultures maraichères selon leur cycle biologique 10

10 Classification des cultures maraichères selon la nature du légume 10

11 Principales régions maraichères en Algérie..... 11

CHAPITRE II : La pomme de terre (*Solanum tuberosum*)..... 13





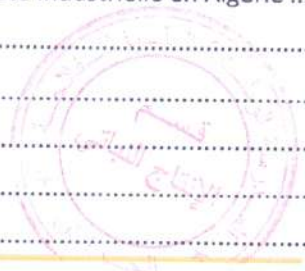
1	Introduction.....	14
2	Généralités sur la pomme de terre (<i>Solanum tuberosum</i> L. ssp. <i>tuberosum</i>)	16
2.1	Cycle de reproduction et physiologie.....	16
2.1.1	Cycle sexué.....	16
2.1.2	Cycle végétatif.....	17
2.1.3	Dormance.....	17
2.1.4	Germination.....	17
2.1.5	Croissance.....	17
2.1.6	Tubérisation.....	18
2.1.6.1	Quelques facteurs influençant la tubérisation	18
2.2	Les Variétés de pomme de terre.....	19
2.3	Les exigences de la plante.....	20
2.3.1	Exigences climatiques.....	20
2.3.1.1	La température	20
2.3.1.2	La lumière	20
2.3.1.3	L'alimentation en eau	21
2.3.2	Exigences édaphiques.....	21
2.3.2.1	Exigences en éléments fertilisants.....	21
2.4	Les maladies et les ennemies de la pomme de terre.....	22
3	La Production de la pomme de terre.....	25
3.1	Production mondiale	25
3.2	Production de la pomme de terre en Algérie.....	25
3.3	Principales régions productrices.....	27
3.4	Dates de plantation de la pomme de terre	28
3.4.1	Les trois calendriers de culture de pomme de terre :	28
3.4.2	Les dates limites suivant les régions :	28
3.5	Les Différentes variétés de pomme de terre cultivées en Algérie.....	29
4	La culture hors sol.....	30
4.1	Définition	30
4.2	Historique de la culture in vitro	30
4.2.1	Les catégories de la culture in vitro.....	31
4.2.1.1	La catégorie de la culture in vitro Conforme	31
4.2.1.2	La micropropagation.....	31
4.2.1.3	La microtubérisation.....	32
4.2.1.4	Culture de méristème	34
4.2.1.5	Embryogenèse somatique	34
4.3	Conservation	35
4.4	Les facteurs influençant la culture in vitro.....	35



4.4.1	La lumière et la photopériode	35
4.4.2	La température	35
4.4.3	Le support de milieux de culture	36
4.4.3.1	Le saccharose	36
4.4.3.2	Les vitamines.....	36
4.4.3.3	Les régulateurs de croissances	36
4.4.4	Les besoins en matériaux.....	36
4.4.5	Les matériaux organiques.....	37
4.4.6	Les matériaux minéraux.....	37
4.5	Définition de substrat de culture	37
4.5.1	Principaux substrats utilisés en culture hors-sol	37
4.5.1.1	Les substrats minéraux	39
4.5.1.1.1	Argile expansée.....	41
4.5.1.1.2	Laine de roche.....	41
4.5.1.1.3	Vermiculite.....	41
4.5.1.2	Les substrats organiques.....	42
4.5.1.2.1	Polystyrène	42
4.5.1.2.2	Terreau	42
4.5.1.2.3	La tourbe	42
4.5.2	Les systèmes de culture hors sol	44
4.5.2.1	Le ruissellement nutritif ou (NFT).....	44
4.5.2.2	Système Aéroponie.....	45
4.5.2.3	Système « flux-reflux » ou table à marées (Ebb & Flow).....	46
4.5.2.4	Système à percolation « goutte à goutte » :(Drip Systems)	47
CHAPITRE III	: La Tomate (<i>Solanum lycopersicum esculentum</i> L.).....	48
Introduction	49
1	Généralités sur la tomate.....	50
1.1	Historique de la tomate	50
1.2	Taxonomie et origine	50
1.3	Classification.....	51
1.4	Description botanique	51
1.5	Cycle de reproduction et physiologie.....	53
1.5.1	Germination.....	53
1.5.2	Croissance de la plante	53
1.5.3	Floraison.....	53
1.5.4	Nouaison et fructification	53
2	La conduite de la culture de tomate.....	53
2.1	Variétés les plus cultivée en Algérie.....	53



