

Agriculture & Agrobusiness Intégrés

GUIDE TECHNIQUE POUR LA PRODUCTION DE LA FRAMBOISE ET DE LA MURE AU MAROC



#038-b

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

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

NOVEMBRE 2006

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 TECHNIQUE POUR LA PRODUCTION DE LA FRAMBOISE ET DE LA MURE AU MAROC

NOVEMBRE 2006

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

SECTION I.....	INTRODUCTION.....	7
SECTION II.....	SELECTION DU SITE.....	9
SECTION III.....	SELECTION DES CULTIVARS.....	11
	III.1 Le framboisier	11
	III.2.... Le mûrier.....	11
SECTION IV	PREPARATION DU SITE DE PLANTATION	13
	IV.1 Matière organique	13
	IV.2 Analyse du sol.....	14
	IV.3 pH	14
	IV.4 Salinité	15
	IV.5 Composition minérale des sols.....	16
	IV.6 Nématodes.....	16
SECTION V	PREPARATION DES LITS DE PLANTATION	17
SECTION VI	PLANTATION	19
SECTION VII.....	ESPACEMENT ET DENSITE	21
	VII.1 ... Le framboisier	21
	VII.2 ... Le mûrier.....	22
SECTION VIII ...	PALISSAGE.....	23
	VIII.1 .. Le framboisier	23
	VIII.2 .. Le mûrier.....	24
SECTION IX	LA TAILLE	25
	IX.1 Le framboisier	25
	IX.2 Le mûrier.....	26
SECTION X	FERTILISATION	27
	X.1 Le fumier	27
	X.2 Engrais granulés	27
	X.3 Fertigation.....	28
	X.4 Fertilisation foliaire	29
	X.5 Analyse foliaire.....	29
	X.6 Symptômes de carence	30
SECTION XI	IRRIGATION	33
SECTION XII	POLLINISATION.....	35
SECTION XIII....	CULTURES SOUS SERRE	37
SECTION XIV ...	LUTTE INTEGREE	39
SECTION XV.....	LES MAUVAISES HERBES.....	41
SECTION XVI....	INSECTES.....	43
	XVI.1 .. Les larves vermiformes.....	43

XVI.2.. Insectes foreurs de la griffe	43
XVI.3.. Les foreurs de la tige	44
XVI.4.. L'agrile du framboisier	45
XVI.5.. Les enrouleuses.....	45
XVI.6.. Les pucerons.....	46
XVI.7.. Les cicadelles.....	47
XVI.8.. Les acariens (Tetranychus spp)	47
XVI.9.. Mouches blanches	49
SECTION XVII .. LES MALADIES.....	51
XVII.1 .Phytophthora des racines	52
XVII.2. Dépérissement des tiges.....	53
XVII.3. Nécrose des blessures	53
XVII.4. Rouille du framboisier	54
XVII.5. La verticilliose	54
XVII.6. L'oïdium	55
XVII.7. Tache des feuilles	55
XVII.8. L'anthracnose.....	56
XVII.9. Pourriture grise	57
XVII.10 Moisissure blanche.....	57
XVII.11 Virus de la mosaïque	58
XVII.12 La frisolée des bords	58
XVII.13 La grenaille du framboisier	59
SECTION XVIII . RECOLTE	61
XVIII.1 Méthodes de récolte	61
XVIII.2 Soins en post récolte.....	63
SECTION XIX.... PUISSANCE FRIGORIFIQUE	65
XIX.1 .. Chaleur du fruit à la récolte.....	65
XIX.2.. Chaleur de respiration	65
XIX.3.. Chaleur des palettes et des conteneurs	65
XIX.4.. Perte de chaleur	66
XIX.5.. Chaleur à usage général.....	66
SECTION XX.... VENTILATEURS.....	67
SECTION XXI.... HUMIDITÉ	69
SECTION XXII .. CONCLUSION	71

SECTION I INTRODUCTION

Le framboisier (*Rubus idaeus*) et le mûrier (*Rubus spp.*) sont parmi les cultures fruitières les plus rentables au monde. Elles sont traditionnellement cultivées dans les zones tempérées froides mais le développement récent de variétés à faible besoin en froid a permis leur extension dans des zones à climat subtropical, comme c'est le cas au Chili, au Mexique et en Californie. Ces deux espèces s'adaptent parfaitement aux conditions agro climatiques du Maroc. Elles y sont d'introduction récente, et constituent une excellente alternative pour diversifier la production fruitière dans certaines régions du Royaume, notamment dans le Gharb et le Loukkos. Comme la fraise, la framboise et la mûre sont parmi les petits fruits rouges les plus appréciés par les consommateurs européens qui sont des clients traditionnels du Maroc. Elles peuvent être exportées sous forme fraîche ou transformée, moyennant les mêmes infrastructures et pratiquement les mêmes circuits de commercialisation que la fraise.

Sur le plan technique, la culture du framboisier et du mûrier dans des climats subtropicaux méditerranéens nécessite un savoir-faire et des connaissances techniques avancées. Le présent guide a pour objectif de fournir les informations techniques nécessaires pour une bonne conduite des deux cultures (framboisier et mûrier) depuis la production jusqu' au conditionnement. Il est destiné aux producteurs qui démarrent pour la première fois ce type de cultures, et met à leur disposition les expériences et le savoir faire accumulés par des producteurs expérimentés. Étant donné que les pratiques agronomiques sont les mêmes pour les deux cultures, ce guide comporte une partie de description générale pour les deux espèces avec des rubriques spécifiques pour chacune d'elle.

SECTION II SELECTION DU SITE

Les principaux facteurs dont il faut tenir compte lors du choix du site sont: la fertilité du sol, le drainage, la protection contre le vent, l'ensoleillement, la disponibilité en eau et l'historique de la parcelle. Le site de plantation doit être bien exposé au soleil. Il est recommandé d'éviter les endroits ombragés, près des arbres ou des bâtiments. Un sol fertile bien drainé, riche en matière organique (2-4%) ayant un pH de 6.0 à 7.0 est idéal pour les deux cultures. Les framboisiers préfèrent un sol à texture sablo limoneuse à limoneuse, mais les sols argileux bien drainés leur conviennent également. Un sol qui contient 50 à 200 kg/ha de phosphore, 250 à 300 kg/ha de potassium, 150 à 200 kg/ha de magnésium et une capacité d'échange cationique de 8 à 16, est un sol idéal. Le drainage d'eau revêt une importance capitale dans la sélection du site, car les systèmes racinaires du framboisier et du mûrier atteignent une profondeur d'un mètre. Il est également recommandé d'éviter les sites ayant une couche durcie ou un sous-sol étanche. Les racines du framboisier et du mûrier sont sensibles au manque d'oxygène et aux champignons telluriques.

L'efficacité du système de drainage dans le site prévu pour la plantation peut être vérifié par un simple test. Il suffit de creuser plusieurs trous de 75 cm de profondeur et 15 cm de largeur au début du printemps ou à la fin de l'automne, lorsque le sol est saturé d'eau, d'y verser 20 litres d'eau et de vérifier une heure plus tard. S'il y a de l'eau qui stagne dans le fond du trou, c'est que le sol est probablement trop humide pour les deux cultures.

Il est recommandé de cultiver les framboisiers / mûriers sur des terrains plats ou légèrement inclinés. Un site bénéficiant d'une bonne circulation d'air est essentiel, afin de réduire l'humidité autour des plants, et du coup, diminuer le risque d'infection par les maladies foliaires. Une bonne circulation d'air réduit également les risques de gelée. Lorsque les plantations sont sur des terrains élevés ou inclinés, l'air froid va descendre le long du versant jusqu'à atteindre le point le plus bas. L'air frais a tendance à se précipiter, aussi les gelées du printemps causeront moins de dommage à la plantation si l'air froid est drainé. Par ailleurs, les framboisiers et les mûriers doivent être protégés contre les vents forts qui peuvent réduire leur vigueur, arrêter la croissance des canes et causer de sérieux dégâts, notamment durant les mois chauds et secs de juillet et août. Les nouvelles plantations doivent être placées le plus loin possible des plantations sauvages. S'ils existent, Il est recommandé d'éliminer les plantes sauvages dans un rayon de 300 mètres des plantations, afin d'empêcher la dissémination des maladies vers les nouvelles plantations. Il faut également éviter de placer ces cultures sur un site ayant eu comme précédent cultural les fraises, les tomates, les pommes de terre, les poivrons et les aubergines, ou sur d'anciennes plantations de framboisiers/mûriers. Ces sites peuvent être infestés par le *Verticillium* ou autres parasites pouvant causer de sérieux dommages pour les nouvelles plantations.

SECTION III SELECTION DES CULTIVARS

III.1 Le framboisier

On distingue deux types de variétés selon les caractéristiques de la mise à fruit. Les **floricanes** et les **primocanes**.

Les floricanes produisent sur des tiges de deuxième année. Parmi les cultivars les plus connus, il y a Glen Lyon et Tulameen. Le cycle typique d'un cultivar floricane comporte une phase de développement végétatif la première année, suivie d'une chute de feuilles à la fin de l'automne et l'entrée en dormance durant l'hiver. La floraison a lieu environ 2 mois après le débourrement à condition que les besoins en froid aient été satisfaits. Quant à la fructification, elle est échelonnée sur quatre semaines. Une nouvelle croissance végétative a lieu au début du printemps de la deuxième année, suivi par une floraison, un mois plus tard environ, et une fructification qui dure 4 semaines. Les framboisiers de deuxième année ne produisent pas de fruits sur les tiges de première année.



Photo1 : Production de fruits sur la partie supérieure des nouvelles tiges sur un cultivar primocane

Les cultivars du type primocane produisent des fruits sur la partie supérieure de la tige de première année. La floraison – fructification s'étale sur une période de 5 à 6 mois (photo 1). Elles peuvent produire également des fruits sur la partie inférieure de la tige de deuxième année. Autumn Bliss, Autumn Britten, Summit et Heritage sont des cultivars de type primocane qui s'adaptent à des conditions agro climatiques similaires à celles qui existent au Maroc.

Pour le cas du Maroc, Il est primordial de mettre l'accent sur les cultivars de type primocane, car ils n'exigent aucun traitement au froid pour stimuler le débourrement et la floraison, contrairement aux floricanes qui exigent un traitement artificiel dans des chambres réfrigérées: une opération très onéreuse et très exigeante en main d'oeuvre.

III.2 Le mûrier

Il existe différents types de mûres selon leur habitude de croissance (dressé, demi dressé, étalé), la morphologie de la tige (épineux ou inermes) et les caractéristiques de la fructification (floricane ou primocane)

Les mûriers de type dressé ne nécessitent pas de tuteurage, mais elles sont généralement soutenues par des systèmes de palissage en fil de fer pour garantir une bonne production commerciale. Les mûriers à port étalé ont besoin d'un support physique pour éviter le contact des tiges avec le sol. Les cultivars de type épineux ont des épines sur les tiges, alors que les cultivars inermes n'en ont pas. Les cultivars du type floricane donnent des fruits sur les tiges de deuxième année pendant les 4 semaines de la saison de récolte en été. Les cultivars dressés constituent le meilleur choix pour la production commerciale de la mûre au Maroc. Ceux qui présentent un vrai potentiel sont les variétés suivantes: Brazos, Rosborough et Tupi. Tous ces cultivars ont un fruit noir, luisant, moyen à assez large, avec un goût piquant et acide. Les tiges sont fortes, vigoureuses et semi dressées. La récolte commencerait vraisemblablement en mai à l'intérieur de structures abritées et un mois plus tard en plein champ.

Les cultivars du type floricane végètent pendant 10 à 12 mois avant d'entrer en floraison. La fructification a lieu 5 semaines plus tard en culture sous serre. Pour les cultures de plein champ, il faut s'attendre à un retard de plusieurs mois par rapport aux cultures protégées.

