

Agriculture & Agrobusiness Intégrés

GUIDE DE LA PRODUCTION DE MYRTLLES AU MAROC



#039-b

Chemonics International, Inc.
Contrat No. 608-M-00-05-00043-01

Soumis à :
Mission USAID/Maroc
Agence Américaine pour le Développement International

JANVIER 2007

Ce rapport a été préparé à l'intention de l'Agence Américaine pour le Développement International.
Il a été élaboré par Chemonics International, Inc.

GUIDE DE LA PRODUCTION DE MYRTLLES AU MAROC

Version provisoire

JANVIER 2007

Les opinions exprimées dans ce document sont celles de l'auteur. Elles ne reflètent pas obligatoirement les points de vue de l'Agence Américaine pour le Développement International, ni ceux du Gouvernement américain.

TABLE DES MATIERES

1.....	Les myrtilles « Southern Highbush »	7
2.....	Floraison et nouaison des fruits	8
3.....	Sélection des variétés de myrtilles	9
4.....	Choix du site de culture	10
5.....	Préparation du sol	12
6.....	Acidification du sol	13
7.....	Plantation	15
8.....	Irrigation et gestion de l'eau	16
9.....	Fertilisation des myrtilles.....	19
	9.1..... Fertilisation de routine	20
10.	Taille	21
11.	Contrôle des Adventices.....	22
12.	Pesticides pour les myrtilles au Maroc	23
13.	Maladies des myrtilles.....	24
	13.1.... Rouille (Pucciniastrum vaccinii).....	24
	13.2.... Pourriture des racines.....	25
	13.3. Pourriture grise (Botrytis cinerea)	25
	13.4.... Quelques fongicides utiles pour les myrtilles.....	27
14.	Insectes nuisibles aux myrtilles	27
15.....	Autres pratiques agricoles.....	28
	15.1.... Protection contre le gel	28
	15.2.... Protection contre les oiseaux	29
	15.3.... Pollinisation et abeilles	29
16.	Gestion de la récolte des myrtilles	30
17.	Gestion des myrtilles après la récolte	31
18.	Multiplication végétative	33
	18.1.... Boutures herbacées.....	34
	18.2.... Boutures ligneuses.....	35
	18.3.... Sélection des sections de boutures.....	35
19.	Pépinières de Southern Highbush aux États-Unis.....	37

1. Les myrtilles « Southern Highbush »

Les myrtilles sont des plantes caduques ligneuses vivaces qui vivent 30 ans et plus. À des températures basses, les plants perdent leur feuillage et entrent en dormance hivernale. Dans les climats à hiver doux, les variétés de myrtilles cultivées du types 'Southern Highbush' et 'Rabbiteye' à faible dormance conservent leur feuillage et deviennent sempervirentes. Les variétés du type 'Southern Highbush' sont dressés ou ouverts, et peuvent atteindre une hauteur de 2 m. Le système racinaire est fibreux et très superficiel, sans racine pivotante dominante.



Illustration 1 : Plant de myrtilles



Illustration 2 : Système racinaire d'un plant de myrtilles

Les myrtilles aiment les terrains acides, sont sensibles au pH du sol et n'assimilent pas bien le fer. Cultivés dans un environnement où le pH du sol monte au-dessus de 5,2 à 5,5, les plants deviennent pâles et perdent leur vigueur à cause de la chlorose ferrique engendrée par un pH trop élevé. Pour la production commerciale de myrtilles, il est important de choisir des environnements où le pH du sol est plus bas que 5,0 ou de faire baisser le pH à l'aide d'amendements acidifiants.

Les myrtilles ne tolèrent ni le mauvais drainage ni le stress hydrique. Une fois établis, les plants plus âgés peuvent tolérer un certain degré de stress hydrique, mais ce stress, même s'il ne survient que pendant de courtes périodes, réduira la vigueur du plant, sa productivité et la qualité des fruits.

Le myrtillier développe une série de tiges à partir de la couronne située à la base du plant, en dessous ou au-dessus de la surface du sol. La conduite du plant pendant les premières années vise à encourager la formation de nouvelles tiges, chacune plus grande et plus grosse que la précédente. La taille sélective et périodique stimulera les nouvelles pousses

végétatives des tiges les plus basses, plus grandes et plus grosses que les branches supérieures.

Le plant donne librement naissance à des branches sur les tiges existantes, avec de plus petites branches concentrées sur la partie apicale des tiges émergentes ou des nouvelles tiges qui partent de la base du plant. De nouveaux bourgeons apparaissent à chaque nœud foliaire. Les bourgeons végétatifs sont minces, pointus et aplatis contre la tige tandis que les bourgeons floraux sont ronds et pleins.

2. Floraison et nouaison des fruits

Dans les régions où l'hiver est tempéré, les plants à production précoce issus de variétés à faible besoin en froid fleuriront durant les périodes peu ou pas du tout froide. Ces plants peuvent fleurir et nouer leurs fruits sur les branches de tiges âgées de 4 à 6 mois ou sur celles qui ont poussé la saison précédente dans les régions plus froides. Les bourgeons végétatifs sortant sur les branches des plus vieilles tiges se transforment en bourgeons floraux. La mise à fleur commence par l'extrémité des inflorescences et descend vers le bas. Les inflorescences portent généralement 5 à 10 fleurs par bourgeon. Le délai entre la pollinisation et la récolte est de 65 à 75 jours, mais il peut se prolonger de plusieurs jours ou de plusieurs semaines selon la température. La floraison et la nouaison durent 1 à 3 mois selon la variété et les conditions climatiques.



Photo 1 : Floraison et nouaison

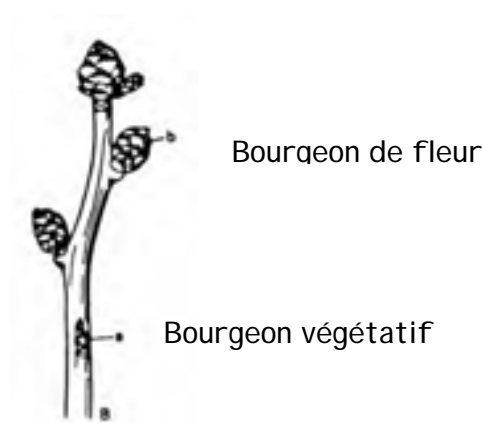


Illustration 3 : Bourgeons végétatifs et bourgeons floraux des myrtilles

Le système racinaire est concentré sur les 30 à 45 premiers centimètres de profondeur et les racines n'ont pas de poils absorbants. Par conséquent, les plants ont une capacité limitée d'assimilation de l'eau et des nutriments. La couronne racinaire ne dépasse généralement pas l'extension de la frondaison. Cette zone doit être régulièrement recouverte d'un paillis et fertilisée de façon uniforme afin de minimiser les risques de stress.

Durant les 5 premières années, la conduite des plants est axée sur le développement d'une frondaison capable de supporter la charge des fruits. La forme idéale d'un arbuste est un gobelet avec un espace intérieur ouvert afin de favoriser la répartition de l'air et de la lumière. La fertilisation, la taille et les autres pratiques agricoles visent le développement de cette forme.

3. Sélection des variétés de myrtilles



Photo 2: Plant de myrtilles type méridional

Les deux classes de myrtilles capables de produire dans des régions à hiver doux sont les myrtilles Southern Highbush et Rabbiteye. Les variétés du type Southern Highbush sont généralement préférées parce qu'elles sont plus précoces et que leurs fruits sont d'une meilleure qualité. Les variétés de Rabbiteye sont plus vigoureuses, tolèrent des niveaux de pH plus élevé et d'autres stress, mais elles donnent généralement une production plus tardive. Donc, si l'objectif est la production hors saison, le choix doit être orienté vers les variétés du type Southern Highbush. Les variétés dites Rabbiteye pourront aussi jouer un rôle selon le marché ciblé.

Les pépinières américaines et européennes offrent de nombreuses variétés commerciales de Southern Highbush. Dans plusieurs pays ou régions géographiques, les nouvelles variétés peuvent être protégées par des brevets, et leur propagation ainsi que leur distribution sont contrôlées et exigent l'acquisition d'une licence.

Les variétés de type méridional précoces, à faible besoin en froid, sont recommandées pour les climats où l'hiver est doux. Les variétés qui se sont révélées prometteuses dans diverses régions de culture où l'hiver est doux comprennent :

- Sharpblue
- Misty
- Biloxi
- Gulf Coast
- Emerald ^{1*}
- Jewel
- *Star

¹ *Variétés brevetées – La propagation et la distribution sont limitées. Pour de plus amples informations, veuillez contacter la Florida Foundation Seed Producers Inc., c/o Berry Treat, Germplasm Property Manager, 1022 McCarty Hall D, PO Box 110200, Gainesville FL 32611-0200 U.S.A. Tél. : (352) 392-9446. Courriel : btreat@ffsp.net

- *Saphire
- *Blue Crisp
- *Millenia
- *Windsor

La productivité de ces variétés varie considérablement selon la région et la période de l'année durant laquelle elles produisent. Une combinaison appropriée de ces variétés permettra aux producteurs d'associer des caractéristiques horticoles telles que la vigueur, la productivité et la qualité ainsi qu'une production durant les périodes des fenêtres de marché visées. Il est important d'évaluer les différentes variétés dans chaque région de production potentielle choisie. La productivité et la période de production sont en grande partie déterminées par une interaction entre 1) la période de dormance de la région, 2) la variété, et 3) l'accumulation de chaleur pendant la floraison, la maturation du fruit ainsi que par d'autres pratiques horticoles comme la taille et la gestion de l'eau et du sol.