2.2	Exigences	54
2.2.1	Exigences climatiques	54
2.2.1.1	La température	54
2.2.1.2	La lumière.....	55
2.2.1.3	L'humidité de l'air	56
2.2.1.4	Gelée et vent.....	56
2.2.2	Exigences hydriques.....	56
2.2.3	Exigences édaphiques.....	56
2.2.3.1	Le sol	56
2.2.3.2	La température du sol.....	56
2.2.3.3	PH du sol	57
2.2.3.4	Salinité du sol	57
2.2.4	Exigences en éléments fertilisants.....	57
2.3	Zones de production.....	58
2.4	Calendrier de la production de la tomate industrielle en plein champ	59
2.5	Place de la tomate dans la rotation.....	60
2.6	Itinéraire technique de la tomate.....	60
2.6.1	Préparation du sol.....	60
2.6.2	Production de plants de tomate (semis en pépinière).....	61
2.6.2.1	La pépinière.....	61
2.6.2.1.1	Confection des planches.....	61
2.6.2.1.2	Le semis.....	61
2.6.2.1.3	Entretien de la pépinière	62
2.6.2.1.4	Arrachage des plants et plantation.....	62
2.6.3	Plantation de la tomate.....	63
2.6.4	Fertilisation	63
2.6.5	Protection sanitaire.....	66
2.6.6	Récolte	66
2.6.7	Le processus de transformation et de fabrication de la tomate conserve.....	66
3	Situation et importance économique de la tomate	69
3.1	Situation économique de la tomate industrielle dans le monde.....	69
3.2	Situation économique de la tomate industrielle en Algérie	69
3.2.1	Evolution des superficies, des productions et des rendements de la tomate industrielle en Algérie	70
3.2.2	Evolution de la consommation de la tomate industrielle en Algérie	71
4	Contraintes de la production de la tomate industrielle en Algérie.....	71
4.1	Contraintes techniques	71
4.2	Contraintes organisationnelles	71
4.3	Contraintes économiques	71



5	Tomate destinée à la transformation.....	72
5.1	Processus de transformation et de fabrication de la tomate.....	72
5.1.1	Livraison.....	72
5.1.2	Réception.....	72
5.1.3	Stockage.....	72
5.1.4	Lavage et rinçage des tomates.....	72
5.1.5	Inspection.....	73
5.1.6	Broyage et séparation des grains.....	73
5.1.7	Premiers préchauffages.....	73
5.1.8	Tamissage.....	73
5.1.9	Evaporation et concentration du jus.....	73
5.1.10	Remplissage.....	74
5.1.11	Sertissage.....	74
5.1.12	Stérilisation.....	75
5.1.13	Refroidissement.....	75
5.1.14	Séchage.....	75
5.1.15	Stockage.....	75
6	Recommandations et perspectives de la Production de la tomate industrielle en Algérie.....	75
6.1	Avantages et qualités recherchés.....	76
6.2	Les principales qualités des variétés destinées à la transformation.....	76
CHAPITRE IV L'artichaut (<i>Cynara cardunculus</i> var. <i>scolymus</i> (L.) Benth.).....		78
1	Introduction.....	79
2	Présentation de l'espèce.....	79
2.1	Botanique.....	79
2.2	Description de la plante.....	79
3	Classification et physiologie.....	80
3.1	Classification.....	80
3.2	Physiologie de la plante.....	80
3.3	Composition chimique pour 100 g de matière sèche.....	81
3.4	Propriétés curatives.....	81
3.5	Culture de l'artichaut.....	81
3.5.1	Exigences culturelles.....	82
3.5.1.1	Le climat.....	82
3.5.1.1.1	La température.....	82
3.5.1.1.2	L'eau.....	82
3.5.1.1.3	La lumière.....	82
3.5.1.1.4	Le sol.....	83
3.5.1.1.5	Les éléments nutritifs.....	83



3.5.1.1.6	Assolement	83
3.5.1.1.7	Production de l'artichaut en Algérie.....	83
3.5.1.1.8	Principales variétés.....	85
3.5.1.1.9	Zones de production d'artichaut en Algérie	85
3.5.1.1.10	Calendrier de production.....	86
3.5.1.1.10.1	Culture dans la zone littorale:.....	86
4	Méthodes de multiplication	87
4.1	Multiplication par semis.....	87
4.2	Multiplication par œilletons	87
4.2.1	Préparation de la pépinière	89
4.2.2	Mise en place des œilletons	89
4.2.3	Entretien de la pépinière	89
4.2.4	Arrachage des plants: (œilletons secs)	89
4.3	Multiplication par cabosse	90
4.4	Multiplication par éclat de souche	90
4.5	Multiplication par bâton.....	91
5	Itinéraire technique	91
5.1	Culture de première année	91
5.1.1	Préparation du sol.....	91
5.1.2	Fertilisation	92
5.1.3	Plantation.....	92
5.1.3.1	Date de plantation	92
5.1.3.2	Densité de plantation	92
5.1.3.3	Technique de plantation.....	92
5.1.4	Entretien	94
5.1.4.1	Irrigation	94
5.1.4.2	Œilletonnage.....	94
5.1.4.3	Billonnage	94
5.1.4.4	Buttage.....	94
5.1.4.5	Protection phytosanitaire	94
5.2	Culture de deuxième année	95
5.3	Récolte et conditionnement.....	95
5.4	Commercialisation	96
5.5	Caractéristiques de qualité	96
5.6	Classification.....	97
5.7	Calibrage	97
5.8	Emballage et présentation	97
5.9	Marquage.....	99