SECTION IV PREPARATION DU SITE DE PLANTATION

Pour une bonne préparation du site, il est fortement recommandé de procéder à des cultures annuelles, céréalières ou autres, avant la plantations des espèces fruitières, et ce afin d'aplanir tout éventuel problème de mauvaises herbes et ou parasites de sol, surtout si le précédent cultural de la parcelle comporte des légumineuses fourragères ou du gazon.

IV.1 Matière organique



Photo 2 : Des quantités considérables de fumier sont apportées aux sites de plantation.

La matière organique améliore la texture du sol, ainsi que sa capacité de rétention en eau et empêche le lessivage des éléments minéraux. Elle peut prendre la forme de paille mélangée au fumier, d'engrais verts (seigle, blé d'hiver) ou de compost (photo 2). On recommande 30 à 50 tonnes par hectare. Afin d'accélérer la décomposition de la matière organique par les microorganismes du sol, il est recommandé d'ajouter environ 6 kg de azote (N) pour chaque tonne de paille mélangée au fumier, et 12 kg de N si la matière organique est d'origine non légumineuse. Si on utilise le fumier ovin, il doit être appliqué en automne, à des taux de 5 à 10 tonnes par hectare. Idéalement, la matière organique doit être incorporée à la surface du sol sur une couche de 10 – 15 cm, avant la plantation.



Photo 3 : Les sous-soleurs à bras multiples sont efficaces pour briser les couches profondes étanches.

Le sol doit être bien travaillé, labouré et retourné, à l'aide d'un disque ou d'un rotavateur, sur une profondeur d'au moins 30 cm. Si le sous-sol est quelque peu imperméable, un sous-solage peut augmenter la perméabilité. Le sous-solage doit aboutir à la confection d'un canal étroit d'une profondeur de 75–100 cm (photo 3). Le sous-soleur permet de travailler le sol en profondeur sous la carcasse étanche. On doit pratiquer le sous-solage deux fois à des angles de 90 degrés. Le sol ne doit pas être humide lors du sous-solage, car les risques de compactage, et les dégâts qui s'ensuivent, l'emporteraient sur le bénéfice à tirer de cette opération.

IV.2 Analyse du sol



Photo 4 : Type de sonde utilisée pour le prélèvement des échantillons de sol

La prise d'échantillons de sol pour analyse doit se faire de façon aléatoire sur toute la parcelle destinée à la plantation (photo 4). Il est recommandé d'avoir un minimum de 5 échantillons par hectare. Avec un nombre limité d'échantillons, les résultats risquent d'être erronés et d'aboutir à des décisions inappropriées.

Les paramètres à mesurer sont le pH, le pourcentage de matière organique, la teneur en macroéléments et oligo-éléments et les nématodes.

IV.3 pH

Le pH du sol peut être mesuré directement par un ph-mètre, ou estimé par la technique des bandes-éprouvette. Celle-ci consiste à humidifier une cuillère de terre avec de l'eau jusqu'à ce qu'elle devienne boueuse. Le pH de l'eau doit être neutre. L'embout de la bande éprouvette est plongé dans la boue, et l'eau monte le long de la bande. Le changement de couleur de la bande éprouvette se termine au bout de quelques minutes. Le pH approximatif peut donc être déterminé en comparant la couleur de la bande au nuancier de couleurs livré avec le kit.

Lorsque le pH du sol est inférieur à 6,0, on doit appliquer de la chaux calcique (CaCO_3) pour le ramener à 6,5, moyennant les quantités indiquées dans le tableau suivant (Tableau 1). La photo représente des sols à texture limoneuse similaires à ceux que l'on trouve au Maroc :

Si les niveaux du Mg sont bas, il faut utiliser la chaux dolomitique (CaMgCO_3) pour corriger l'acidité des sols. La chaux calcique (CaCO_3) est également indiquée. La chaux devra être appliquée plusieurs mois avant la plantation et être bien incorporée au sol à l'aide d'un rotavateur sur une profondeur d'au moins 30 cm. Pour une meilleure croissance des framboisiers et des mûriers, toute la zone de production devra être traitée à la chaux. Néanmoins, si les moyens financiers ne le permettent pas, il faudra traiter en priorité les lignes de plantation et ensuite les interlignes lorsque les conditions le permettent. La capacité de la chaux à corriger le pH du sol dépend de la taille de ses particules et de sa pureté. La réaction est plus rapide avec des particules de petites taille.

Quantité de chaux à apporter	
pH initial du sol	(kg/m ²)
6.0	0.25
5.5	0.50
5.5	0.90
4.5	1.25



Photo 5 : Application manuelle de la chaux .

IV.4 Salinité

Les framboisiers et les mûriers sont sensibles à la salinité et ne doivent pas être plantés si la teneur du sol en sels totaux est supérieure à 800 ppm. Un excès de sels au niveau de la rhizosphère entrave la capacité des plants à absorber l'eau et les éléments minéraux, empêche le démarrage de nouvelles racines, et ralentit la croissance des canes. Une diminution de la vigueur des plants et des pertes de rendement peuvent se produire avant même que les symptômes, au niveau des feuilles, n'apparaissent. L'excès de sel entraîne des chloroses/nécroses marginales des feuilles et une croissance rabougrie (photo 6). Les dégâts sont plus importants au niveau des feuilles âgées.



Photo 6 : Nécrose des bordures de feuilles causée par l'excès de sels.

L'accumulation des sels au niveau du sol peut être engendrée par des niveaux élevés de sel au niveau des eaux d'irrigation, un mauvais drainage et/ou une application excessive de fertilisants. Les framboisiers et les mûriers sont particulièrement sensibles au chlore et au sodium. Les dégâts apparaissent plus clairement pendant les mois les plus chauds.

Il est important de procéder à l'analyse de l'eau et du sol bien avant la plantation et d'adopter les bonnes pratiques d'irrigation et de gestion des fertilisants afin d'éviter l'accumulation des sels. L'analyse des feuilles est également importante, car elle permet d'identifier les éventuelles accumulations de sels dans les feuilles, avant que celles-ci n'atteignent les taux nuisibles. Si la teneur des feuilles en sodium et en chlore dépasse 0.2% et 1.5% respectivement, des chloroses se manifestent sur les bordures du limbe.



Photo 7 : Conductimètres électriques et à batterie portables.

Pour le framboisier et le mûrier, les rendements en fruits commercialisables diminuent lorsque la CE à la saturation est supérieure à 1.2 dS/m. La chute est de 10% pour une CE de 1.3 dS/m, de 25% à 1.8 dS/m et de 50% à 2.3 dS/m. Ces valeurs correspondent à environ 1300 à 1500 ppm dans les extraits de pâtes. Lorsque les tests indiquent un CE supérieur à 1.2 dS/m, il est recommandé de procéder à un lessivage exhaustif du sol.

Plusieurs outils de mesure de la salinité sont disponibles. Les plus pratiques sont les conductimètres portables qui permettent des lectures instantanées de la CE au niveau du sol (Photo 7). Il est important que les conductimètres soient calibrés régulièrement avec des solutions dont la CE est connue. La salinité des eaux d'irrigation peut être mesurée directement sur un échantillon non dilué. La procédure du test est assez simple. Collectez un échantillon d'eau fraîche dans un récipient propre. Certains conductimètres disposent d'une sonde qui est immergée dans l'eau. D'autres disposent d'un verre dans lequel l'eau est versée. Lorsque l'ECmètre est en marche, la sonde doit être complètement immergée dans

l'eau et le niveau de l'EC directement affiché sur l'écran.

La teneur des sols en sels peut être calculée en mesurant la conductivité des solutions de pâtes saturées. Mélangez la terre à de l'eau distillée dans un ratio de 1:5, brassiez bien, laissez décanter 30 à 60 minutes et enregistrez la CE. Par souci de cohérence, il faut sécher la terre à l'air. En règle générale, 50 à 100 ml de sol sont suffisants.

IV.5 Composition minérale des sols

La teneur du sol en macro et oligo-éléments doit être connue avant la plantation. Les concentrations optimales sont données dans la section « fertilisation ».

IV.6 Nématodes

L'analyse de nématodes doit également constituer une partie intégrante des analyses du sol. Plusieurs espèces de nématodes ont été associées aux framboisiers. Le nématode des racines (espèce *Pratylenchus*) est le plus redoutable pour le framboisier. Il cause des dégâts à partir d'un seuil d'infestation de 500 à 1000 nématodes par kg de sol sec.

SECTION V PREPARATION DES LITS DE PLANTATION

Une fois la parcelle labourée et bien préparée, l'étape suivante concerne les lits de plantations . Les framboisiers et les mûriers peuvent être plantés sur un sol plat, s'il est bien drainé ou sur des billons ayant une hauteur d'environ 25 cm et une largeur de 60 cm si les sols ne sont pas bien drainés (photo 8). La distance entre les billons doit être de 2,2 à 2,5 m. Ceci permettra d'avoir suffisamment de place pour procéder aux travaux d'entretien, tout en optimisant la zone de production. L'espacement entre les rangs dépend également du type d'outillage utilisé pour l'entretien, mais il doit permettre l'usage d'un petit rotavateur. Sur les versants, les lignes de plantation doivent être perpendiculaires à la pente pour minimiser l'érosion du sol.



Photo 8 : Confection des billons dans les sols peu drainants.

SECTION VI PLANTATION



Photo 9 : Matériel de propagation en pépinière sain et exempt de maladies.



Photo 10 : Rejets de framboisier avec des racines vigoureuses utilisés pour établir de nouvelles plantations.

Plusieurs méthodes sont utilisées pour établir une nouvelle plantation de framboisiers ou de mûriers. La première précaution à prendre est de s'assurer que les plants proviennent d'une pépinière agréé et que les plants sont certifiés et exempts de virus (photo 9)

Les plants peuvent être dormants à racines nues, des boutures de racines, des vitro plants ou des plants en motte. Les plants dormants à racines nues sont les plus utilisés. Il s'agit de tiges dormantes de première année recépées à environ 15 à 20 cm, avec un système racinaire intact. Elles doivent être plantées, de préférence, en automne (octobre- novembre) et jusqu'au printemps (février-mars). Les boutures de racines doivent avoir la grosseur d'un crayon avec un diamètre de 10 à 15 cm et une bonne chevelure racinaire. Le système racinaire doit peser environ 60 gm et avoir plusieurs bourgeons. Les boutures de racines sont généralement moins chères, mais nécessitent plusieurs mois pour se développer en plants vigoureux. Les boutures de racines doivent être plantées au début du printemps. Il faut veiller à planter les racines à une profondeur appropriée, car il y va de la survie de la plante. La profondeur au moment de la plantation doit avoisiner les 5 cm. Elles mourront si elles sont plantées peu profondément ou trop profondément. Les racines doivent être étalées avant d'être recouvertes de terre. Le système racinaire doit être maintenu humide pendant la

période du stockage et jusqu'à la transplantation. Il faut éviter le dessèchement en humidifiant occasionnellement les plants et en les protégeant du soleil. Le taux de reprise d'un matériel de plantation qui est déshydraté est sensiblement bas. Les boutures de racines et les plants à racines nues doivent être trempés dans une solution du fongicide metalaxyle avant la plantation.

Le matériel de plantation de certains cultivars peut être obtenu également sous forme de vitro plants acclimatés en pépinière. Ces derniers sont utilisés comme des plants de base dans les pépinières pour produire des stocks exempts de virus, mais peuvent également être utilisés par les agriculteurs au printemps ou en été. Ce matériel est néanmoins plus coûteux. La performance, en terme de rendement, n'est pas plus élevée pour les vitro plants qu'elle ne l'est pour les plants à racines nues ou pour les vitro plants de racines. Des plantations de framboisiers et de mûriers peuvent être établies en utilisant également les rejets récoltés directement des lits de plantations, issus des repousses et des drageons prenant naissance à la base de plantes bien établies. Les rejets doivent avoir 15 cm de hauteur et un système de racines bien développées (photo



Photo 11 : Acclimatation des rejets en sac de polyéthylène jusqu'à la transplantation.