Les variétés les plus précoces sont généralement celles qui ont le moins besoin de froid. Ces variétés sont aussi plus sensibles au gel et, dans les régions présentant un risque de gel ou lorsque les plants ne sont pas protégés dans des tunnels, une protection contre le gel sera nécessaire afin d'éviter les dommages qui peuvent être causés aux fleurs et aux fruits.

Considérations supplémentaires La morphologie du plant peut être une caractéristique importante. Les variétés poussant verticalement, telle que Star, sont plus faciles à tailler, ce qui réduit les coûts relatifs à cette opération. Les variétés qui produisent de gros fruits comme Emerald peuvent réduire les coûts de récolte et convenir à des marchés qui favorisent les plus gros fruits, mais la grande taille du fruit peut aussi avoir un effet négatif sur la fermeté et la saveur. Certaines variétés ont des périodes de récolte plus flexibles; la Sharpblue, l'Emerald et la Saphire ont tendance à fleurir plusieurs fois par an dans les régions tempérées et à fournir ainsi des récoltes supplémentaires.

4. Choix du site de culture



Photo 3 : Culture des myrtilles sous tunnel

La production de myrtilles hors saison demande un climat hivernal doux, des variétés à faible dormance et une protection contre le gel. Beaucoup de régions où l'hiver est plus doux sont situées près de l'océan, car le grand volume d'eau de ces derniers a des effets modérateurs sur les grandes variations de température. Les régions de plantation d'altitude moyenne (1500 à 2500 m) dans les pays tropicaux peuvent aussi offrir des conditions propices à la production de myrtilles. Dans d'autres cas, comme celui de la production sous de grands tunnels de protection, la couverture par du plastique procure un gain de température ainsi qu'une protection contre le gel et le vent.

Dans les plantations en pente, l'air froid est drainé loin des plants pendant les nuits claires et froides ce qui crée des conditions favorables au gel. Les sites qui offrent une bonne circulation d'air permettent aussi le brassage de l'air froid au ras du sol avec l'air chaud qui se trouve au-dessus.



Photo 4 : Culture en pente

L'orientation de la plantation sur les versants exposés au soleil permet aussi un réchauffement plus précoce et une meilleure accumulation de chaleur durant les périodes froides entre l'automne et le printemps. Une protection supplémentaire contre le gel peut être assurée avec des asperseurs ou des ventilateurs qui brassent l'air au-dessus des plants.

Les grands vents exercent un stress sur les jeunes plants et causent plus tard des écorchures et des boursouflures sur les fruits en agitant les feuilles et les branches avoisinantes. Dans les régions ventées, les plants n'atteindront pas la même vigueur et le même rendement que ceux qui sont plantés dans des endroits plus calmes ou qui sont protégés par des brises vent.



Photo 5. Brises vents

Sur le site de plantation, on doit aussi disposer d'un volume d'eau suffisant pour pouvoir faire face aux besoins d'irrigation et de protection contre le gel, et cette eau doit satisfaire aux critères de qualité nécessaires à une production acceptable (voir la section sur l'irrigation).

Les voies d'accès entre la plantation, les installations frigorifiques, les installations d'emballages et les marchés, ainsi que les infrastructures doivent permettre de déplacer la récolte avec rapidité et efficacité.

Les myrtilles demandent une disponibilité appropriée de main-d'œuvre, afin de pouvoir planter, tailler et faire la récolte avec rapidité et efficacité.

5. Préparation du sol

Les myrtilles ne tolèrent pas un mauvais drainage ni la pourriture racinaire, et la faible vigueur générale aura des conséquences néfastes sur les plantes dans un terrain mal drainé. Dans la plupart des sols, les myrtilles doivent être plantées sur des billons.

Dans du sable grossier, la culture en billons n'est pas toujours nécessaire, mais il faut y ajouter de la matière organique régulièrement afin d'améliorer la capacité de rétention en eau. Dans le limon argileux ou les autres sols argileux, il

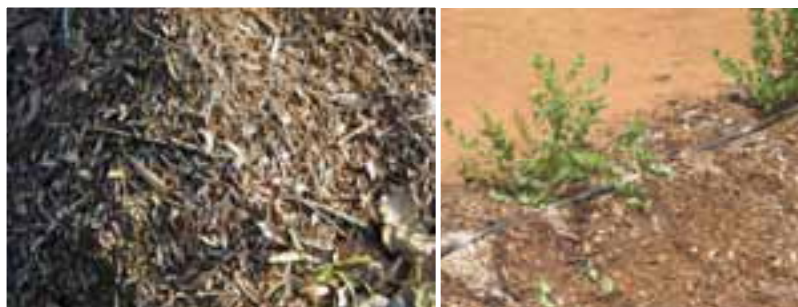


Photo 6: Amendement avec des déchets de bois.

est nécessaire d'incorporer d'autres matériaux d'amendement afin d'améliorer la porosité, l'aération, et le drainage. En Californie et en Floride, on ajoute une couche de déchets de bois grossiers ou d'écorces de pin comme amendement. Dans des exemples extrêmes – comme en Floride où l'écorce de pin est abondante – les plants sont établis dans des andains composés uniquement d'écorce. En Californie, on incorpore régulièrement de grandes quantités de déchets de bois grossiers dans les sols lourds. Il est aussi possible d'ouvrir un sillon en V dans les billons et de le remplir avec des déchets de bois avant d'y planter les myrtilliers.

Avant de planter, on doit analyser un échantillon de sol par un laboratoire spécialisé. Sur la base de cette analyse, on déterminera les quantités optimales



Photo 7 : Champ de culture en billons.

d'éléments principaux et secondaires qu'il faut ajouter. On

prélèvera des échantillons dans les 15 à 20 premiers centimètres de sol, dans 10 à 15 endroits différents choisis au hasard en zigzagant à travers le champ. On mélangera ensuite ces prélèvements dans un seau, et on enverra un sous échantillon de 400 à 500 grammes de ce mélange au laboratoire d'analyse. Il faut prendre un échantillon séparé de chaque champ ou parcelle ayant des antécédents cultureux différents ou qui n'est pas similaire à l'endroit où le premier échantillon a été prélevé. On marquera chaque échantillon avec un code qui permettra de savoir de quel endroit il provient.

L'analyse doit prendre en compte le pH du sol ainsi que le phosphore, le potassium, le calcium, le magnésium et les autres micronutriments qui sont indispensables à la croissance des plants. Les résultats indiqueront les quantités de nutriments nécessaires et s'il y a du

manganèse ou de l'aluminium en quantités potentiellement toxiques. **Il n'est pas utile de vérifier la concentration d'azote, puisqu'elle varie constamment.** Tous les éléments principaux et secondaires, à l'exception de l'azote, doivent être incorporés dans les billons sous forme de granules avant la plantation. Cette opération sera la méthode la plus économique pour assurer une fertilité adéquate pour la nouvelle plantation de myrtilles. Il suffira d'ajouter les nutriments, le soufre et les autres amendements dans la bande de plantation.

Il est possible d'incorporer les quantités optimales de nutriments principaux et secondaires, le soufre nécessaire à l'acidification du sol ainsi qu'un éventuel amendement de déchets de bois lorsque l'on prépare les billons pour la plantation. Cette opération devrait être accomplie aussitôt que possible avant l'établissement du plant afin de donner au soufre le temps d'agir et d'acidifier le sol. La préparation des billons suffisamment à l'avance donnera également le temps d'effectuer un premier traitement contre les mauvaises herbes. Après avoir irrigué le champ, on laisse pousser les mauvaises herbes pendant 2 à 3 semaines; puis on pulvérise du glyphosate (herbicide de type Roundup) ou un autre herbicide systémique à large spectre. On répétera cette opération une deuxième fois, ou autant de fois que nécessaire, si des mauvaises herbes continuent de pousser, en veillant à ne pas remuer le sol. Au moment de la plantation, on ne remuera que le sol des trous de plantation et on couvrira ensuite toute la surface avec un paillis, ce qui limitera au mieux les problèmes de mauvaises herbes subséquents.

On effectuera une nouvelle analyse des sols tous les 3 à 4 ans afin de vérifier la disponibilité des nutriments. Il pourrait en effet se révéler nécessaire d'ajouter certains macro et micronutriments après quelques années. On peut ajouter des engrais en granules dans les cultures établies en les incorporant au sol sous le paillis (plus économique) ou en les injectant dans le système d'irrigation (application plus facile et disponibilité plus rapide).

6. Acidification du sol

Les myrtilliers poussent lentement et mal dans un sol de pH supérieur à 5,0. Les plants sont plus vigoureux et de couleur plus uniforme quand ils sont cultivés dans un sol acide. La gestion du pH du sol est d'une très grande importance pendant la première et la deuxième année, et les agriculteurs doivent porter une grande attention à appliquer du soufre à temps et avec uniformité afin de bien contrôler le pH du sol autour des racines des jeunes plants. Pour faire baisser le pH, on verse de l'acide – souvent de l'acide sulfurique – directement sur le sol ou, plus souvent, on incorpore du soufre élémentaire dans le sol. L'application d'acide sulfurique est un moyen rapide et efficace pour faire baisser le pH, cependant, il nécessite un matériel et du personnel spécialisé pour manipuler ce produit potentiellement dangereux. On utilisera d'autres acides (nitrique, phosphorique, etc.) en veillant à ne pas dépasser les quantités d'azote et de phosphore requises.

L'ajout de soufre sur un sol humide donne aux microorganismes des conditions favorables pour produire de l'acide sulfurique. On répandra uniformément du soufre en poudre la plus fine possible, le plutôt possible avant la plantation. Généralement, pour mesurer la quantité de soufre nécessaire, on évalue qu'il y a environ 2,25 millions de kilos de sol par hectare dans une tranche de 15 cm de profondeur. Si les platebandes sont surélevées de 20 à 30 cm et qu'un volume supplémentaire du sol est déplacé afin de les former, la quantité de

soufre nécessaire peut augmenter de 50 % à 100 % par rapport aux valeurs indiquées par ce calcul. Il faut donc tenter de corriger les valeurs à l'aide d'une évaluation précise du volume total du sol déplacé. L'ajout de soufre peut être limité à la bande afin de réduire les coûts de l'acidification. Le soufre doit être incorporé uniformément dans le sol avec tous les autres amendements.