5.10	Conservation.....	99
CHAPITRE V : LE FRAISIER : <i>FRAGARIA</i> sp		100
1	Introduction.....	101
2	Historique et origines du fraisier	101
3	Etude de la plante.....	102
3.1	Situation botanique.....	102
3.2	Description morphologique.....	103
3.3	Stades phénologiques	103
3.4	Cycle annuel 'normal' du fraisier	103
3.4.1	Croissance des feuilles	103
3.4.2	Croissance des stolons.....	104
3.4.3	Morphogenèse florale	104
3.4.4	Les 3 types variétaux.....	104
3.5	La valeur nutritive de la fraise et son effet sur la santé.....	105
3.6	Préparation des plants pour des productions dessaisonnées problèmes de l'artificialisation du cycle.....	106
3.6.1	Plants pour la production précoce : levée artificielle d'endormance	106
3.6.2	Plants pour la production tardive : conservation en chambre froide	107
3.6.3	Régénération in vitro du fraisier	107
3.7	Les différentes phases de la micropropagation.....	108
3.7.1	Phase d'établissement des cultures	108
3.7.2	Phase de multiplication ou de prolifération	108
3.7.3	Phase d'enracinement	109
3.7.4	Phase d'acclimatation ou de transfert des plants en terre	109
3.8	Mise en place de la culture et ses exigences	109
3.8.1	Exigences.....	109
3.8.2	Mise en place de la culture	110
3.8.2.1	Choix des parcelles.....	110
3.8.2.2	Plantation.....	111
3.8.2.3	Fertilisation	112
3.8.2.4	Irrigation	113
3.8.2.5	Entretien de la culture	114
3.8.2.6	Récolte	114
3.8.2.7	Conservation	115
3.8.2.8	Maladies et ravageurs.....	115
4	Variétés les plus cultivées en Algérie et les zones de production	117
5	Contraintes et perspectives	118
CHAPITRE VI: La fève (<i>Vicia faba</i> L.)		120
1	Introduction.....	121



2	La plante	121
3	Origine et répartition géographique.....	122
4	Position systématique	122
5	Description de l'espèce.....	123
6	Intérêts cultureux de la fève.....	124
6.1	Intérêt agronomique	124
6.2	Intérêt alimentaire	124
7	Les différentes variétés de la fève (<i>V. faba</i>) présentes en Algérie.....	125
7.1	La Séville	125
7.2	L'Aguadulce.....	125
7.3	La Muchaniel	125
7.4	La Sidi Moussa.....	125
7.5	la féverole.....	126
8	Conduite de la culture	126
8.1	Préparation du sol.....	126
8.1.1	Labour	126
8.1.2	La préparation du lit de semences.....	126
8.2	Installation de la culture	126
8.2.1	Date de semis.....	126
8.2.2	Profondeur de semis.....	127
8.2.3	Dose et mode de semis.....	127
8.3	Fertilisation	127
8.3.1	Gestion de l'élément azote.....	128
8.3.2	Gestion de l'élément soufre	128
8.4	Conduite de l'irrigation	128
8.5	Gestion des mauvaises herbes	129
8.5.1	Lutte manuelle.....	129
8.5.2	Lutte mécanique	129
8.5.3	Lutte chimique	129
8.6	Management des maladies de la fève.....	130
8.7	Management des insectes chez la fève.....	131
8.8	La récolte des fèves.....	132
9	Post-récolte	132
10	Situation économique de la culture de la fève en Algérie	133
11	Les contraintes abiotique de la culture de fève en Algérie.....	134
11.1	Les froids hivernal et les gelées printanières.....	134
11.2	La sécheresse terminale.....	134
11.3	La salinité	134



11.4 La chaleur	134
Références bibliographiques	136
ANNEXES	142
TOPO du TP 1 Cultures maraichères spéciales 4 ^e Année Productions végétales	143
TOPO du TP 2 Cultures maraichères spéciales 4 ^e Année Productions végétales	147