10). Ils peuvent être récoltés au printemps ou en été, et replantés directement dans un nouveau champ, comme ils peuvent être acclimatés pendant une période de plusieurs semaines dans des sacs en plastique perforés avant d'être repiqués (photo 11).

SECTION VII ESPACEMENT ET DENSITE

VII.1 Le framboisier

L'espacement initial des plants dépend du coût des plants et de la récolte escomptée durant le premier cycle. Une recommandation cependant, d'ordre général, qui permettra un bon établissement des nouvelles plantations à un prix raisonnable, consiste à garder une distance de 30 cm entre les boutures de racines ou les plants à racine nue (photo 12). Cet espacement est valable à la fois pour les cultivars floricanes et primocanes. En se développant, les plants produiront de nouveaux rejets qui rempliront toute la longueur du rang formant ainsi une haie fruitière (photo 13). Les tiges ayant le diamètre le plus épais (8-10 par mètre linéaire) devront être sélectionnées et gardées pour la production du fruit. Les drageons qui poussent à l'extérieur de la haie fruitière, large de 60 cm, peuvent être enlevées à n'importe quel moment. Il faut éliminer régulièrement les tiges mortes, malades ou chétives durant tout le cycle de croissance.

La densité de plantation d'une framboisière en phase de production doit correspondre à 8-10 cannes par mètre linéaire. On doit également procéder à l'éclaircissage des nouvelles tiges pour réduire au minimum la concurrence entre les plants. La largeur du rang ne doit pas excéder 60 cm et la distance entre les tiges fructifères doit se situer entre 10 à 15 cm, aboutissant à environ 8 à 10 cannes par mètre ou rang (photo 14). Le pincement des extrémités des jeunes pousses primocanes pour favoriser la croissance des ramifications latérales n'est pas recommandé.



Photo 12 : Plantation avec un espacement initial de 30 cm entre les plants (boutures de racines ou plants à racines nues) chez le framboisier.



Photo 13 : Les nouvelles pousses émergeant du système racinaire finiront par remplir toute la longueur du rang.



Photo 14 : La densité des plants d'une framboisière mature doit correspondre à 8-10 cannes par mètre linéaire.

VII.2 Le mûrier

L'écartement entre plants dépend du type de croissance des cultivars. Les cultivars à port dressé doivent être plantés à un mètre d'écartement (photo 15). La majorité des nouvelles pousses provient de la couronne. Le système de taille diffère de celui du framboisier. Pour les cultivars à port dressé, type Brazos et Rosborough, on doit sélectionner les six canes les plus vigoureuses et les tailler à 1,80 m. Les cultivars de type semi dressé et rampant (non recommandés généralement pour le Maroc) doivent être plantés avec 2 à 3 mètres d'écart selon la vigueur du cultivar. S'agissant des cultivars de type semi dressé, 4 à 6 cannes parmi les plus vigoureuses, des deux côtes de la couronne, doivent être sélectionnées et taillées à une hauteur de 1.5 m.



Photo 15 : Mûrier à port dressé planté avec un espacement d'un mètre entre plants

SECTION VIII PALISSAGE

VIII.1 Le framboisier



Photo 16 : Système de palissage avec un à deux fils de fer soutenus par des poteaux espacés de 8 à 10 cm et renforcés par des poteaux terminaux.

Les tiges du framboisier poussent verticalement, mais ont tendance à se plier vers le sol, une fois chargées de fruits. Aussi faut-il prévoir un système de palissage pour supporter les tiges et leur permettre de se développer, tout en restant dressées. On peut utiliser deux systèmes : un système

avec deux lignes de fils de fer et deux niveaux (Système T) (photo 16) ou un système avec une seule lignée de fils de fer à deux niveaux (Système I), illustré par la photo no 17. Les tiges sont attachées individuellement aux deux fils au fur et à mesure qu'elles se développent.



Photo 17 : Système de palissage en I avec deux niveaux de fils de fer attachés aux poteaux de soutien à environ 0,80 et 1,7 m du niveau du sol.

Le système de palissage en I est le plus utilisé pour les cultivars de type floriscane, alors que le système en T est plus utilisé pour les cultivars de type primocane. Les poteaux doivent être installés tous les 8 – 10 mètres au centre du rang / billon. Les poteaux de support aux extrémités doivent être consolidés avec des croix en bois pour serrer les fils. Dans le système "I", les deux fils sont attachés aux poteaux de soutien à une hauteur d'environ 80 cm et 1,7 m par rapport au niveau du sol (photo 17).

Dans le système en T, les poteaux de soutien doivent également être placés tous les 8 à 10 mètres au centre du billon. Dans ce système, deux T en bois de 60 cm de longueur (2,0 X 2,5 X 60 cm) sont attachés à chaque poteau, à une hauteur d'environ 80 cm et à 1,7 m du niveau du sol (photo 18). Les poteaux de soutien doivent être enterrés dans le sol à une profondeur de 0,8 m et doivent s'élever du sol à une hauteur de 2 m environ. Un fil galvanisé, ou en nylon, doit être attaché aux deux bouts de la croix, et étiré sur toute la longueur du rang. La largeur qui sépare les deux fils doit être de 60 cm. Les tiges sont amenées à se développer entre les fils. Des broches, attachées de façon perpendiculaire aux deux fils, peuvent être utilisées dans les zones qui se trouvent entre



Photo 18 : Deux T en bois de 60 cm de longueur (2,0 x 2,5 x 60 cm) sont attachés à chaque poteau à une hauteur d'environ 80 cm et à 1,7 m. Un fil galvanisé, ou en nylon, est fixé à chaque bout des bras de la croix en bois, pour maintenir les tiges dressées pendant leur croissance, à l'intérieur du rang.

les poteaux ,pour empêcher les fils de s'étendre.

VIII.2 Le mûrier



Photo 19 : Arbuste du mûrier conduit sur les 6 tiges les plus vigoureuses.

Le palissage est nécessaire pour tous les cultivars du mûrier, même pour les cultivars à port dressé qui peuvent se développer sans support. Un système en T à deux fils, similaire à celui utilisé pour les framboises, peut être utilisé.

Avec les cultivars à port dressé, on doit conduire les plants sur les 6 tiges les plus vigoureuses (photo 19). Au fur et à mesure qu'elles se développent, il faut les attacher au fil supérieur et au fil inférieur (photo 20). Ces tiges sont taillées à l'extrémité lorsqu'elles atteignent 1,80 m de hauteur. La taille renforce les rameaux latéraux, qui vont fructifier la saison suivante.



Photo 20 : Les tiges doivent être attachées au fil supérieur et au fil inférieur.

Il faut veiller à ce que les plantes à port semi dressé et rampantes soient adossées à un système de palissage en forme de I, réalisé avec deux fils de fer galvanisés et tendus entre deux poteaux à une hauteur de 90 cm par rapport au niveau du sol. Les fils doivent être attachés au poteau de façon assez lâche afin de permettre des resserrements lorsqu'il fera froid. La pratique la plus courante consiste à répartir les tiges le long du fil sous forme de palmette (photo 21).



Photo 21 : Illustration du système de palissage le plus utilisé pour les mûriers rampants.

Les rameaux doivent être attachés aux fils de fer à l'aide d'une ficelle souple ou d'agrafes en plastique, ou enclenchés et serrés le long du fil supérieur. La croissance en hauteur ne doit pas dépasser 1,5 m, quant à la taille de la haie fruitière; elle doit être maintenue entre 90 à 100 cm de largeur et environ 2 m de hauteur (photo 22). L'entretien de haies fruitières plus larges ou plus hautes peut s'avérer très délicat.



Figure 22 : La croissance végétative de la haie fruitière doit être maintenue entre 90 à 100 cm de largeur et environ 2 m de hauteur.

SECTION IX LA TAILLE

IX.1 Le framboisier

Les framboisiers sont des plantes pérennes. La taille et l'éclaircissage des tiges sont nécessaires pour obtenir une densité optimale et une haie fruitière facile à gérer. Après la récolte, la tige perd de sa vigueur et vieillit. La pratique consiste à couper au ras du sol les tiges ayant fructifié. Il convient d'utiliser des cisailles bien aiguisées ou un couteau coudé. En sectionnant les tiges, il faut veiller à ce que la coupe soit nette et douce. La période de la taille des framboises primocanes dépend de la période prévue pour la récolte. Il faut prévoir, en gros, 5 mois pour la croissance des tiges végétatives avant le démarrage de la floraison. La récolte des fruits commencera 5 semaines environ après la floraison et la majorité des fruits sera produite durant les 6 mois qui suivent. Pour les primocanes, la croissance végétative s'étale sur 6 à 8 mois, selon les conditions (climat, serre, etc.).

La taille réduit les sources d'inoculum de maladies présentes dans le champ, considérablement élevées sur les vieilles tiges et les tiges mortes. Elle permet également la régénération rapide de nouvelles pousses primocanes.



Photo 24 : Croissance des nouvelles pousses, juste après la taille, au niveau d'un framboisier primocane

Les nouveaux rejets prennent naissance au niveau de la racine ou à la base des cannes (photo 24). Les plus vigoureux (8-10 tiges) sont sélectionnés et les autres éliminés (photo 25). Les rameaux gourmands qui poussent à l'extérieur de la haie fruitière doivent être également éliminés à n'importe quel moment de l'année.

Après la récolte, les primocanes doivent être coupés au ras du sol pour repartir l'année prochaine sur de nouvelles cannes, ce qui permet de concentrer la période de récolte sur une période de 6 semaines.



Photo 25 : Conduite des arbustes de framboisier sur les 8 tiges les plus vigoureuses.

IX.2 Le mûrier

La taille et l'éclaircissage du mûrier dépendent du type de croissance. S'agissant des cultivars dressés (Brazos, Rosborough), on sélectionnera les 6 tiges primaires qu'on doit tailler à 2 m de hauteur pour favoriser l'embranchement axillaire. Les rameaux axillaires devront être taillés à leur tour, sur leur extrémité, lorsqu'ils atteindront environ 20- 30 cm de longueur. Les tiges principales doivent s'étaler sur le système de palissage sous forme de palmette pour assurer une meilleure aération et une bonne pénétration de la lumière à l'intérieur du buisson. En règle générale, les rejets latéraux secondaires produiront des bourgeons et des fruits sur les latéraux tertiaires. La période de la récolte varie selon le microclimat, l'utilisation de structures abritées et les cultivars. La récolte débute généralement 3 mois environ après la taille des latéraux secondaires, et continue sur plusieurs mois. Après la récolte, les latéraux tertiaires ayant donné des fruits, devront être rabattus au niveau de la base des latéraux secondaires, afin de permettre le développement de nouveaux tertiaires latéraux pour la floraison et la fructification.

Il est souhaitable de tailler les latéraux primaires au ras du sol 2 à 3 ans après la production. Une tige principale de remplacement doit être sélectionnée à chaque fois pour substituer aux tiges vieilles et usées. Ceci contribuera au renouvellement de la souche et assurera une production continue sur plusieurs années.

SECTION X FERTILISATION

Il est recommandé de procéder, à intervalles réguliers, durant la saison de croissance, à l'analyse des feuilles pour apprécier leurs teneurs en nutriments. La vigueur du plant, la grosseur de la tige, la taille de la feuille et la couleur du feuillage constituent des indicateurs utiles pour la bonne santé du plant et la pertinence du régime de fertilisation (photo 26).