La quantité de soufre à ajouter peut être déterminée par un laboratoire spécialisé ou en se servant de la valeur actuelle du pH et des textures de sol (Tableau 1). Il faut au minimum une période de 6 à 12 mois pour que le soufre fasse complètement effet.

Le pH du sol des parcelles peut rester variable après l'application du soufre. La réduction du pH désirée peut ne pas être tout à fait uniforme dans la zone racinaire pendant des mois. Il est difficile d'obtenir une distribution uniforme du soufre dans les parcelles qui viennent d'en recevoir et la réaction du soufre en granules peut être lente, selon le type de soufre ajouté et les caractéristiques de la parcelle.

Dans des cas particuliers, on peut planter des myrtilliers dans un sol dont le pH ne se situe pas encore dans la fourchette voulue à condition que des mesures spécifiques soient prises pour assurer que les plants auront accès aux nutriments qui leur sont nécessaires. Si les jeunes plants de myrtilles sont cultivés dans un environnement où le pH du sol de la zone racinaire est supérieur à 5,0, le plant produira de nouvelles pousses vert jaunâtre pâle (chlorose) à cause d'une carence en fer; le plant tardera à produire de nouvelles pousses, ces dernières seront faibles et une application supplémentaire localisée de soufre pourrait être nécessaire. On incorporera donc de la tourbe ou d'autres supports de culture acide dans le trou de plantation au moment de la plantation avec un ajout du fer chélaté de façon régulière sur les plants par arrosage ou par pulvérisation foliaire.

Acide sulfurique L'acide sulfurique seul ou avec l'urée et d'autres acides peuvent également être utilisés pour acidifier l'eau si celle-ci est trop alcaline. Si une eau d'irrigation alcaline n'est pas acidifiée, le pH du sol remontera plus rapidement après son acidification. Le sol revient graduellement à son pH de départ si un pH acide n'est pas entretenu par l'ajout régulier de soufre ou d'acide; cette tendance est accélérée par une irrigation avec de l'eau au pH élevé, riche en bicarbonates. Un laboratoire spécialisé peut faire des tests afin de déterminer la quantité d'acide d'un type donné ou d'une concentration donnée nécessaire pour abaisser le pH au niveau voulu. On acidifiera l'eau jusqu'à un pH de 5,0 ou jusqu'à ce que le total des bicarbonates soit inférieur à 1,0 mmol/l.

Tableau 1. Taux d'application du soufre pour diminuer le pH du sol à 4,5

PH initial	Texture du sol		
	Sable	Limon	Argile
	(kg/100 m ²)*		
5,0	2,0	5,9	9,0
5,5	3,9	11,8	17,9
6,0	5,9	17,3	25,9
6,5	7,4	22,6	33,9
7,0	9,4	28,6	42,9
7,5	11,9	29,9	44,2

*Ces valeurs devraient modifier le pH du sol jusqu'à 15 cm de profondeur. Pour les plus gros volumes de sol, par exemple en cas billons, il faut augmenter la quantité de soufre en conséquence.

7. Plantation

Période de plantation Au Maroc, la meilleure période pour l'établissement des plantations est la période qui s'étend d'octobre et la mi-mars. Pendant cette période, les plantations peuvent être faites sous tunnels ou en plein champs. Il est aussi possible d'établir de nouvelles plantation pendant les autres périodes de l'année, à condition de prêter une attention particulière au maintien d'une humidité adéquate du sol et à la protection des plants contre le vent.

Plantation Il faut cultiver les myrtilliers en billons dans tous les types de sols sauf dans les sols sablonneux qui se drainent facilement. La culture en billons améliore le drainage et la protection des plants contre les maladies du sol. Les billons ont généralement une largeur de 1,2 m, ce qui permet le développement racinaire dans toute sa largeur, surtout que le système racinaire soutiendra plus tard un plant d'environ 1,2 m de diamètre. On plantera les myrtilles avec un espacement d'environ 75 cm entre les plants d'une rangée et un espacement de 3 m entre le centre d'une rangée et le centre de la suivante, ce qui laissera un espacement d'environ 1,8 m entre les billons. La largeur de l'espacement entre les rangées dépendra de l'équipement utilisé, de l'espace nécessaire pour la pulvérisation, de la largeur des tracteurs, etc. Si l'on envisage d'effectuer la pulvérisation et d'autres travaux à la main, on peut réduire l'espacement des rangées jusqu'à 2,4 ou 2,1 m, ce qui augmentera les récoltes dans les champs de petite superficie.

Les meilleurs plants pour établir un champ sont généralement des plants ayant 12 à 18 mois, constitués de 2 à 4 petites branches et atteignant une hauteur de 30 à 45 cm. On a déjà utilisé avec succès de plus petits plants – des boutures d'à peine 6 mois avec des racines – pour l'établissement direct dans un champ; cependant, ces plants demandent une plus grande attention et les pertes peuvent être plus importantes. Les plus grands plants sont plus coûteux, mais ils deviennent productifs plus rapidement.



Photo 8 : Boutures de myrtilles avec des racines

Les plants peuvent arriver de la pépinière dans des pots ou des sacs, avec milieu inerte, ou racines nues. Lors de leur plantation, il faut soigneusement écartier les racines et les planter à la même profondeur qu'à la pépinière. Si la touffe de racines conserve la forme du pot ou du sachet, il faut délicatement débarrasser les racines de la terre qui les entoure ou inciser leur masse sur quatre côtés et l'ouvrir avant la plantation. Si les racines ne perdent pas la forme du pot ou du



Photo 9 : Plant de myrtilles de 30 à 40 cm

sachet, elles conserveront cette forme et la circulation de la sève sera perturbée dans les racines courbées en forme de J. Les problèmes résultant d'une plantation inadéquate ne surviendront probablement qu'après une année ou deux, alors que la zone racinaire trop restreinte ne pourra plus supporter une croissance supplémentaire de la partie aérienne du plant. Alors, les plants subiront un stress ou un fanage. Les plants pourraient aussi pousser normalement pendant 3 à 5 années et dépérir soudainement parce que le système conducteur limité des racines ne pourra assumer les besoins d'humidité par temps chaud et sec. Une fois que les plants sont établis, il faut tailler les petites branches et les branches inférieures afin d'encourager de nouvelles poussées.

On peut faire le trou de plantation à la main dans les petites plantations ou en utilisant une tarière sur tracteur pour les plus grandes plantations. On doit s'assurer que le trou est plus large que profond et que la tourbe est bien incorporée à la terre. Si possible, il faudrait utiliser entre 2 et 4 litres de tourbe par trou selon la taille du plant. Il faut tremper la tourbe dans l'eau avant la plantation; sinon, il faudra prêter une attention particulière à ce que la tourbe soit uniformément mouillée par l'arrosage.

On doit planter les plants au même niveau ou un peu en dessous (1,5 cm) du niveau auquel ils étaient dans le pot ou à la pépinière. Les plants cultivés trop profondément sont susceptibles d'attraper des maladies du sol. Après la plantation, il faut bien arroser les plants et couvrir les billons avec une couche de déchets de bois de 5 à 8 cm d'épaisseur qu'il faudra renouveler tous les 3 à 4 ans selon les besoins.

8. Irrigation et gestion de l'eau

L'irrigation au goutte-à-goutte convient parfaitement à la culture des myrtilles, à condition que le système soit conçu pour satisfaire les besoins des plants. Il faut adapter la capacité du système d'irrigation selon le besoin maximal d'eau, le jour le plus chaud et le plus sec. Il ne faut pas oublier de prendre en considération les périodes de vents violents parce que ces derniers augmenteront considérablement le besoin d'eau. La superficie à cultiver en myrtilles doit correspondre aux ressources en eau d'irrigation disponibles.

Il faut concevoir le système d'irrigation pour arroser plus fréquemment pendant de plus courtes périodes pour les sols sablonneux, et moins fréquemment pendant de plus longues périodes pour les sols argileux. Une humidification uniforme du sol sur la ligne des goutteurs est nécessaire pour assurer un développement racinaire sur toute la largeur du billon (1,2 m). On utilise souvent un tuyau d'irrigation doté de goutteurs en ligne parce qu'il fonctionne à peu près sans problème pendant plusieurs années avec un entretien routinier. Une ligne d'irrigation suffira durant la première année après la plantation, mais dès la deuxième année, on ajoutera une deuxième ligne – une de chaque côté du plant – pour irriguer toute la largeur du billon et encourager le développement maximal des racines.



Dans les régions californiennes à forte évaporation, l'évapotranspiration (ET) potentielle peut atteindre jusqu'à 15,7 cm par ha et par jour durant les mois chauds de l'été. Dans les plantations de myrtilliers, où 40 % à 50 % de la surface du sol est efficacement utilisée, cela peut signifier une consommation de 80 000 litres d'eau par hectare et par jour pour une plantation mature en période de pointe. Les nouvelles plantations demandent un quart à un cinquième de cette quantité d'eau par jour, soit de 15 000 à 20 000 litres par hectare et par jour.

La qualité de l'eau est aussi importante et une analyse de la qualité de l'eau relèvera les problèmes potentiels de minéraux qui peuvent gêner la croissance du plant ou qui peuvent causer des problèmes d'obturation du système de micro irrigation. L'analyse de l'eau doit comprendre une vérification du pH, la conductivité électrique, les concentrations de calcium, de magnésium et de sodium, ainsi que celles des carbonates, des bicarbonates, du chlore, du bore et des sulfates (Tableau 2).

Tableau 2. Valeurs critiques des constituants de l'eau de qualité utilisée pour la micro irrigation des cultures de myrtilles

Composants de l'eau d'irrigation	Problème mineur	Problème modéré	Problème grave
CE (dS/m) (mmho/cm)	<0,75	0,75-3	>3
SAR ajusté	<3	3-9	>9
Bicarbonates (mmol/litre) ppm	<2 <122	3-4 122-244	>4 >244
Chlorure (mmol/litre) ppm	<4 <140	4-12 140-420	>12 >420
Sodium (mmol/litre) ppm	<5 <115	5-15 115-345	>15 >345
Bore (ppm)	<0,5	0,5-2	>2

Un pH de l'eau de 7,0 est neutre. Un pH plus élevé (alcalin) indiquera un excès de bicarbonates et un besoin d'acidifier l'eau ou de bien surveiller le pH du sol afin d'éviter une augmentation de son pH.

La conductivité électrique (CE) est un moyen de mesurer la teneur en sels, ou salinité, de l'eau d'irrigation. La CE peut indiquer des problèmes potentiels d'accumulation de sels à des concentrations qui peuvent devenir nocives pour les plants. Une CE basse est plus souhaitable pour l'irrigation. L'évaporation a tendance à concentrer les sels dans les couches supérieures du sol et les concentrations de sels solubles dans les sols sont généralement entre 2 et 10 fois plus élevées que dans l'eau d'irrigation. La meilleure CE pour l'eau d'irrigation des myrtilliers se situe en dessous de 0,25 dS/m (déci Siemens/mètre; anciennement mmho/cm) et les problèmes de croissance du plant augmenteront si elle dépasse 1,5 dS/m.

Le rapport d'absorption du sodium (SAR, Sodium Absorption ratio) indique le danger potentiel des concentrations de sodium dans l'eau d'irrigation. L'excès de sodium peut être

nocif pour les plants et peut endommager les sols en ralentissant leur drainage. Le SAR peut être calculé à partir de l'analyse du sodium (Na), du calcium (Ca) et du magnésium (Mg) dans le sol selon l'équation :

$$SAR = \sqrt{\frac{Na^+}{[Ca^{++} + Mg^{++}]}}$$

Le SAR décrit le risque relatif lié au sodium selon les concentrations de calcium et de magnésium. Si les concentrations de calcium et de magnésium sont basses, même une petite quantité de sodium peut être nocive, tandis qu'avec des concentrations plus élevées de calcium et de magnésium, le sol tolérera plus le sodium. Le sodium agit en dispersant des particules d'argile dans le sol, ce qui ralentit son drainage. Le calcium et le magnésium remplaceront le sodium dans le sol, qui se lessivera plus facilement après de bonnes pluies ou par l'irrigation. Les analyses de laboratoire doivent généralement tenir compte d'une valeur corrigée du SAR, et tout laboratoire spécialisé dans l'analyse de l'eau d'irrigation doit pouvoir offrir une telle analyse.

Les bicarbonates donnent une indication du pH de l'eau, du potentiel d'obturation des tuyaux par des précipités et de la quantité d'acide requise pour corriger le pH de l'eau. La plupart des problèmes d'obturation liés à la qualité de l'eau se résoudront d'eux-mêmes grâce aux injections d'acide demandées par l'entretien routinier des cultures de myrtilles.

Le chlore, le sodium et le bore peuvent engendrer des toxicités ioniques spécifiques pour les cultures, en plus de l'effet du sodium sur les sols. Les valeurs du tableau 2 indiquent le risque relatif de toxicité des différentes concentrations de ces ions sur les plants.

Afin de déterminer la fréquence et la durée de l'irrigation continue, il faut utiliser des tensiomètres placés à des emplacements représentatifs au niveau de la parcelle et à une profondeur de 20 cm. L'irrigation doit commencer lorsque la tension de l'eau du sol atteint 10 à 15 centibar (cb) sur le tensiomètre. L'agriculteur peut également évaluer le degré d'humidité du sol en formant une boule de terre dans sa main. Il s'agit de creuser dans la zone racinaire jusqu'à une profondeur d'au moins 15 à 20 cm sous le paillis avec une petite tarière et de prendre un petit échantillon dans sa main. On roule l'échantillon en boule et on répète cette opération chaque jour. L'irrigation doit commencer lorsque la boule commence à s'effriter. On répétera cette opération à plusieurs points représentatifs du champ et à différentes périodes de l'année. Avec un peu d'expérience de ce type d'échantillonnage, on pourra déterminer la fréquence de l'irrigation du champ concerné.

Les myrtilliers sont particulièrement sensibles au stress hydrique et demandent une humidité uniforme pendant la floraison et la nouaison des fruits. Les myrtilles ne tolèrent pas la sécheresse et une humidité uniforme est également importante pour un développement végétatif normal. La pluie en période de récolte provoque un craquement des fruits (apparition de fissures). Par le maintien d'une humidité uniforme du sol tout au long de la période de floraison et de nouaison, on évitera les dommages causés par le stress et on réduira le risque d'apparition de craquement en cas de pluie.

Les plants cultivés sous tunnels sont protégés contre les problèmes de craquement des fruits en cas de pluie et consommeront beaucoup moins d'eau, car l'humidité est généralement retenue dans les tunnels et les courants d'air y sont plus faibles. Avec le temps, les agriculteurs acquièrent de l'expérience dans la culture sous tunnels, notamment dans la gestion de l'irrigation et de l'eau mais, à court terme, ils devront gérer très attentivement leurs cultures sous tunnels afin d'éviter aux plants le stress hydrique causé par un arrosage excessif ou insuffisant.

9. Fertilisation

Avant la plantation. On fera analyser par un laboratoire des échantillons de sol prélevés à des endroits représentatifs du champ. Après la plantation, Les sols doivent être analysés de nouveau tous les 3 à 4 ans afin de vérifier la concentration de tous les nutriments, à l'exception de l'azote. L'analyse de l'azote n'est pas nécessaire pour définir les quantités et le calendrier de l'application des engrais azotés.

Grâce aux indications données par les analyses du sol, on ajoutera les nutriments les plus importants – phosphore, potassium, magnésium, calcium et les micro-éléments – en granules afin d'amener le sol aux concentrations optimales. Ce travail doit être axé sur l'amélioration de la zone des billons, soit une largeur de 60 cm de chaque côté des rangées de plants. La forme sous laquelle on ajoute le phosphore ou le potassium n'est pas importante. On peut utiliser des produits en granules économiques. En ce qui concerne les sources de magnésium et de calcium, il faut éviter la chaux agricole (calcaire), qui ferait augmenter le pH. On peut utiliser le gypse pour fournir le calcium et le sulfate de potasse et de magnésium comme source de magnésium, ce qui n'agira pas sur le pH.

En l'absence d'analyse préalable du sol, il faut s'en remettre à l'historique du champ pour tenter d'atteindre des niveaux optimaux de phosphore et de potassium en se fondant sur les besoins de fertilisation de la production de fraises d'exportation. Lorsque les résultats des analyses seront connus, on effectuera tout ajustement nécessaire par fertigation.

Après la plantation, on épandra l'azote en bandes latérales des deux côtés des rangs ou à l'aide du système d'irrigation. On emploiera un engrais à l'ammonium (par ex. : sulfate d'ammonium, urée). Les myrtilles préfèrent l'azote sous forme d'ammonium, car l'ammonium est la forme prédominante de l'azote dans les sols dont le pH est bas. Le sulfate d'ammonium acidifie plus rapidement le sol que l'urée, et on devra donc surveiller attentivement le pH du champ après l'établissement des cultures. Si le pH tombe en dessous de 4,5, il vaudra mieux utiliser de l'urée comme source d'azote et modifier l'acidification et l'injection d'acide en conséquence.

Si le pH du sol ne descend pas en dessous de 5,0 dans le champ cultivé, on ajoutera du fer chélaté par pulvérisation foliaire, par arrosage ou par irrigation au goutte-à-goutte. On ajoutera du fer chélaté durant les premiers mois afin de permettre aux plants de commencer leur croissance végétative de façon vigoureuse en attendant que le soufre ait abaissé le pH du sol. On utilisera 5 kg de fer chélaté par 400 à 800 litres d'eau pour la pulvérisation foliaire ou l'arrosage. On peut également ajouter du soufre en poudre fine autour des plants par

arrosage afin d'accélérer l'abaissement du pH du sol. On observera la couleur du feuillage pour se guider dans l'ajout du fer chélaté; si la couleur du feuillage est vert pâle à jaune, surtout sur les nouvelles pousses, il s'agit probablement de chlorose ferrique et on doit continuer le traitement au fer chélaté. Une fois que le feuillage est uniformément vert ou vert foncé, on peut arrêter le traitement au fer chélaté et ne le reprendre qu'en cas de nouveaux symptômes de la chlorose ferrique.

9.1. Fertilisation de routine

Une concentration élevée d'azote est importante pour que la croissance commence avec vigueur et que le couvert végétal se développe rapidement. Des plants de myrtilliers vigoureux et bien fertilisés, avec un feuillage vert foncé, ont toujours de nouveaux rameaux ainsi que de nouvelles tiges naissantes à leur base. Les plants souffrant d'un manque d'azote ont un feuillage vert jaunâtre pâle, souvent teinté de rouge. Si le pH du sol passe au-dessus de 5,0, la chlorose ferrique peut induire des symptômes similaires sur les plants de myrtilles même s'il y a suffisamment d'azote.