Photo 26 : Croissance normale avec des tiges vigoureuses sur des plants de mûrier ayant bénéficié d'une fertilisation adéquate.

Au Maroc, le framboisier est fertilisé, en règle générale, grâce à la combinaison de 4 moyens : 1) le fumier, 2) les engrais granulés, 3) les engrais liquides à partir du système d'irrigation goutte-à-goutte (fertigation) et 4) la fertilisation foliaire pour les oligo-éléments.

X.1 Le fumier

Le fumier doit constituer une part intéressante dans le programme de fertilisation. Sa valeur fertilisante varie considérablement et demeure généralement non équilibrée en terme de N-P-K. Le fumier doit être appliqué, en règle générale, à raison de 10-20 tonnes/ha, selon la fertilité du sol. Le fumier ovin, très riche en azote, doit être appliqué à raison de 5-10 tonnes par hectare. Si le fumier est mis en compost comme il faut, il peut être appliqué à n'importe quel moment durant la saison. Le compost ou fumier à granulation grossière peut s'appliquer, plus facilement, s'il est tamisé ou simplement morcelé avec une bêche à dents. Pour une tonne de fumier ovin, on estime à 20% la quantité de N qui sera disponible pour les plantes durant une saison. Le compost ou la paille mélangée au fumier, constituent une importante matière organique pour l'amendement du sol, mais offre moins de fertilisants que le fumier pur. Dans les plantations bien établies, la matière organique/fumier doit être appliquée sur le rang, immédiatement après la taille. La matière organique et le fumier peuvent être également appliqués dans des ouvertures latérales installées sur les deux côtés du rang. En ce qui concerne les nouvelles plantations, il convient mieux d'appliquer le compost/fumier sur le rang ou sur le billon et de l'incorporer légèrement au niveau des premiers 10 cm à la surface. On peut également l'appliquer au billon une fois que les plants atteignent une hauteur de 80 cm ou plus.

X.2 Engrais granulés

L'application de l'engrais granulé ne doit avoir lieu qu'une fois que les nouvelles repousses sont apparues, car les jeunes plants sont facilement endommagés par le sel. On doit appliquer approximativement 75–100 kg/ha de N aux framboisiers primocanes durant chaque cycle de croissance. Les mûriers recevront approximativement 100 kg/ha du N par an. Le phosphore doit être appliqué à raison de 20 – 30 kg/ha de P par cycle pour les framboisiers et par an pour les mûriers. Le Potassium doit être appliqué à raison de 50 – 60 kg/ha de K par cycle pour les framboisiers et par an pour les mûriers. Dans les framboisières

de type primocane, on doit procéder à l'application de l'engrais granulé en plusieurs apports: à l'apparition des nouvelles pousses, plusieurs fois durant la croissance végétative et puis une application à la floraison. On doit prendre en compte la contribution du fumier. Empiriquement, on estime que seul 50% de l'azote dans la plupart des fumiers ou composts, seront disponibles durant l'année de l'application. Les engrais granulés à base de N doivent être appliqués en bande de 25 à 30 cm loin des plants et incorporés dans le sol à 5-10 cm de profondeur.

X.3 Fertigation

Environ 25% du total recommandé en azote (N), phosphore (P) et potassium (K), ainsi que les oligo-éléments (si nécessaire), peuvent être appliqués avant la formation des billons. Les quantités restantes de N, P et K seront appliquées par le biais du système d'irrigation goutte-à-goutte, tout le long de la saison de croissance. Dans la plupart des cas, cela équivaut à une application d'un supplément de 30 à 50 kg/ha de N, 15 à 20 kg/ha de P et 30 à 40 kg/ha. La plus grande part de N, P et K doit être appliquée entre le début de la croissance végétative et la floraison.

Pour les sols riches en matière organique, tout l'engrais N, P et K peut être appliqué par le biais du système goutte-à-goutte. Au moins 50% du N doit être sous forme de nitrate.

Les rendements sont, en règle générale, plus élevés lorsque la plus grande partie de l'engrais N et K est injectée par le système de goutte-à-goutte, qu'ils ne le sont à partir des formes d'engrais granulé. Cependant, une application fréquente, en petite quantité, d'engrais liquide peut réduire les problèmes potentiels liés aux dommages causés par les sels solubles. L'engrais liquide est généralement administré pendant une période de 1-2 heure(s) chaque jour ou tous les deux jours, durant la floraison et la période de fructification. Les solutions d'engrais liquide commercialisées pour injection sont généralement un mélange de solutions N et K.

Les engrais recommandés pour les deux cultures sont les suivantes: le nitrate d'ammonium, le sulfate d'ammonium, le nitrate de calcium, l'urée, le nitrate de potassium, et le phosphate d'ammonium. Pour le K, on recommande le chlorure, le sulfate, ou le nitrate de potassium. Néanmoins, le sulfate de potassium et le nitrate de potassium sont préférés au chlorure de potassium, étant donné la toxicité que peut causer ce dernier sur les framboisiers et les mûriers.

Quant au phosphore, appliqué en goutte-à-goutte à des taux réduits, sa mobilité dans le sol est excellente. Les framboisiers et les mûriers ont besoin de phosphore très tôt, aussi est-il important d'appliquer cet élément au moment de la plantation, ou juste après. Les engrais phosphatés injectés dans le système goutte-à-goutte peuvent interagir avec le calcium des eaux d'irrigation et former une précipitation insoluble, qui pourra boucher les émetteurs. Une bonne gestion, cependant, peut éviter les problèmes de précipitation. A cette fin, la solution mère doit être acidifiée, soit en la mélangeant avec de l'acide sulfurique, soit en injectant de l'acide sulfurique immédiatement après l'injection.

X.4 Fertilisation foliaire

La gamme de concentrations souhaitées pour les oligo-éléments est assez limitée. Par conséquent, il y a le risque de causer plus de dommages par un excès plutôt que par un manque. Aussi faut-il s'abstenir d'appliquer ces oligo-éléments, sauf si l'analyse foliaire révèle un déficit. Lorsqu'un déficit est confirmé, les applications foliaires doivent être suffisantes pour remédier au trouble. Plusieurs applications foliaires à intervalle de 10 jours peuvent s'avérer nécessaires, jusqu'à ce que les symptômes disparaissent. Un agent mouillant doit être utilisé s'il n'est pas déjà inclus dans la préparation de l'oligo-élément. Les applications foliaires d'oligo-éléments ne doivent pas être administrées durant la floraison, à cause du risque de brûlure de la fleur. Des préparations granulées d'oligo-éléments, appliquées au sol, ne sont généralement pas aussi efficaces que les pulvérisations foliaires.

X.5 Analyse foliaire

Pour développer un bon programme de fertilisation, les agriculteurs doivent vérifier une fois par an l'état nutritionnel des arbustes. L'adaptation des taux de fertilisation peut s'avérer nécessaire selon les résultats des analyses foliaires. Pour obtenir un échantillon représentatif pour l'analyse foliaire, on choisira environ six jeunes feuilles matures (plus des pétioles) par plant. Les plants doivent être choisis d'une façon aléatoire de façon à couvrir toute la parcelle. Par ailleurs, les plants présentant des anomalies doivent être analysés pour déterminer si l'anomalie est liée aux nutriments. Le tableau 1 donne les valeurs de concentration optimale pour chaque élément. En principe, le rendement diminue si la teneur des feuilles en oligo-éléments est en dehors de la gamme optimale.

Tableau 1 : Classement des concentrations d'oligo-éléments dans les feuilles du framboisier			
Élément	Au dessous de l'optimum	Optimum	Excès
Macroéléments fertilisants (%)			
Azote	<2.2	2.8	>4.0
Phosphore	<0.2	0.3	>0.6
Potassium	<1.0	1.5	>3.0
Calcium	<0.5	0.6-2.5	>2.5
Magnésium	<3.0	0.4	>1.0
Soufre	<0.3	0.4	>0.5
Oligo-éléments (ppm)			
Manganèse	<20	80	>300
Fer	<30	50	>200
Zinc	<15	35	>80
Cuivre	<2	10	>40
Bore	<25	50	>80

X.6 Symptômes de carence

Une fertilisation non adéquate se traduit par des symptômes caractéristiques. Chacun des macroéléments et oligo-éléments possède ses propres symptômes de carence. Le diagnostic visuel des carences est un autre moyen dont disposent les agriculteurs expérimentés pour réadapter leur régime de fertilisation. Malheureusement, beaucoup de dégâts peuvent s'être produits avant que la carence ne devienne visible. Néanmoins, plus le déficit est corrigé rapidement, moins il y a de dégâts. Les carences nutritives les plus typiques de la framboise sont résumées dans le tableau 2 et illustrées ci-dessous (photos 27-29)

Tableau 2 : Les symptômes des carences nutritives des feuilles de la framboise et de la mûre	
Nutriments	Symptôme
Azote	Feuilles vert pale à jaunes, avec une coloration rouge autour des bordures, mais qui peut s'étendre à toute la surface de la feuille.
Phosphore	Feuilles ternes, manquant de brillant, couleur verte, bleuâtre ou mauve. Décoloration mauve spécialement accentuée sur la surface au bas de la feuille. Mauvaise croissance. Petite taille des feuilles.
Potassium	Brunissement et jaunissement le long des bordures de la feuille. Bronzage et brunissement du limbe. Les feuilles plus âgées sont encore plus affectées. Elles ont tendance à se rouler vers l'arrière, bien que les bords brunis se roulent vers le devant (photo 27).
Magnésium	Chlorose des feuilles âgées, essentiellement chlorose intervenale et le long des bordures. Nécrose, si le déficit est aigu (photo 28)
Calcium	Brûlure du sommet du limbe et plissement le long de la bordure des jeunes feuilles.
Soufre	Feuilles vert pale à jaunes, ce qui est similaire aux symptômes du déficit en N, sans brunissement cependant. Des petites zones nécrosées se développent sur les limbes de la feuille quand la carence est avancée.
Fer	Jaunissement et chlorose intervenale des nouvelles feuilles, laissant un « squelette » de veines vertes sur la feuille. Un déficit aigu donne aux feuilles une apparence blanche décolorée et des zones brunes se développent entre les veines le long des bords de la feuille (photo 29).
Manganèse	Jaunissement et chlorose intervenale des nouvelles feuilles. Le jaunissement commence près du bord de la feuille et progresse vers la nervure médiane selon une forme bien définie. Les feuilles plus âgées demeurent vertes ou moins chlorosées. Un brunissement et un recroquevillement vers le haut du limbe des bordures des feuilles.

Zinc	Entrenoeuds courts, feuilles petites et étroites et chlorose intervenale avec dépérissement des rameaux et des pousses. A un état avancé, les feuilles terminales, petites et étroites sont recroquevillées en forme de spirale. Ce qui, en règle générale, cause des symptômes de carence de « rosette » et de « maladie de la petite feuille »
Cuivre	Couleur vert pâle des feuilles immatures. Les zones intervenales deviennent vert clair. Blanchissement ou décoloration de la surface supérieure du limbe de la feuille, avec un vert plus intense sur les bords.
Bore	Brûlure du sommet du limbe et plissement des jeunes feuilles, suivi d'un jaunissement des bordures et d'un plissement. Croissance réduite au point végétatif.
Molybdène	Racines tronquées et foncées. Jaunissement uniforme des jeunes feuilles matures et nécrose des feuilles plus âgées. Recroquevillement vers le haut des bords du limbe de la feuille



Photo 27 : Brunissement marginal et interveinal de la feuille d'un framboisier souffrant d'une carence en potassium.



Photo 28 : La carence en manganèse se manifeste par un jaunissement interveinal des feuilles âgées, qui commence près du bord de la feuille et progresse vers la nervure médiane.