Les plants pousseront tout au long de l'année dans le climat doux des régions côtières du Maroc, et les nouvelles plantations tireront, sûrement, avantage de l'application de l'azote. On peut appliquer de l'azote sous forme d'ammonium soluble, comme le sulfate d'ammonium ou l'urée, à l'eau d'irrigation, ou en répandre à la volée ou par arrosage des billons si l'on utilise des asperseurs. Si on utilise l'acide sulfurique de l'urée pour acidifier l'eau d'irrigation, il importe de prendre en compte l'apport d'azote concomitant dans l'ensemble du programme de fertilisation. Selon la variation du pH souhaitée, la quantité d'azote supplémentaire peut être faible ou nulle. On a rapporté des cas où la fertilisation excessive en azote a eu des effets négatifs sur la production de fruits de la saison suivante. Lorsque la saison des récoltes approche, on doit continuer la fertilisation, mais en utilisant un engrais contenant relativement peu d'azote et plus riche en phosphore et en potassium. Les résultats d'analyse foliaire effectuée à la fin de l'été devraient montrer un pourcentage d'azote variant entre 2,3 % et 2,5 %.

Il n'est pas rare de trouver, dans des terrains ayant été utilisés pour la culture de fraises, du maraîchage ou pour d'autres cultures fruitières intensives, des concentrations relativement élevées de phosphore et de potassium, et on n'aura donc à y ajouter que des quantités minimales de ces éléments. Les sols sablonneux peuvent faire exception, car les nutriments s'y accumulent en plus faibles quantités. Dans ce cas, des ajouts fréquents de phosphore et de potassium seront bénéfiques.

Durant les premières années (années 1 à 5), il faut ajouter de l'azote de façon régulière (hebdomadaire, bimensuelle ou mensuelle) pendant la période de croissance active des plants. Selon les conditions climatiques spécifiques de la région concernée, cette période annuelle peut durer de 9 à 12 mois. Pour les nouvelles plantations, il faut appliquer 2 à 3 grammes d'azote par plant et par mois. (en supposant qu'il y a 133 plants par 100 mètres linéaires de rangée de plants, cela fera 3 x 133 ou 399 grammes d'azote par 100 mètres linéaires de rangée de plants et par mois). Cela représentera une application d'environ 100 à 150 kg d'azote par hectare et par année ou 9 à 14 kg d'azote par hectare et par mois. Après la troisième année, on doit appliquer 5 à 6 grammes d'azote par plant et par mois (798 grammes d'azote par 100 mètres de rangs de plants et par mois). Par exemple, si on utilise le sulfate d'ammonium (21 % d'azote), il faut appliquer $798 \text{ gr} / 0,21 = 3800 \text{ gr}$ ou 3.8 kg d'engrais de sulfate d'ammonium par 100 mètres linéaires de rangs pour des plants matures.

La plus importante application mensuelle d'azote doit avoir lieu juste après la taille, vers la fin du printemps (juin) et continuer durant les mois chauds de l'été et de l'automne. Une bonne croissance durant cette période donne naissance aux branches sur lesquelles la production de l'hiver et du printemps suivants se développera. Les besoins en azote ont tendance à diminuer durant les mois froids de l'hiver pour les myrtilles cultivées en plein champ. Certains agriculteurs cultivant les myrtilliers en plein champ dans des régions à climat doux produiront des fruits durant les mois doux de l'hiver. Il faut donc continuer à apporter l'azote mensuellement dans de tels cas, mais seulement avec la moitié de la quantité d'azote habituelle.

Cependant, en culture sous tunnels qui met l'accent sur la production d'hiver et du printemps, il faut continuer à ajouter la quantité d'azote normale durant les mois d'hiver.

10. Taille

Le but de la taille annuelle est de stimuler les nouvelles pousses et de permettre aux plants de continuer à fournir de bonnes récoltes et de grosses myrtilles. On procède à la première taille sur les jeunes plants dont on réduit le volume après la plantation afin d'équilibrer la croissance végétative et celle des racines pour que les plants s'enracinent bien tandis qu'ils entament une nouvelle croissance végétative. Lorsque la plantation se fait avec des plants âgés de 1 à 2 ans, il faut réduire la partie végétative des plants d'un quart à un tiers. On enlèvera les branches horizontales minces et basses. On enlèvera également toutes les fleurs et tous les fruits des plants âgés de moins de 2 à 3 ans et qui font moins de 1 m de hauteur. Cette opération reporte l'énergie dépensée dans la floraison et la formation des fruits sur le développement d'un plant plus grand et plus fort, capable de porter de bonnes quantités de gros fruits. Avec des variétés comme Misty qui portent un grand nombre de fleurs et de fruits alors que les plants sont encore petits, on taillera sévèrement durant les trois premières années afin de bien éliminer les fruits et les fleurs et de favoriser la croissance végétative.

La taille de plants plus âgés qui sont déjà en production a plusieurs objectifs. On enlèvera les branches non productives, malades, mortes ou en train de faner ainsi que les branches trop basses ou mal dressées; on éclaircira les branches trop serrées les unes contre les autres au centre du plant; on coupera à la base toutes les pousses minces qui ne produisent pas de fruits. Les variétés à port dressé exigent moins de taille de formation des plants tandis que les variétés rampantes demandent une bonne expérience en taille afin de favoriser les pousses verticales.

Dans les climats doux, avec une longue saison de croissance, on doit effectuer une taille sévère vers la fin du printemps ou en été, juste après la récolte. Cela permet à la nouvelle croissance végétative de s'étendre sur une plus longue période avant que le bourgeonnement végétatif des tiges ne redevienne un bourgeonnement floral en automne. Les fruits se forment sur les courtes branches latérales qui sont sorties plusieurs mois avant la récolte ou au cours de l'année précédente. Les fortes tiges qui poussent vers la fin de l'été peuvent produire des bourgeons de fruits à leur sommet. Ces tiges peuvent être éclaircies

ou raccourcies en hiver afin de stimuler leur ramification, mais ce sera aux dépens des sommets porteurs de fruits.

On taillera toute branche ayant porté des fruits l'année précédente jusqu'à la première jeune et forte pousse que l'on rencontre. Ensuite, on doit soigneusement examiner le plant et continuer avec la taille des branches trop minces et des branches mortes.

On taillera les jeunes buissons au moment de leur plantation pour stimuler une nouvelle croissance végétative. On peut enlever jusqu'à un quart ou un tiers du buisson. Chez les buissons plus matures, on peut enlever jusqu'à un sixième du feuillage. On enlèvera également les fleurs et les fruits sur les plants trop jeunes et trop petits au moins la première saison, et parfois aussi la deuxième, selon la grandeur des plants.

La taille d'hiver ou du début du printemps est essentiellement axée sur la répartition de la charge des fruits. On peut tailler ou enlever les fleurs et les fruits d'une partie d'une branche afin de faire diminuer le nombre de fruits et augmenter leur taille. Le taux d'éclaircissement dépendra de la variété et de la charge en fruits par rapport à l'importance de la zone végétative. Les plus grands plants et les branches les plus vigoureuses sont capables de porter une plus lourde charge en fruits.



Photo 10 : Plants de myrtilles taillés et non taillés.

Après 4 ou 5 années, selon la vigueur du plant, on coupera chaque année la plus vieille tige à la base du plant ou près du sol pour permettre l'apparition d'une nouvelle tige qui remplacera l'ancienne. On renouvellera ainsi le plant au complet tous les 5 ans lorsque les plants comportent une moyenne de 5 tiges primaires.

11. Contrôle des Adventices

On peut exercer un contrôle précoce des mauvaises herbes en préparant les billons bien avant la plantation. On laisse alors pousser les mauvaises herbes pendant 14 à 21 jours puis on traite avec du glyphosate pour les éliminer, et on répète cette opération une fois de plus, sans remuer la surface du sol. Ainsi, on écarte dans une large mesure la pression des mauvaises herbes. Si on ne remue que la terre des trous au moment de la plantation et qu'on recouvre les billons d'un paillis ensuite, on peut facilement contrôler les quelques mauvaises herbes qui apparaîtront par la suite à l'aide de pulvérisations localisées de glyphosate ou de tout autre herbicide à large spectre, ou on peut les arracher à la main.

Les herbicides pré-levée sont utilisés pour contrôler les mauvaises herbes dans des plantations de myrtilles déjà établies. Les herbicides les plus couramment utilisés sont :

- Karmex (diuron)
- Princep (simazine)
- Sinbar (terbacile)
- Solicam (norflurazon)

Ces herbicides sont largement utilisés pour le myrtillier, mais il faut bien consulter l'étiquette pour connaître les nouvelles restrictions d'enregistrement et les quantités recommandées pour le traitement. On doit utiliser les quantités les plus faibles possibles sur de jeunes plants et sur des sols sablonneux ou pauvres en matières organiques.

Pour le contrôle des adventices après leurs levées, les agriculteurs n'utilisent que des pulvérisations dirigées de glyphosate, de séthoxydime (Poast) ou de fluazifop-butyl (Fusilade) qui exercent un contrôle sélectif des graminées vivaces et de certaines graminées annuelles. Il faut consulter l'étiquette des pesticides pour connaître les nouvelles restrictions d'enregistrement et les quantités recommandées pour le traitement.

D'autres herbicides sont maintenant disponibles et de nouveaux produits apparaissent sur le marché. Dans leur choix, les agriculteurs donneront la priorité aux critères de l'efficacité du produit et des dommages qu'il peut potentiellement causer aux myrtilles, mais ils devront aussi se tenir au courant des restrictions d'enregistrement en cours dans le marché cible.