Photo 29 : La carence en fer se manifeste par une chlorose aigue des nouvelles feuilles, suivie d'une chlorose marginale et interveinale.

SECTION XI IRRIGATION

Pour obtenir une croissance vigoureuse des framboisiers/mûriers et une récolte optimale, il est nécessaire de prévoir une quantité d'eau appropriée. Un manque pendant le grossissement des fruits réduira la taille de ces derniers. Idéalement, l'eau doit être distribuée de façon uniforme durant toute la saison de croissance. Les quantités d'eau nécessaires aux framboisiers/mûriers varient selon les conditions climatiques, la densité des plants et la vigueur du plant. On estime cependant que le taux d'utilisation maximale de l'humidité se situe entre 0.5 à 0.8 cm par jour. Les framboisiers/mûriers tirent pratiquement toute leur humidité des 60 cm de la couche supérieure du sol. On estime, en règle générale, que l'irrigation devient nécessaire lorsque 50% de l'humidité disponible dans le sol a été utilisée. Avec des taux d'utilisation maximale, on arrive à cette situation entre 5 et 10 jours, selon les types de sols et la pluie.



Photo 30 : Irrigation goutte-à-goutte de framboisiers.

L'irrigation goutte-à-goutte est le système préféré pour le framboisier et le mûrier. Il permet d'économiser des quantités considérables d'eau et d'énergie et permet de contrôler les excès d'humidité qui peuvent engendrer des pourritures. Les inconvénients de ce système sont la nécessité d'une eau de bonne qualité et un entretien continu.

Le système qui convient le mieux aux framboisier/ mûrier au Maroc est celui à base de tubes flexibles à pression régulière (T-Tape) pour les régions montagneuses, et les tubes flexibles sans pression égalisée pour les sites à terrain plat. Dans ce dernier cas, le système peut être suspendu et attaché aux systèmes de palissage, posé sur le sol ou même enterré dans le sol. Lorsque le matériel est enterré dans le sol, le tube arroseur est enfoncé à quelques centimètres au dessous du niveau du sol pour éviter les dommages éventuels causés par les machines d'entretien .

Les systèmes à émetteurs à pression égalisée, insérés dans des conduites secondaires et circulant tout le long du rang des framboises, sont des systèmes plus coûteux mais qui durent plus longtemps. En règle générale, ces émetteurs ont un débit de 2 à 4 litres d'eau par heure et sont espacés de 30 cm. Ces émetteurs varient du tube en plastique d'un petit diamètre introduit dans la conduite secondaire (le taux du flux est régulé par le diamètre intérieur et par la longueur du tube), à l'émetteur plastique à flux ajustable et autonettoyant. Tous les systèmes nécessitent un filtre, quelque soit la source d'eau, ainsi qu'un régulateur de pression.

Le toucher de la terre, que l'on serre en boule dans la paume de la main, peut constituer un indicateur utile pour un guide de l'irrigation. L'échantillon du sol doit provenir de la profondeur maximale de l'enracinement (environ 15 à 25 cm). Lorsque la terre, que l'on serre dans la main, n'adhère pas sous forme d'une boule ferme, cela signifie que la teneur en humidité a baissé à un niveau où l'irrigation doit être déclenché. Une boule en terre qui colle quand on

la serre, contient suffisamment d'humidité. On peut également déterminer le timing et la quantité en eau à appliquer en utilisant des tensiomètres. Ces petites sondes de l'humidité doivent être plantées dans le sol, de telle façon que leur embout soit à 15 ou 30 cm. Lorsque l'humidité, à 15 cm de profondeur, tombe sous 40–50% de la capacité du champ, il est temps de commencer à irriguer.

A titre indicatif, le framboisier/mûrier a besoin de 2.5 à 3.8 cm d'eau par semaine, de la floraison jusqu'à la récolte. Une quantité plus élevée de 3.8 cm par semaine est cependant nécessaire, durant la période du développement du fruit. Les framboises/mûres cultivées à l'intérieur de structures abritées exigeront plus d'eau que celles cultivées en plein champ.

Lorsqu'il s'agit d'examiner la quantité d'eau à appliquer, il est généralement recommandé d'utiliser suffisamment d'eau, pour ramener l'humidité dans les 60 cm de la couche supérieure du sol à 100%. Il faut, en outre, garder à l'esprit que l'équipement d'irrigation est efficace à 75% seulement, aussi 3.3 cm d'eau doivent être évacués du système d'irrigation pour fournir 2.5 cm d'humidité disponible dans le sol. La quantité d'eau à l'irrigation ne doit nullement dépasser la quantité d'eau que le sol peut absorber. Une irrigation excessive est un gaspillage et peut s'avérer nuisible, aussi faut-il s'en abstenir. Elle peut se traduire par un fruit mou, difficile à manier et à transporter. Elle cause le lessivage du nutriment, notamment l'azote, au dessous des zones des racines. Une humidité excessive du sol entrave également l'aération, ainsi que la croissance racinaire normale, et peut induire des maladies racinaires sérieuses.

SECTION XII POLLINISATION

Les fleurs du framboisier/mûrier doivent être pollinisées de façon convenable, afin d'obtenir un fruit ayant une forme uniforme. Le développement du fruit se produit assez rapidement, ne nécessitant que 30 à 45 jours pour la plupart des cultivars de la framboise, et 40 à 50 jours pour la plupart des cultivars de la mûre. Les fruits du framboisier et du mûrier se manifestent sous forme de grappe de quelques drupéoles, ou petites drupes attachées à un réceptacle central. Lorsque le fruit est de taille



Photo 31 : Une mauvaise pollinisation se traduit par un fruit déformé et friable.

normale, et qu'il possède anormalement peu de drupéoles, sans que ces drupéoles soient déformées, on peut suspecter une mauvaise pollinisation. Les abeilles domestiques sont responsables à 90-95% de la pollinisation des framboisiers/mûriers. Les bourdons, ou tout autre abeille sauvage, peuvent être plus efficaces par temps froid ou venteux.



Photo 32 : Pour une bonne pollinisation des framboisiers/mûriers, il est recommandé d'avoir 5 ruches par hectare.

Il est important d'avoir un placement de colonies d'abeilles domestiques afin de garantir une pollinisation appropriée des fruits des framboisiers/mûriers. Il est recommandé d'avoir 5 ruches par hectare (photo 32)

Les ruches doivent être situées de telle sorte que les trajectoires des abeilles ne soient pas contre les vents prédominants.

Les bourdons fournissent la meilleure méthode de pollinisation pour les petits fruits cultivés à l'intérieur de structures abritées. Ils sont supérieurs aux abeilles domestiques. Ce sont des travailleurs rapides: ils visitent en une minute, deux fois plus de fleurs que les abeilles domestiques. Ils peuvent, grâce à leur taille, porter des

charges plus lourdes et réussissent souvent à avoir un meilleur contact avec les étamines. Par ailleurs, les bourdons sont moins dépendants des conditions climatiques que les abeilles domestiques qui, en règle générale, attendent l'apparition du soleil pour commencer à voler. Les bourdons continuent à être actifs, même quand la température est moins élevée et que l'intensité de la lumière est réduite. Leur vol dans le vent peut atteindre jusqu'à 70 km par heure, alors que les abeilles domestiques n'arrivent qu'à une vitesse de 30 km par heure. L'autre avantage des bourdons est le manque d'un système de communication. En effet, les abeilles domestiques peuvent toujours s'informer mutuellement de la présence d'une fleur plus attractive en dehors de la framboisière, tel le pissenlit, et décider de quitter le champ de la framboise.

SECTION XIII CULTURES SOUS SERRE



Photo 33 : La production de framboises/mûres sous tunnel surélevé connaît une grande expansion à travers le monde.

La culture sous serre du framboisier et du mûrier (photo 33) prend beaucoup d'ampleur à travers le monde. Bien que ces structures abritées permettent une certaine protection contre le gel, leur fonction essentielle consiste à élever la température et à créer un microclimat favorable à la production des baies durant la période plus fraîche de l'automne, de l'hiver et du début du printemps. A part l'augmentation de température, les tunnels permettent aussi de tirer profit de la protection contre le vent et la pluie, du réchauffement au sol, et dans certains cas, du contrôle des insectes, des maladies, et des prédateurs, tels les rongeurs et les oiseaux. La production dans des structures abritées peut permettre une manipulation plus efficace de la croissance des cultures et une récolte considérablement plus élevée en fruits commercialisables. Le bénéfice que l'on peut tirer des structures abritées est encore plus apparent durant les années de pluies fréquentes, en hiver et au printemps. Au Maroc, l'extension

de la saison de la récolte est un autre avantage majeur de la culture du framboisier et du mûrier dans des structures abritées. La période de la récolte peut être maintenue durant les mois les plus frais de l'année, ce qui ne pourrait convenir à la récolte des framboises/mûres en plein champ. Ce type de production peut accroître considérablement la période de commercialisation de la framboise/mûre sur le marché marocain. L'extension de la période de récolte peut également engendrer des améliorations intéressantes en terme de prix du marché. Comparée avec la production en plein champ, la production des framboises/mûres sous des tunnels en plastique assure une augmentation potentielle de la récolte et une meilleure qualité du fruit. La production sous serre peut s'avérer intéressante, là où la demande pour des fruits de grande qualité est élevée. Elle est également avantageuse lorsque la saison de croissance nécessaire pour compléter la récolte des cultures de framboises en production en automne est longue.

La culture sous serre peut cependant engendrer quelques problèmes. La maladie de l'oïdium est une maladie qui est favorisée par un feuillage sec et une grande humidité : deux conditions fréquentes sous les tunnels en plastique. L'aération est un moyen qui permet de contrôler ce genre de problèmes phytosanitaires. Comme ravageur, le tétranyque à deux points, ou acarien jaune, est en général un des parasites les plus importants des framboisiers cultivés en sous serre. Son contrôle se fait par voie biologique grâce au prédateur, *Phytoseillius persimilis*. La population des acariens peut se multiplier rapidement dans les structures abritées, aussi faut-il relâcher les acariens prédateurs, sitôt que l'on observe la présence du ravageur. Par ailleurs, la pollinisation des fleurs peut constituer un inconvénient pour la production sous tunnel, à cause des limitations de l'accès des abeilles domestiques. Le recours à des ruches de bourdons peut constituer une solution au problème potentiel de pollinisation.



Photo 34 : Culture de framboisiers sous structures abritées

SECTION XIV LUTTE INTEGREE

Les framboisiers/mûriers peuvent être infestés de parasites depuis le moment de la plantation jusqu'à après la récolte. Les principaux parasites sont les mauvaises herbes, les insectes, les acariens, les maladies et les nématodes. Une connaissance des symptômes des dégâts causés par les parasites, ainsi qu'un contrôle régulier du site de plantation, sont à même de prévenir une sérieuse pullulation. Il est nécessaire d'identifier à temps les problèmes liés aux parasites et d'utiliser les moyens de contrôle appropriés, afin d'obtenir une récolte satisfaisante et des revenus économiques intéressants. Les choix de lutte contre les parasites sont multiples: ils vont de la prévention, qui consiste à prendre les mesures d'hygiène appropriées, à un contrôle chimique et biologique. Une lutte dirigée et efficace est une lutte qui intègre l'anticipation des problèmes potentiels, un suivi fréquent, et si nécessaire, une application en temps opportun des phytoprotecteurs. Seuls les pesticides approuvés sur le marché de destination doivent être utilisés. Les producteurs devront se procurer la liste des mises à jour des pesticides officiellement autorisés, ainsi que leur niveau résiduel minimum (MRL) admis, avant d'appliquer les pesticides. Il existe toute une gamme de pesticides sur le marché pour minimiser la pression des parasites dans les cultures de framboisier et de mûrier.

SECTION XV LES MAUVAISES HERBES

Les mauvaises herbes sont en concurrence avec les plants de framboisier/mûrier pour l'eau, les nutriments du sol et la lumière. Elles peuvent également héberger les insectes et les maladies. Aussi toutes les mauvaises herbes devront être éliminées de l'intérieur du rang. La zone entre les rangs doit être un sol nu (photo 35) ou disposant d'un couvre sol. Les mauvaises herbes, à l'intérieur du rang, doivent être éliminées manuellement, par arrachage ou binage. Les racines des framboisiers /mûriers sont peu profondes et les cultures ne doivent pas dépasser 1 cm environ de profondeur, afin d'éviter de blesser ces racines. Les baies possèdent des systèmes racinaires extensifs, aussi faut il éviter tout travail du sol entre les rangs, pour ne pas abîmer les racines et augmenter la sensibilité à la gale du collet due à des plaies du plant.



Photo 35 : Désherbage entre les rangs des framboisiers.

Il est important de contrôler les mauvaises herbes vivaces avant la plantation. Ceci réduira la concurrence entre les plants pendant l'établissement et la production. Une croissance non contrôlée des mauvaises herbes à l'intérieur de la plantation, augmentera les problèmes liés aux maladies, en minimisant la quantité d'air qui circule dans les plants et en maintenant des niveaux d'humidité plus élevés sur les feuilles. Pire encore, les vecteurs de plusieurs maladies (le verticillium, la maladie de la grenaille du framboisier) peuvent s'accumuler sur certaines herbes à larges feuilles dans la plantation. Les mauvaises herbes vivaces, difficiles à contrôler, peuvent être éliminées en utilisant, avec beaucoup de prudence, des traitements localisés de glyphosate, un herbicide systémique.

Les framboises et les mûres sauvages sont une source d'inoculum de la maladie et doivent être éliminées complètement du site de la plantation, ainsi que des environs immédiats, avant de planter.

SECTION XVI INSECTES

Les insectes nuisibles les plus importants du framboisier/mûrier sont les larves vermiformes (*coleoptera*), les insectes foreurs de la griffe (*Pennisetica marginata*), les foreurs de la tige (*Oberea bimaculata*), l'agrile de framboisier (*Agilus ruficollis*), les enrouleuses (*Olethreutes permundana*), les pucerons (*Aphis rubicola*, *Amphorophora agathonica*), les cicadelles (*Homoptera* spp.) les acariens (*Tetranychus urticae*) et les mouches blanches (*Bemesica tabaci*).

XVI.1 Les larves vermiformes

Plusieurs espèces de larves vermiformes attaquent les framboisiers et les mûriers. Les adultes sont des coléoptères bruns d'environ 12 à 18 mm de long, avec des ailes couvertes d'un revêtement brillant et un abdomen argenté. Elles restent actives pendant deux semaines environ après leur naissance, mais elles sont discrètes. Les œufs sont posés dans le sol à une profondeur de 3 à 6 cm et éclos dans les 3 à 4 semaines qui suivent. Les larves se nourrissent des racines des plants pendant deux ans, avant la pupaison. Les larves matures sont des larves d'un blanc sale, larges et grosses, mesurant environ 24 à 36 mm de long avec un abdomen gonflé et des pattes proéminentes vers la tête brune (photo 36). Extraites du sol, elles maintiennent une position recroquevillée formant la lettre « c ».



Photo 36 : stade larvaire de la vermiforme blanche.

Les dégâts causés par le ver blanc se manifestent par la destruction des poils absorbants des racines et le broyage de l'écorce et du cortex des larges racines. A cause de l'alimentation de la larve, le feuillage devient rougeâtre, et le fruit petit et plein de graines. Les plants blessés déclinent progressivement, au fur et à mesure que leur système racinaire est détruit. Ils finissent par se flétrir et mourir. Dans certains cas, les plants de framboisiers / mûriers sont complètement sectionnés, juste au dessous de la griffe. Les dégâts au niveau du champ se manifestent par l'expansion des zones de plants qui dépérissent. Lorsque le plant est arraché, les larves se trouvent généralement dans la zone des racines. Les vers blancs s'introduisent dans le sol, en règle générale, lors de l'incorporation de fumier non stérile. Du chlorure de calcium, mixé aux piles de fumier, peut réduire considérablement l'inoculum du ver blanc en desséchant les larves. Une autre méthode de contrôle comprend l'utilisation de cuves de décantation bleu clair pour attirer et tuer les coléoptères adultes.

XVI.2 Insectes foreurs de la griffe

La perte de vigueur et des tiges fileuses constituent les symptômes typiques des dégâts causés par les insectes foreurs de la griffe. Lorsque les tiges individuelles du framboisier/mûrier se flétrissent et dépérissent, avec des moitiés de fruits encore attachés, il est légitime de soupçonner les insectes foreurs de la griffe. Les tiges infestées se cassent facilement, révélant ainsi les dégâts de ces foreurs. On peut parfois trouver la larve dans la portion de la

tige qui a cassé. Les signes révélateurs sont des racines et des griffes gainées, ainsi que des terriers forés à l'extérieur de la griffe.

Les foreurs de griffe pondent les œufs sur la face inférieure des folioles à la fin de l'été. Les larves migrent juste au dessous du niveau du sol, à la base des tiges, et creusent des galeries dans la zone de la griffe, entraînant de gros dégâts. Les jeunes larves sont petites, blanches, avec une tête brun clair. Leur taille s'allonge au fur et à mesure qu'elles grandissent et atteint 20 à 31 mm. Les adultes (photo 37) sont des noctuelles à ailes claires, au corps noir avec quatre rayures jaunes horizontales, ressemblant à une guêpe. Les pattes sont jaunes, et l'antenne duveteuse se courbe de la tête vers l'extérieur, contrairement à la petite antenne de la guêpe.



Photo 37: Rhizophage du framboisier (*Pennisetia marginata* (harr.))

Le foreur de la griffe met 2 ans à compléter son cycle de vie. Le papillon nocturne de la femelle pond ses œufs sur la face inférieure des folioles de la framboise/ mûre. Une fois écloses, les larves migrent en direction de la base du plant, où elles creusent à la base de la tige ou encore, trouvent un endroit protégé dans l'écorce. Les larves commencent à faire des terriers dans la griffe du plant. Un plant infesté par ces foreurs de griffe commencera à se flétrir de manière visible à cause des dégâts qu'il subit au niveau du tissu vasculaire. Un trou à la base du plant, dans la griffe, avec sciure et excréments à l'entrée, constitue un indicateur révélant l'activité des foreurs de la griffe. La meilleure façon de lutter contre ces derniers consiste à prévenir leur intrusion dans le champ, grâce à une lutte culturale. Les framboisiers et/ou mûriers sauvages doivent être éliminés des environs du site, car ils constituent un hôte potentiel pouvant héberger ces foreurs. Au cas où le parasite s'est établi dans le champ, une lutte chimique (bassinage de la zone du griffe à la diazinon) peut s'avérer utile.

XVI.3 Les foreurs de la tige



Photo 38: Flétrissement de la partie supérieure de la tige du framboisier dû aux dégâts causés par le foreur de la tige.

Les foreurs de la tige sont des coléoptères minces, d'environ 1,3 cm de long, avec une antenne aussi longue que le corps. Les coléoptères sont noirs, à l'exception d'une section derrière la tête qui est d'un orange brillant avec deux ou trois points noirs. Les femelles déposent leurs œufs dans la longueur de la tige fructifère encore tendre de la première année, à environ 15 cm sous l'embout de la tige. Les coléoptères font deux rangées caractéristiques de perforations qui entourent la tige à 1,8–2,5 cm de distance les unes des autres. Un œuf est alors déposé près de la rangée. Le gainage de la tige entraîne le flétrissement de l'embout. Après éclosion, les larves creusent un tunnel en direction de la base de la tige. Celle-ci est affaiblie et meurt souvent avant la maturation du fruit. Les signes révélateurs de la présence des foreurs de la tige sont les extrémités de pousses flétries de 12 à 20 cm avant l'embout (photo 38).

La meilleure pratique de contrôle cultural reste la destruction des tiges qui montrent des signes de lésions. Si l'on pratique la taille quelques jours après l'apparition des extrémités flétries, seuls quelques 25 mm au dessous de l'extrémité flétrie auraient besoin d'être enlevés. Bien s'assurer, en inspectant la surface de la tige coupée, qu'il n'y a pas trace de forage sous la coupe, sinon il faut descendre encore plus bas jusqu'à ce que toute la zone forée ait été enlevée. Les tiges coupées doivent alors être brûlées pour détruire l'insecte à l'intérieur. Il faut détruire également tout les plants de framboisiers ou de mûriers sauvages se trouvant à proximité des plants. L'insecticide recommandé pour ce genre de foreur de tige est l'acetamipride.

XVI.4 L'agrile du framboisier

Les adultes sont reconnaissables grâce à la section rougeâtre (thorax) derrière leur tête. Le reste du corps est noir et ils mesurent 6 mm de long. Les lésions qu'ils causent se caractérisent par un gonflement de la tige de 0,7 à 7,6 cm de long, qui peut se produire à n'importe quel endroit de la tige. La tige s'affaiblit et se casse à cause de ce gonflement. Les larves d'un blanc crémeux, d'une longueur de 1,8 cm, possèdent des crochets en forme de pince sur l'abdomen. Les jeunes larves creusent à l'intérieur de la tige, en créant des tunnels autour du pédoncule qui divisent l'écorce en deux. Le gainage du pédoncule entraîne un gonflement ou une galle. Ayant gagné le pédoncule, la larve creuse dans le pédoncule et vit dans la fente. Elle finit par se transformer en nymphe et devient adulte. Le dégât le plus important est produit par les larves lorsqu'elles gagnent les tiges. Ce gainage affaiblit les tiges et entraîne une production limitée de fruits sur les tiges infestées. Dans les cas extrêmes, la tige peut mourir définitivement. La lutte contre cet insecte consiste à procéder à une taille et à enlever les tiges infestées.

XVI.5 Les enrouleuses

Plusieurs espèces d'enrouleuses peuvent attaquer le framboisier et le mûrier. Les noctuelles adultes mesurent environ 12 mm (photo 39). Au repos, ces noctuelles maintiennent leurs ailes en forme de cloche. Les œufs sont déposés en grappe, se chevauchant comme les écailles d'un poisson. Au fur et à mesure que l'embryon à l'intérieur de l'œuf se développe, les œufs changent de couleur et virent du vert vers un brun grisâtre. Les larves écloses mesurent moins de 1,5 mm de long et les larves matures environ 18 mm de long. Les dégâts dus à l'alimentation des enrouleuses se manifestent généralement sur les nouvelles repousses. Les symptômes se manifestent sous forme de masses de tissu de jeunes repousses, tournées en spirale et courbées (photo 40) A l'intérieur du tissu plié, se trouve souvent une larve, petite et verte, avec une tête noire et une espèce de bouclier thoracique. Quand la larve devient adulte, elle plie généralement une partie de la feuille formant ainsi



une cavité dans laquelle elle se transforme en nymphe. Les larves se nourrissent également à l'intérieur de la baie et peuvent passer inaperçues jusqu'à la récolte.

Photo 39 : Différents stades du développement des enrouleuses, les œufs (à gauche), la larve (au milieu) et les adultes (à droite).