Certains agriculteurs préfèrent passer la herse à disques ou tondre l'espace entre les rangs pour contrôler les mauvaises herbes. On peut aussi installer des cultures entre les rangs de myrtilliers, comme certaines graminées, mais il faudra les irriguer durant les périodes sèches trop prolongées afin de leur donner assez de vigueur pour rivaliser avec les mauvaises herbes. Certains agriculteurs – surtout ceux qui pratiquent l'agriculture biologique – posent une toile géotextile entre les rangs et sur les billons pour contrôler les mauvaises herbes à long terme.

12. Choix des pesticides pour le Maroc

Les agriculteurs doivent faire la distinction entre l'efficacité d'un produit chimique et les restrictions d'emploi imposées sur le marché cible. De nombreux produits peuvent permettre un bon contrôle des insectes ou des maladies mais ne pas être enregistrés pour l'emploi dans la culture des myrtilliers dans le pays où les fruits seront vendus. La meilleure stratégie pour gérer les informations d'enregistrement des pesticides est de demander à l'agent commercial ou à la personne qui réceptionnera les fruits dans le pays de destination d'envoyer la liste des produits autorisés. On doit aussi s'en tenir aux quantités recommandées et aux instructions de traitement indiquées sur l'étiquette et s'assurer de mettre à jour ces informations chaque saison ou plus souvent selon le cas. Le dosage et le délai d'attente avant la récolte – le délai minimal entre le dernier traitement et la récolte – sont des éléments importants. Si les informations d'enregistrement, le dosage et le délai

d'attente sont respectés, on minimise le risque de rejet d'une récolte à cause d'une contamination aux pesticides.

13. Maladies des myrtilles

Généralement, on remarque une augmentation des risques de maladie lorsque les températures et l'humidité augmentent. Dans les régions chaudes et humides, des pulvérisations préventives seront nécessaires durant certaines périodes alors que les cultures établies dans des régions moins humides n'en auront pas besoin.

Ci-dessous est un aperçu des maladies qui touchent les myrtilliers, accompagné du nom des fongicides actuellement enregistrés et souvent utilisés pour le traitement. Il faut consulter les informations données sur les étiquettes pour connaître les plus récentes restrictions d'emploi des pesticides.

- Rouille (*Pucciniastrum vaccinii*)
- Pourriture des racines (*Phytophthora cinnamomi* et *P. spp.*)
- Pourriture grise (*Botrytis cinerea*)

Autres maladies des myrtilles communes dans les régions plus humides :

- Anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*)
- Alternariose (*Alternaria tenuissima*)
- Pourriture sclérotique (*Monilinia vaccinii-corymbosi*)

13.1. Rouille (*Pucciniastrum vaccinii*)

Symptômes :

Les spores sont communes et apparaissent dans des conditions humides. Des organismes sporulés croissent sur le feuillage et sur les fruits au printemps.

Traitement :

La culture sous tunnels réduit considérablement les problèmes de rouille.

Produits de pulvérisation :

- Poussière ou concentré de soufre
- Cuivre insoluble
- Fenbuconazole (Indar75 WP, sous réserve de l'approbation de l'Agence pour la protection de l'environnement [EPA] des États-Unis)
- Pyraclostrobine (Cabrio) 20 EG
- Pyraclostrobine + boscalide (Pristine).



Photo 11 : Feuilles et fruits de myrtilles atteints par la rouille

13.2. Pourriture des racines (Phytophthora a cinnamomi Rands)

Symptômes :

Répandue dans les sols et largement endémique. Les symptômes comprennent le jaunissement et la décoloration des feuilles, le flétrissement des tiges et des plants, l'absence de nouvelles pousses, la nécrose des racines ainsi que la décoloration de la cime et des racines. Les plants finissent par flétrir et par perdre leurs feuilles. L'apparition de la maladie est généralement causée par un mauvais drainage et une mauvaise aération du sol, associés à un stress des racines (racines en forme de J ou autre).

Traitement :

- Bon drainage, billons hauts
- Favoriser l'aération du sol – incorporation de déchets de bois dans les sols lourds
- Éviter l'irrigation excessive
- Éviter les racines en J au moment de la plantation.

On peut traiter avec de l'Aliette (foséthyl-Al), de l'Ele-Max ou du Nutri-Phite (phosphites), ou de l'acide phosphoreux afin de contrôler le phytophthora par arrosage ou par injection avec une solution de 1-2 % v/v. Les plants absorbent le phosphite et le retiennent sous cette forme un certain temps.



Photo 12 : Plantes de myrtilles atteintes par le phytophthora

13.3. Pourriture grise (Botrytis cinerea)

Symptômes :

Pourriture molle des myrtilles, déshydratation des fleurs.

Période :

Apparaît sur les fleurs et les fruits dans les périodes froides, pluvieuses ou humides.

Traitement :

- Problèmes mineurs ou absents sous tunnels.

Bénomyl

Captane (tous les 7 jours à partir du gonflement et jusqu'à la fin des bourgeons)

Fenbuconazole (Indar75 WP, sous réserve de l'approbation de l'Agence pour la protection de l'environnement [EPA] des États-Unis)

Pyraclostrobine (Cabrio) 20 EG

Pyraclostrobine + boscalide (Pristine)



Photo 13 : Fleurs et fruits de myrtilles atteints par la pourriture grise

13.4. Quelques fongicides utiles pour les myrtilliers

- L'Aliette (foséthyl-Al) est un fongicide systémique puissant qui contrôle bien l'antracnose, l'alternariose et le Phomopsis.
- Le captane est un protecteur moins cher dont l'effet devrait durer longtemps sous tunnels. Captevate (captane et fenhexamide) aussi.
- Ziram 76 DF (Cerexagri) ou Ziram Granuflo (ne peut être pulvérisé plus tard que trois semaines après la floraison).
- Topsin ou Topsin + captane.
- Switch (cyprodinile et fludioxonile)
- Les strobilurines constituent un groupe particulier de produits incluant Cabrio, Pristine et Abound. Les fongicides de ce groupe sont très efficaces, mais ils ne peuvent être utilisés qu'une ou deux fois par saison afin d'éviter l'apparition d'une résistance.

Avertissement : VÉRIFIEZ les restrictions d'utilisation légales de chaque produit sur le marché cible.

14. Insectes nuisibles au myrtillier

Les insectes nuisibles aux myrtilles sont généralement rares au moment de l'établissement d'une nouvelle culture, mais des infestations d'insectes peuvent se développer avec le temps.

Quelques insectes nuisibles rapportés en Californie et dans d'autres régions écologiquement semblables au Maroc :

- Mouche blanche (*Bemisia argentifolii*)

Les insecticides disponibles qui sont enregistrés pour lutter contre la mouche blanche dans les cultures de myrtilles incluent :

Imidaclopride (Admire)

Carbaryl (Sevin)

Savon insecticide

Huile à spectre étroit

Azadirachtine

Huile de neem

- Cicadelle du rosier (*Edwardsiana rosae*)

Les insecticides disponibles qui sont enregistrés pour lutter contre la cicadelle dans les cultures de myrtilles incluent : Savon insecticide et huile à spectre étroit

- Thrips (thysanoptères)

L'insecticide disponible actuellement et qui est enregistré pour lutter contre les thrips nuisibles aux myrtilles inclut le Spinosad (Success)

- Perce-tige du Pacifique

Cet insecte attaque parfois les cultures de myrtilles souffrant de stress ou brûlées par le soleil. Le traitement à l'insecticide n'est pas efficace, et la meilleure façon de contrôler cet insecte consiste à éliminer la source du stress et à rendre leur vigueur aux plants.

Autres problèmes d'infestation

- Limaces et escargots à la période de la récolte (Escargots prédateurs, Appâts)
- Toiles d'araignées : Problème surtout esthétique; contrôle au moment de l'emballage en triant les fruits.



Photo 14 : Attaque de limaces

15. Autres pratiques agricoles

15.1. Protection contre le gel

Lorsque les plants de myrtilliers fleurissent et que les fruits se développent au début du printemps, il y a un risque de gel et il est nécessaire de protéger les plants. Les méthodes de protection contre le gel les plus efficaces et les plus courantes sont l'utilisation de souffleuses à air chaud et l'arrosage avec des asperseurs. La culture sous tunnels offre également une protection appropriée sauf en cas de fortes gelées.



Photo 15 : Asperseurs dans une culture de myrtilles

Les asperseurs fournissent généralement une protection contre le gel supérieure de 1 à 2 °C à celle des souffleuses à air chaud. Lorsqu'on utilise des asperseurs pour la protection contre le gel, on doit prévoir un volume d'eau suffisant,

soit en général de 500 à 600 litres par minute et par hectare. On réglera soigneusement le système pour qu'il entre en action lorsque les températures chutent au-dessous de 1 °C afin d'assurer une humidification uniforme du feuillage, et qu'il reste en fonction jusqu'à ce que les températures remontent au-dessus de 0 °C le matin. On utilisera de préférence des souffleuses à air chaud dans les grandes plantations ou lorsqu'on ne dispose pas d'assez d'eau; cependant, l'efficacité des souffleuses à air chaud pour la protection contre le gel est moins bonne que celle des asperseurs. Ces derniers offrent une protection de 2 à 3 °C, alors que les souffleuses à air chaud n'assurent qu'une protection de 1 à 2 °C.

15.2. Protection contre les oiseaux

Couvrir les champs de filets anti-oiseaux est le seul moyen efficace pour limiter les dégâts causés par les oiseaux. Dans les grandes plantations, il serait plus économique d'absorber les pertes causées par les oiseaux dans le volume global de production plutôt que d'essayer de couvrir de grandes surfaces avec des filets anti-oiseaux.



Photo 16 : Champ couvert d'un filet.