Des pratiques d'hygiène appropriées aident à prévenir l'accumulation des enrouleuses. Ces pratiques consistent à détruire les mauvaises herbes et à enlever les tiges taillées des serres le plus vite possible. Des agents biologiques de lutte (*Bacillus thuringiensis*) sont



Photo 40 : Symptômes des dégâts causés par les enrouleuses sur des jeunes feuilles de framboisier.

efficaces pour réduire les populations de larves. Le Bt est une bactérie hautement sélective, qui produit un poison par ingestion. Ce poison tue les larves des lépidoptères (chenilles arpeuteuses, vers, scorpiures) uniquement une fois que celles-ci ont mangé les feuilles. Il faut compter quelques jours avant que l'insecte ne meurt. Un bon timing dans l'application est crucial pour le succès de l'utilisation du Bt. Par ailleurs le Bt continue à agir longtemps après l'application. Les Bt sont sensibles à la lumière du soleil et se dégradent entre 5 à 7 jours. Ils agissent plus lentement que les insecticides synthétiques mais ne sont pas nocifs pour les prédateurs ou insectes bénéfiques.

XVI.6 Les pucerons



Photo 41. Stades adulte et larvaire des pucerons.

Les pucerons sont des insectes de petite taille (2 à 10 mm de long), ayant une forme de poire, un corps souple, une petite tête et une paire de cornicules « pompe d'échappement » (photo 41). La plupart des pucerons se nourrissent des pousses, des bourgeons et de la face inférieure des feuilles. Les pucerons sont des insectes piqueurs-suceurs, qui pompent leurs nutrition à partir des tissus. En se nourrissant, elles peuvent disséminer des maladies, notamment les virus. Ces virus peuvent à leur tour entraver la croissance du plant, déformer et décolorer, les feuilles et réduire la production des fleurs et des fruits. Les virus les plus importants transmis par les pucerons sont les virus de la Mosaïque de la framboise. Les pucerons peuvent causer l'enroulement en spirale des pétioles des feuilles.

Les pucerons passent l'hiver sous forme d'œufs qui n'éclosent qu'au printemps. Les jeunes pucerons adultes, parvenant à terme, deviennent des femelles avec ou sans ailes, qui donnent naissance aux nouveaux pucerons en été. Les pucerons à ailes peuvent voler et traverser de grandes distances. Afin de réduire tout risque de maladie virale, il est important d'éliminer les framboisiers/mûriers sauvages, ainsi que toutes les plantes affectées par le virus, à proximité du site de plantation. Il est absolument nécessaire de cultiver uniquement des plants certifiés exempts de virus.

L'usage des insecticides est recommandé lorsque la population du ravageur atteint un seuil

nocif. Il faut procéder à un échantillonnage des feuilles prises de différents endroits de la plantation et calculer le pourcentage de feuilles contenant des pucerons. Si le niveau d'infestation atteint 30%, il faut procéder à une pulvérisation. L'insecticide recommandé pour la lutte contre les pucerons est l'acetamipride. Des prédateurs tels le chrysope, la coccinelle convergente, l'*Aphidius* spp. , ainsi que d'autres espèces de guêpes parasitaires, attaquent les pucerons et peuvent servir d'agents de lutte biologique efficaces.

XVI.7 Les cicadelles



Photo 42 : La cicadelle du framboisier (*Typhocya* sp.) peut être blanche ou d'un vert clair.

Les cicadelles adultes (*Homoptera* spp.) sont vert clair ou blanches, et mesurent environ 3 mm de long (photo 42). Elles volent très vite quand elles sont dérangées. Les jeunes noctuelles sont minces, de couleur vert clair, et facilement

reconnaissables à leur habitude de se déplacer sur les côtés quand elles sont dérangées.

Les cicadelles endommagent les framboisiers/mûriers en suçant le tissu de la feuille et en privant les cellules de leur chloroplaste, empêchant ainsi les feuilles de bien fonctionner. Les feuilles les plus infestées sont tachées de marques blanches. Elles peuvent également contenir de la peau laissée par les pucerons ou des petites taches d'excrément noir. Les cicadelles entraînent le roulement en spirale de l'extrémité de la feuille, lui confèrent une couleur jaunâtre et réduisent son développement. Les cicadelles ne se nourrissent pas du fruit, mais peuvent le contaminer avec leurs excréments. Elles se reposent sur la face inférieure de la feuille et volent beaucoup pendant les journées chaudes.

XVI.8 Les acariens (*Tetranychus* spp)



Photo 43 : Tétranyque adulte à deux taches (à gauche) et nymphes

Ils constituent un problème parasite sérieux lorsqu'il fait chaud et sec à la fin du printemps et en été au Maroc. Ils peuvent constituer une réelle préoccupation durant toute l'année pour les plantations de framboisiers/mûriers sous structures abritées. Les tétranyques causent des dégâts au niveau du feuillage qu'ils râpent et suçent. Les feuilles atteintes sont tachetées. Un

symptôme supplémentaire est la présence constante de toiles sur le bas de la feuille. A l'aide d'une simple loupe de 10 X, on peut observer les œufs, les toiles, la peau laissée et toutes les traces des tétranyques sur la face inférieure d'une feuille infestée.

La femelle adulte, possède huit pattes et mesure environ 0,5 mm. Elle a une couleur qui varie du jaune paille au vert, brun ou orange. Le mâle est plus petit et mesure environ 0.3 mm, avec un corps étroit et un abdomen pointu. Les femelles en dormance, sur le plan de la reproduction, ont une couleur d'un orange brillant (photo 43). Avec une simple loupe, on peut observer deux taches sur chaque côté du corps tacheté du tétranyque adulte et deux taches oculaires sur la tête. Le cycle de vie, de l'éclosion à l'âge adulte, dure 19 jours à 13°C et 5 jours à 23°. Une population immense peut se constituer en très peu de temps si les conditions sont bonnes. Les mauvaises herbes peuvent constituer une source d'infestation initiale avec les pucerons.



Photo 44 : Mouchetage blanc (centre) et symptômes de roussissement (gauche, bas) des feuilles de framboisier infestées par les acariens jaunes.

Les tétranyques se nourrissent en suçant le jus des feuilles. En se nourrissant du feuillage des baies, ils entraînent un mouchetage blanchâtre à gris de la surface de la feuille (photo 44). Lorsque les infestations sont considérables, la face inférieure de la feuille se couvre de fils soyeux filés sur toute la surface. Les tétranyques sont prédominants pendant les périodes chaudes et sèches et les dégâts deviennent encore plus importants si l'humidité du sol est peu élevée. Au fur et à mesure que la population s'élargit, et que l'alimentation s'intensifie, les feuilles acquièrent une couleur jaune brun à bronze, avant de sécher et tomber. Le tétranyque à deux taches, en se nourrissant des feuilles, réduit la vitalité du plant, le rendement en fruits ainsi que la taille du fruit.

Une bonne gestion des acariens consiste à surveiller les populations et à initier des mesures de lutte, en choisissant le moment approprié.

Lorsque les populations sont larges, les dégâts sont déjà énormes et il est difficile d'endiguer le problème. La taille et l'arrachage des tiges, immédiatement après la récolte, réduiront la constitution de l'inoculum du tétranyque à deux taches. Lutter contre la poussière, en arrosant les routes environnantes est également un moyen de lutte efficace contre le tétranyque à deux taches.

Le prédateur de protection, l'acarien *Phytoseiulus persimilis* (photo 45), est un agent biologique de lutte contre le tétranyque à deux taches. Le *Phytoseiulus* se développe mieux à des températures de 16 à 27°C et souffre si les températures excèdent 38°C. On peut acquérir cet acarien prédateur et le relâcher dans le champ pour lutter contre les tétranyques. Les acariens de protection doivent être relâchés tôt dans la saison, avant que le feuillage sur les tiges ne commence à envahir l'espace entre les tiges. Pour une lutte efficace contre le tétranyque à deux taches, quelques 25000 à 35000 individus de *Phytoseiulus persimilis* doivent être relâchés par hectare.



Photo 45 : L'acarien prédateur *Phytoseiulus persimilis*.

Aucun seuil de traitement n'a été établi avec précision pour la

lutte contre le tétranyque à deux taches dans les framboisiers. Il faut rester vigilant et surveiller les populations de tétranyques et d'acariens prédateurs. On estime qu'un ratio d'un prédateur pour dix tétranyques est favorable pour une lutte biologique.

XVI.9 Mouches blanches



Photo 46 : Différents stades du développement de la mouche blanche.

La mouche blanche (*Bemisia tabaci*) peut constituer un insecte nuisible pour la production sous serre des framboisiers/ mûriers. Les mouches blanches adultes se présentent en grandes colonies sur la face inférieure des feuilles et volent lorsque les feuilles sont dérangées. L'adulte est un insecte minuscule et blanc qui mesure environ 1.5 mm de long (photo 46). Il est couvert de cire blanche et possède quatre ailes qui sont maintenues parallèles au haut du corps. Les adultes pondent un nombre incalculable d'œufs minuscules et elliptiques sur la face inférieure de la feuille. Après éclosion, la larve de la mouche blanche se développe en quatre stades, le dernier étant appelé le stade nymphale ou puppe. Il est reconnaissable grâce à des filaments longs et cireux autour des bordures du corps et à ses yeux rouges. La période nécessaire au développement

de la mouche blanche en adulte, est d'à peine 18 jours, si les conditions relatives à la températures et aux plants hôtes sont idéales. Les températures idéales pour un développement rapide se situent entre 27° C et 32° C.

La mouche blanche a une prédilection pour les tissus des plantes grasses et en pleine croissance. Elle endommage les plants en se nourrissant de sève, ce qui réduit la vigueur du plant. Elle libère une excrétion visqueuse appelée miellat. Lorsque cette substance est déposée sur le fruit, ce dernier devient repoussant et moins apte à être commercialisé. Le miellat favorise également la croissance, sur les fruits et les feuilles, d'une fumagine noire qui réduit sensiblement la qualité du fruit. Bien que les mouches blanches puissent transmettre des virus, à ce jour on ne les a associées à aucun virus significatif chez le framboisier ou le mûrier. La mouche blanche peut être contrôlée à l'aide de la guêpe parasitaire ou de tout autre prédateur de protection. Leurs ennemis incluent les géocorinae, les punaises anthocorides, les chrysopes et *Enncarsia formosa*. En minimisant la présence de poussière dans les allées et les espaces environnants, on peut assurer une bonne précaution contre la mouche blanche. Le piégeage sur des bandes jaunes collantes est également un bon moyen de lutte.

SECTION XVII LES MALADIES

Les maladies les plus graves qui touchent le framboisier et le mûrier sont dûes aux champignons, bien que les virus et les bactéries peuvent être responsables de certaines maladies. Plusieurs facteurs déterminent la fréquence et virulence des maladies. Parmi ces facteurs, on peut citer les cultivars, la vigueur du plant, le stade de croissance, les conditions environnementales, les pratiques agronomiques et la densité des plants. La lutte contre ces maladies doit reposer sur l'utilisation de plants sains, de pratiques sanitaires appropriées, d'un contrôle permanent et d'une utilisation de phytoprotecteurs. Un choix approprié du site est un élément essentiel pour réussir une bonne gestion phytosanitaire. Le sol doit être bien drainé, afin d'éviter des problèmes liés au phytophthora des racines. On doit éviter les sites ayant une mauvaise circulation d'air et qui ont tendance à accumuler l'humidité. Une taille appropriée, et un bon éclaircissage pour mieux ouvrir le couvert, sont des pratiques susceptible d'assurer une plus grande efficacité des pesticides, en permettant une meilleure pénétration des produits pulvérisés et un séchage rapide des plants. Les fongicides, efficaces dans la lutte contre certaines maladies du framboisier / mûrier, sont présentés dans le tableau 3. Cependant, l'usage de ces fongicides n'est possible que s'ils sont autorisés dans le marché de destination.

Les principales maladies et leur traitement sont décrits ci-dessous. Toutes ces maladies constituent des sources d'inquiétude en ce qui concerne les framboisiers, mais elles ne sont pas toutes associées aux mûriers. Seules l'oïdium, la galle du collet et la pourriture grise sont des maladies particulièrement inquiétantes pour les mûres. Par ailleurs, l'antracnose est essentiellement liée à la mûre.