Les filets anti-oiseaux sont efficaces dans les petites cultures. On utilise des filets en polyéthylène avec des mailles de 19 mm (3/4 po) à 22 mm. Un câble plastifié de 5 mm est tendu entre des poteaux plantés tous les 8 m à travers tout le champ. Les poteaux des extrémités doivent être des poteaux de bois de 12 cm de diamètre et de 2,75 m de hauteur, enfoncés à une profondeur de 60 cm et cimentés dans le sol.

Les filets de protection sont, en général, inutiles lorsqu'on cultive sous tunnels en plastique. Les tunnels exercent le double rôle de conservation de la chaleur et de protection contre les oiseaux. Une partie du coût des tunnels est donc compensée par la protection qu'ils offrent contre les oiseaux.

15.3. Pollinisation et abeilles



Photo 17 : Pollinisation par les abeilles

Les fleurs de myrtilles sont hermaphrodites, donc capables d'autofécondation. Chez la plupart des variétés de myrtilles cultivées, la pollinisation s'effectue soit par autopollinisation, soit par pollinisation croisée, mais la productivité des plants et la taille des fruits sont généralement meilleures lorsque la pollinisation croisée est encouragée par la culture de deux variétés ou plus dans un même champ. La pollinisation des myrtilles est effectuée par les abeilles domestiques (*Apis mellifera*) et les bourdons (*Bombus occidentalis*) et s'il n'y a pas assez d'abeilles sauvages, on améliorera la productivité en

plaçant des ruches d'abeilles aux bords du champ pendant la floraison. Une ruche suffira pour une surface d'environ 2 000 m² de plantation.

On doit ouvrir les côtés des tunnels pendant la journée pour permettre aux abeilles sauvages d'y entrer et de faire leur travail ou installer des colonies de bourdons dans les tunnels pour favoriser une bonne pollinisation.

16. Gestion de la récolte des myrtilles

Cueillette Il faut laisser les fruits sur les plants 3 à 5 jours après qu'ils ont pris une couleur bleue uniforme. On doit vérifier la couleur des myrtilles autour de la cicatrice de la tige des fruits et éviter ceux qui ont encore une coloration verte ou rouge. Après que les fruits soient devenus bleus, leur taille augmente encore d'un quart à un tiers, et leur teneur en sucre ainsi que leur saveur s'améliorent également. Généralement, le prix de vente des premières myrtilles sur le marché est plus élevé et, pour cette raison, les agriculteurs récoltent leurs fruits dès qu'ils deviennent tout bleus. La teneur en sucre des fruits augmente pendant leur formation et cela continue après qu'ils sont devenus bleus, jusqu'à des teneurs de 15 % et plus.



Photo 18 : Cueilleur de myrtilles.

La fréquence de la cueillette dépendra de la période de l'année et de la température dans les champs. Au début de la saison, on peut faire la cueillette 1 ou 2 fois par semaine, et jusqu'à 5 fois et plus par semaine aux périodes de pointe et avec des températures élevées.

Le même personnel peut être assigné à la cueillette le matin et à l'emballage en fin de matinée et pendant l'après-midi. Les plus grandes exploitations auront besoin d'effectuer la cueillette et l'emballage à partir du début de la matinée et durant toute la journée. Généralement, on emploie 8 à 10 cueilleurs par hectare – ce nombre atteint 25 à 30

cueilleurs durant les périodes de pointe avec des plants matures. La production varie quelque peu selon les variétés et la température. Un seul cueilleur peut récolter 3 à 4 kg par heure selon la variété et l'avancement de la saison. Les fruits sont récoltés dans de petits seaux de 1 à 2 litres que l'on porte à la ceinture, puis la récolte est portée dans une ligne d'emballage de terrain centralisée, couverte, où l'on trie et emballe les fruits par taille dans des boîtes à double coque en plastique transparent, qui sont pesées et rangées sur des plateaux en carton. La boîte à double coque d'environ un quart de litre utilisée pour le marché des États-Unis et plusieurs marchés internationaux a généralement une capacité de 125 à 175 grammes. Pour la cueillette, il faut, si possible, utiliser un seau qui se porte en bandoulière ou qui s'attache à la ceinture afin de libérer les deux mains du cueilleur.

Avec le pouce, on roule les myrtilles mûres à partir de la grappe dans la paume de la main. Il faut placer les mains en dessous des grappes pour assurer que les myrtilles ne tombent pas par terre. Le cueilleur ne doit pas trop remplir ses mains et doit éviter d'écraser les fruits. On manipulera les fruits avec soin et on les touchera le moins possible afin de ne pas enlever la fine pellicule cireuse qui recouvre le fruit réduisant les risques de blessures conduisant à la pourriture du fruit.



Photo 19 : Main d'un cueilleur faisant rouler des myrtilles hors de la grappe.

Les fleurs et les fruits sont sensibles au gel; il faut donc protéger les plants s'il y a un risque de gel. Les pluies torrentielles peuvent percer les fruits si elles surviennent durant la période de récolte. Une irrigation irrégulière peut aggraver le risque de craquelures des fruits alors que le maintien d'une humidité uniforme durant le développement des fruits l'amointrira.

Il faut cueillir toutes les myrtilles mûres d'un buisson avant de passer au suivant et ne récolter que les fruits bien mûrs. On laissera les fruits verts pour les prochaines cueillettes. On tiendra les fruits cueillis à l'ombre jusqu'à leur transport à l'abri de la ligne d'emballage. La température des fruits peut augmenter rapidement sous les rayons directs du soleil.

17. Gestion des myrtilles en post-récolte

Opérations d'emballage Pour les petites cultures de 2 à 4 hectares, les agriculteurs peuvent généralement faire le tri et l'emballage à la main. Après les tris de qualité et de calibrage, on pèse et on ferme les boîtes à double coque en plastique. Généralement, on place 12 boîtes à double coque sur un plateau d'expédition en carton ondulé standard. Le type d'emballage peut varier selon le marché international ou le détaillant spécialisé. On s'informerait auprès de l'agent commercial, du réceptionnaire des fruits ou du détaillant pour déterminer les tailles et les modes d'expédition optimaux pour chaque marché. On consultera également un spécialiste de la mise en marché pour concevoir des étiquettes d'expédition et de contrôle d'inventaire appropriées ainsi qu'un logo commercial.



Photo 20 : Emballage des Myrtilles

Il existe diverses tailles de lignes d'emballage pour les gros volumes de fruits. Les lignes d'emballage incluent des ventilateurs refoulants afin d'éliminer les déchets, des tables de tri pour enlever les fruits invendables et des cribles de classement pour éliminer les fruits qui n'atteignent pas la taille minimale exigée sur le marché. Il ne doit y avoir qu'une seule couche de fruits sur le tapis d'inspection. On nettoiera la zone d'emballage chaque jour avec un détergent et de l'eau, et on la pulvérisera avec une solution contenant 5 % de Chlorox ou d'eau de Javel (hypochlorite de sodium).

Il ne faut pas ramasser de fruits impropres à la vente ni de débris végétaux dans les contenants de récolte, il vaut mieux les laisser dans le champ. On ne lave pas les myrtilles fraîches avant leur emballage.

On apportera les fruits à la station d'emballage aussi vite que possible et on stockera les fruits non emballés dans une chambre froide jusqu'à leur emballage. On les emballera et les refroidira le plus rapidement possible. Les systèmes et installations de refroidissement qui sont utilisés pour les fraises au Maroc devraient bien convenir aux myrtilles. Il faut refroidir les fruits à 0-1 °C pour faciliter leur manutention et leur stockage. Si l'on ne protège pas le plus rapidement possible la cueillette de la chaleur qui règne dans le champ, la durée de conservation des fruits diminuera.

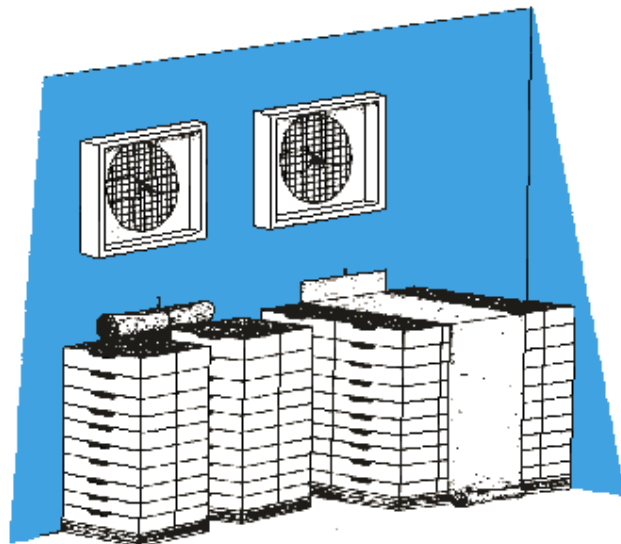


Photo 21 : Myrtilles en chambre froide après la récolte

Avant l'expédition, les fruits emballés doivent être refroidis par un système de réfrigération à air forcé. Les chambres de refroidissement passives ne parviennent pas à bien refroidir des fruits destinés à des marchés lointains. Dans



Photo 22 : Réfrigération à l'air forcé

ces chambres froides, l'air froid prend beaucoup plus de temps pour atteindre les fruits à l'intérieur des boîtes, ce qui ne garantit pas une réfrigération adéquate. Des fruits chauds peuvent faire « suer » les autres fruits par condensation. Les agriculteurs peuvent utiliser un « tunnel de Californie » pour refroidir à l'air forcé dans une chambre froide. On empile les plateaux de boîtes de fruits sur deux rangées de part et d'autre d'un couloir. On en ferme une extrémité à l'aide d'une bâche, avec laquelle on couvre également le sommet des deux rangées de plateaux jusqu'à l'entrée du « tunnel » ainsi formé. Lorsque le tunnel est bien fermé, on place un ventilateur devant son entrée, et ce dernier pousse l'air froid dans le tunnel, puis à travers les piles de plateaux. Une fois que les fruits ont atteint la température désirée, on doit les enlever du courant d'air du tunnel afin d'éviter qu'ils ne dessèchent. On vérifie la température des fruits avec un thermomètre. Un technicien en réfrigération peut calculer, à partir du volume maximal de fruits par heure, les besoins en réfrigération et la puissance du ventilateur.

On stockera les plateaux de myrtilles pré-réfrigérées à 0 °C et à 85 % à 95 % d'humidité relative. Avec une cueillette, une sélection à l'emballage, une manipulation et une pré-réfrigération attentive, les myrtilles dans leurs boîtes auront une durée de conservation de 14 à 21 jours, voire plus.

Contrôle de la qualité. Un emballeur chargé du contrôle de la qualité doit vérifier au hasard 1 à 5 plateaux sur 100. Il en versera le contenu dans un récipient peu profond pour examiner les fruits. Il vérifiera également le poids des boîtes de myrtilles, poids qui doit dépasser de 5 à 10 % le poids indiqué afin de compenser la perte due à la déshydratation.

18. Multiplication végétative

On peut utiliser les boutures herbacées ou les boutures ligneuses pour la multiplication végétative des myrtilles. Les boutures ligneuses sont plus faciles à manipuler alors que les boutures herbacées permettent une multiplication plus rapide. En outre, dans un climat à hiver doux comme celui du Maroc, on se tournera de préférence vers les boutures herbacées, car les méthodes de bouturage avec du matériel ligneux exigent que le plant soient en dormance au moment du prélèvement des boutures, ce qui arrive rarement sous un climat dans lequel les plants peuvent facilement pousser toute l'année.

18.1. Boutures herbacées

On prélèvera des boutures herbacées pendant la première moitié de l'été (juin-juillet) – avant la formation des bourgeons floraux. Les branches qui affleurent au sommet de la plante font souvent les meilleures boutures. On coupe des morceaux d'une longueur de 20 à 25 cm. Si les boutures se plient ou se cassent lorsqu'elles sont enfoncées dans le milieu de croissance des racines, c'est qu'elles sont trop jeunes et on doit prendre de plus vieilles branches plus bas sur la tige. On peut couper des morceaux plus longs pour en tirer plusieurs boutures. On enlève la partie molle de la dernière poussée de croissance au sommet de la branche et on coupe la branche en sections de 10 à 15 cm de longueur. Après avoir enlevé les deux à trois feuilles à la base de chaque section, on plante cette dernière à une profondeur de 5 à 8 cm dans un mélange de croissance composé de tourbe et de perlite ou de sable, ou dans tout autre mélange similaire bien drainé.

On peut utiliser plusieurs types de mélanges bien drainés, mais il faut éviter la sciure fraîche. Idéalement, le mélange doit avoir un pH de 4,5 à 5,5 et être fait à moitié de sphaigne et à moitié de sable, ou à moitié de tourbe et à moitié de vermiculite ou de perlite, ou encore à un tiers de perlite, à un tiers de sable et à un tiers de vermiculite. Il faut faire le mélange avant de le mettre dans la platebande – sur une profondeur de 20 cm – et en rajouter une fois que la couche de mélange s'est tassée.

On utilise des sécateurs bien aiguisés ou une scie pour couper les boutures sans écraser les tiges. On peut mettre les boutures en bouquets, le gros bout vers le bas.

On peut fabriquer des châssis de couche pour y planter les boutures. On utilisera du bois ou du plastique pour fabriquer des châssis carrés ou rectangulaires de 15 à 25 cm de profondeur et de 1 à 2 mètres de côté. On peut aussi se servir de petites caisses de récolte en plastique. Il faut fixer un treillis métallique solide de 25 à 50 mm au fond des châssis ou des caisses.



Photo 23 : Seau de récolte des Myrtilles

Il faut planter les boutures bien droites avec les bourgeons tournés vers le haut, laisser 1 à 2 bourgeons dépasser du sol et enterrer 3 à 4 nœuds foliaires. On donne à chaque bouture un espace de 5 X 5 cm ou 5 X 7 cm – pour obtenir de plus grandes racines, on donne 7 X 7 cm. Il faut tasser le mélange autour de la base de la bouture.

On doit planter les boutures dans un endroit abrité ayant une bonne ventilation, de 40% à 60% d'ombre et un bon système de brumisation pour éviter que les boutures ne sèchent. On peut aussi se servir des tunnels de culture pour le bouturage.

Les boutures herbacées ont besoin d'une brumisation de 5 à 10 secondes toutes les 5 minutes pendant les heures diurnes. Le système de brumisation fournira l'irrigation nécessaire jusqu'à ce que les boutures soient enracinées. On peut concevoir un système de brumisation avec des asperseurs brumisateurs connectés sur un tuyau de 1 à 2 centimètres

suspendus au-dessus des boutures et relié à une minuterie. Après l'enracinement des boutures, on arrête la brumisation et on passe à l'irrigation périodique.

Si la ventilation n'est pas adéquate, l'apparition de maladies fongiques pourrait demander une protection par pulvérisation ou par arrosage périodique avec un fongicide. Après la sortie des racines et du feuillage, une bonne circulation de l'air préviendra les maladies, et l'utilisation préventive de fongicides pourrait être nécessaire contre le Botrytis, la pourriture des racines, le chancre bactérien et contre d'autres maladies.

Les boutures herbacées prennent généralement racine en 4 à 7 semaines; l'agriculteur peut ensuite les transplanter dans des pots en tourbe ou en plastique, ou encore les planter dans un andain de déchets de bois, mais toujours dans un endroit bien protégé contre les vents et les températures extrêmes. On ne doit pas ajouter de fertilisant à des boutures qui n'ont pas encore pris racine. Après la transplantation des boutures portant des racines, On peut commencer l'ajout hebdomadaire d'engrais solubles complets contenant également des micro-éléments dilués.

18.2. Boutures ligneuses

Les boutures ligneuses se font avec des installations de bouturage similaires à celles que l'on utilise pour les boutures herbacées; cependant, les boutures ligneuses sont prélevées sur des plants en dormance, durant l'hiver. Chaque section de bouturage fera de 10 à 15 cm de longueur. Il existe trois types de boutures ligneuses :

- bourgeons de feuilles seulement;
- 1 à 2 bourgeons floraux + au moins 2 bourgeons végétatifs
- boutures prélevées sur des pousses du milieu de l'année précédente, dont on enlève les bourgeons floraux.

Le pourcentage d'enracinement avec les boutures à bourgeons végétatifs est meilleur qu'avec les boutures à bourgeons floraux enlevés.

18.3. Sélection des sections de boutures

On utilise les plus vieilles tiges ayant le diamètre d'un crayon pour obtenir de plus fortes boutures. Les boutures tirées de tiges plus grosses prendront aussi racine, mais le pourcentage de boutures réussies est souvent plus faible. On recherchera des tiges portant de bons bourgeons végétatifs. On enlèvera les bourgeons floraux et on coupera les tiges en sections de même longueur. Des sections de moins de 10 cm n'auront que peu de réserves et demanderont plus de soin pendant le bouturage.

Pour couper les sections, on utilisera un couteau, des sécateurs ou une scie bien coupants. À la main, on peut couper près des bourgeons végétatifs les plus bas, ce qui donne de meilleurs résultats avec des cultivars qui sont difficiles à bouturer. Pour stimuler l'enracinement, il faut enlever de 1 à 2 centimètres d'écorce des deux côtés des boutures.

On protégera les boutures contre la déshydratation en les conservant dans des sacs en plastique jusqu'au moment de leur plantation. Il est préférable de prélever les boutures ligneuses pendant la première moitié de l'hiver et de les planter directement dans les châssis.

On plantera les boutures ligneuses dans des châssis en plein soleil, dans un milieu de croissance bien drainé, comme pour les boutures herbacées.

Il faut bien arroser les châssis une fois par semaine; le mélange doit être bien humide, mais pas gorgé d'eau. Les boutures ligneuses produiront des feuilles et prendront ensuite racine en 4 à 5 mois. On augmentera la fréquence de l'irrigation une fois les feuilles sorties. Lorsque les boutures auront des racines et des feuilles, on améliorera la ventilation et on commencera la fertilisation hebdomadaire avec un engrais soluble complet. On transplantera ensuite les boutures dans des pots ou sur des billons de croissance.

19. Pépinières de Southern Highbush aux États-Unis

Duarte Nursery, Inc.

1555 Baldwin Road
Hughson CA 95326 U.S.A.
Contact : Anthony Mello
Tél. : (559) 665-5068
Cellulaire : (209) 595-2054
www.duartenursery.com
amello5878@aol.com

Fall Creek Nursery

39318 Jasper-Lowell Road
Lowell, Oregon 97452 U.S.A.
Contact : Dave Brazelton
Tél. : (541) 937-2973
Fax : (541) 937-3373 blueberries@fallcreeknursery.com

Hartman's Plant Company

PO Box 100
Lacota, Michigan 49063-0100 U.S.A.
Contact : Daniel Hartman
Tél. : (269) 253-4281
Fax : (269) 253-4457

Island Grove Ag Products

2600 SE 193rd Avenue
Hawthorne FL 32640 U.S.A.
Contact : Shari Brothers
Tél. : (352) 481-5558
Cellulaire : (352) 817-9996

Oregon Blueberry Farms & Nursery

8474 Hazelgreen Road NE
Silverton OR 97381 U.S.A.
Contact : Bob Gabriel
Tél. : (503) 873-1200
Fax : (503) 873-1300

Hargreaves Plants Ltd

Cowpers Gate, Long Sutton
Spalding
Lincolnshire
UK PE 12 9 BS
Tél. : 44(0) 1405 366 300
Fax : 44(0) 1406 366 321