Tableau 3 : Fongicides efficaces contre les maladies du framboisier/mûrier		
Nom commun	Nom de marque	Maladie (s) contrôlée
Azoxystrobin	Quadris	-Pourriture grise -Dépérissement de la tige -Nécrose des blessures
Hydroxide de cuivre	Kocide, champion	-Nécrose des blessures -Dépérissement des tiges
Cyprodinil+ Fludioxonil	Switch, Chorus	-Pourriture grise
Fenhexamid	Teldor	-Pourriture grise
Mancozeb	Acrobat, Dithane, Curzate	-Dépérissement de la tige -Rouille
Metalaxyl	Ridomil Gold	-Phytophthora
Pyrimethanyl	Mythos	-Pourriture grise

XVII.1 Phytophthora des racines



Photo 47 : Le jaunissement de la feuille et le roussissement des ses bordures constituent les symptômes précoces de la Phytophthorose des racines.

Le Phytophthora des racines est l'une des maladies majeures qui affecte les framboisiers. Elle est causée par au moins huit espèces différentes de champignons telluriques appartenant au genre Phytophthora. Les spores persistantes du champignon peuvent demeurer dans le sol pendant plusieurs années. Le champignon a besoin de niveaux d'humidité très élevés, pour se reproduire. Des conditions de sols mouillés, ou de sols mal drainés, favorisent le développement de la maladie. Celle-ci se produit généralement dans les dépressions de terrain des sites de plantation. Les framboisières doivent être installées uniquement dans des sols bien drainés. Dans les zones mal drainées, il convient d'installer les framboisiers sur des billons surélevés. Par ailleurs, Il est absolument nécessaire de disposer d'un stock de plants sains et exempts de phytophthora, délivré par une pépinière certifiée.

Les symptômes du phytophthora des racines sont constatés tout d'abord, lorsque les tiges flétrissent et l'extrémité de la pousse dépérit. Les feuilles infectées jaunissent prématurément, ou semblent roussies le long des bordures et entre les veines (photo 47). Les tiges infectées manifestent

une faible croissance latérale et un rabougrissement. Des tiges saines peuvent dépérir soudainement et tomber durant la fin du printemps et en été. Dans ces cas, les feuilles peuvent prendre d'abord une coloration jaune, rouge, ou orange ou peuvent commencer à brunir sur les bords.

Au fur et à mesure que la maladie progresse, les tiges affectées dépérissent et meurent. L'infection des plants survient fréquemment par endroits sur des parcelles entières et peut s'étendre le long du rang, si les conditions restent favorables au développement de la maladie (photo 48).



Photo 48 : Phytophthora des racines s'étendant sur tout le rang des plants de framboisiers sensibles.

Les agriculteurs doivent surveiller leur champ pour détecter le Phytophthora et enlever tous les plants qui montrent un des symptômes de la maladie. Il faut arracher les plants malades, y compris les racines, et les jeter en dehors du site. Dans les plantations établies où plus de 10% des plants ont des symptômes de la maladie, l'arrachage des plants infectés ne résoudra probablement pas le problème.

Dans le cas où plus de 10% des plants sont infectés, continuer à entretenir la plantation peut s'avérer non rentable.

Le système racinaire des tiges infectées doit être examiné pour diagnostiquer la présence du champignon. Les racines infectées prennent une coloration typique rouge brun et manifestent un manque de racines fibreuses, alors que les racines saines sont blanches avec une abondance de racines fibreuses. Si la surface extérieure des racines mères des plants récemment infectées (qui ont dépéri) est grattée à partir de la couronne, une

coloration rougeâtre à brune peut être distinguée sur la ligne où les tissus infectés rencontrent les tissus sains. Les tissus infectés finiront par devenir brun foncé au fur et à mesure que le tissu pourrit.

Le fongicide systémique métalaxyl est efficace pour lutter contre la pourriture du phytophthora. Le bassinage du sol avec de la métalaxyl (Ridomil 2E à des taux de 5 litres par hectare ou Ridomil Gold 4EC à 120 ml/ 300m linéaire, ou le Ridomil Gold 2.5GR à 2.4 kg/300m linéaire) constitue un contrôle efficace. Le champignon responsable de la pourriture racinaire est pluriannuel dans le sol, aussi faut il répéter les applications de fongicide chaque année pour une lutte efficace.

XVII.2 Dépérissement des tiges



Photo 49 : Lésions cunéiformes sur la surface inférieure, caractéristiques de la maladie du dépérissement des tiges.

Le dépérissement des tiges, causé par le champignon *Didymella applanata*, est une maladie commune des framboisiers au Maroc, mais elle n'affecte pas les mûriers. Les symptômes apparaissent à la fin du printemps ou au début de l'été, sous forme de taches ou de bandes d'un brun chocolat, bleues foncées, ou mauves, sur les pétioles et les tiges fructifères de l'année. Ces lésions deviennent de plus en plus larges jusqu'à ce que la tige soit cintrée ou gainée. Avant la fin de l'été, les tiges se craquellent et cassent dans le sens de la longueur. C'est le moment où l'on peut apercevoir la structure fructifère reproductrice noire ayant la forme d'un bouton. Ces structures hivernent et libèrent des spores dans l'air le printemps suivant, ou suintent sur la surface du pédoncule durant la période pluvieuse. Les symptômes sur les framboisiers apparaissent sous forme de zones brun chocolat, angulaires ou cunéiformes, sur la surface inférieure des feuilles (photo 49). Le cultivar Willamette est l'un des cultivars le plus sensible à la maladie du dépérissement des tiges. Les effets

associés au dépérissement des tiges sont : une augmentation de la sensibilité du plant à la destruction par l'hiver (gélivure), une récolte réduite résultant d'un flétrissement et la mort, en fin de parcours, des entre-noeuds infectés. Les folioles se fanent également et tombent prématurément. Les fongicides recommandées pour lutter contre le dépérissement des tiges sont l'hydroxide de cuivre et le mancozeb. Comme mesure préventive, il faut veiller à maintenir une densité de plants appropriée, avec une circulation d'air suffisante à travers la haie.

XVII.3 Nécrose des blessures

La nécrose des blessures, causée par le champignon *Leptosphaeria coniothyrium*, attaque les tiges en croissance des framboisiers et des mûriers et entraîne des lésions brunes sur la tige, par endroit (photo 50). Les pratiques agronomiques qui produisent une couverture végétale ouverte améliorent la circulation de l'air, augmentent la pénétration de la lumière et accélèrent le dessèchement du feuillage après la pluie, contribuant efficacement à la lutte contre la maladie. En évitant l'excès d'engrais sous forme d'azote et en éliminant les mauvaises herbes, on peut contribuer à préserver un environnement moins sensible à la nécrose des blessures. Cette maladie affecte plus particulièrement les plants faibles, aussi

est il important de prévoir un bon programme nutritionnel pour assurer une bonne vigueur des plantes, éliminer les tiges vieilles après la récolte et lutter contre les parasites. Les fongicides recommandés dans la lutte contre la nécrose des blessures incluent l'hydroxyde de cuivre et le mancozeb.

XVII.4 Rouille du framboisier



Photo 51 : Développement de la rouille sur la surface inférieure des feuilles de framboisier.



Figure 52 : Rouille jaune sur les fruits mûrs.

La rouille des feuilles est causée par le champignon *Phragmidium rubi-ideae* et peut constituer une maladie inquiétante pour la production de la framboise au Maroc durant les périodes de pluie prolongées. Des petites pustules, remplies de spores poudreuses jaunes à oranges, se forment sur la surface inférieure des feuilles infectées (photo 51). Les calices des fleurs, les pétioles et les fruits, peuvent être attaqués à tous les stades de leur développement. Sur les fruits, des pustules se développent sur les drupéoles individuelles, produisant des masses de spores jaunes (photo 52) qui rendent les baies inattractives et non commercialisables en frais. Une taille appropriée permet de contrôler la densité et assure une bonne circulation d'air, ce qui contribue à lutter contre cette maladie. Les traitements phytosanitaires à base de mancozeb sont efficaces contre cette maladie.



Photo 50 : Les lésions brunâtres de la nécrose des blessures sur des tiges de première année d'un framboisier.

XVII.5 La verticilliose

Causée par le *Verticillium dahliae*, elle représente l'une des maladies les plus inquiétantes du framboisier. Ce champignon peut survivre dans le sol pendant plusieurs années. Cette maladie réduit les récoltes du framboisier en causant le flétrissement, le rabougrissement, et finalement la mort des tiges fructifères ou des plants entiers (photo 53). Le vert des feuilles inférieures malades peut apparaître terne, à première vue, comparé au vert brillant des feuilles normales. Les feuilles flétrissent progressivement en partant de la base de la tige vers le haut, deviennent jaunes et tombent. Les tiges peuvent devenir, en fin de parcours, presque complètement défoliées, avec juste quelques feuilles à l'extrémité supérieure. La maladie est encore plus sérieuse dans les sols qui ne sont pas bien drainés, suite à un hiver froid et à un printemps humide. Il



Photo 53: Plantes de framboisier infectées par la verticilliose.

n'existe aucun fongicide efficace pour lutter contre cette maladie. Une stérilisation du sol avec différents agents de fumigation peut supprimer le *verticillium*, mais l'application de ces matériaux nécessite un équipement spécialisé et très cher. Il est recommandé de ne pas planter les baies dans les régions ayant connu comme cultures précédentes, les tomates, les pommes de terre, les poivrons, les aubergines, ou d'autres baies qui auraient pu être infectées par le *verticillium*.

La meilleure mesure de lutte est la prévention. Il ne faut utiliser que des plants provenant de pépinières certifiés et exempts de maladies et il faut s'assurer de ne pas blesser les plants, surtout au niveau du système racinaire. Il faut, en outre, ne planter que sur les sites sans antécédents de maladies ou attendre au moins 3 à 5 ans avant de replanter dans ces sites. Si un plant malade est détecté, il faut brûler et enlever les racines et le sommet de la plante.

XVII.6 L'oïdium



Photo 54 : Symptômes de l'oïdium sur des repousses de framboisier.

Causée par *Sphaerotheca macularis*, elle affecte en premier le feuillage des framboisiers / mûriers. Les feuilles des baies atteintes de l'oïdium développent des taches vertes (chlorotique), sur la surface supérieure, souvent accompagnées d'une croissance mycélienne poudreuse et blanche. Les repousses, sérieusement infectées, sont longues et fileuses avec des feuilles naines qui se courbent vers le sommet (photo 54). Le développement de la maladie est

favorisé par des conditions de chaleur et de sécheresse.

Elle se répand rapidement dans les haies denses avec une mauvaise circulation d'air. Cette maladie est également très répandue dans les cultures sous serre. En enlevant les repousses infectées avec l'oïdium et en éclaircissant les tiges pour obtenir une densité appropriée, on pourra garantir une meilleure circulation d'air et contribuer ainsi à lutter contre cette maladie. En outre, une pulvérisation avec le fongicide foliaire mancozeb contribuera à lutter contre la maladie de l'oïdium.

XVII.7 Tache des feuilles

Elle est causée par le champignon *Sphaerulina rubi*. C'est une maladie foliaire commune aux framboisiers qui est fréquemment observée au milieu et à la fin de l'été. Les cultivars à tiges fructifères de première année, du type « Héritage », sont particulièrement résistants à cette maladie. Les symptômes typiques comportent la formation de petites taches brunes sur les feuilles (photo 55), d'un diamètre d'environ 3 à 4 mm. À terme, la feuille devient jaune, puis brune, et finit par tomber. Cette maladie se manifeste principalement sur la partie inférieure de la tige où les conditions sont plus favorables au développement du champignon. Des lésions peuvent également apparaître sur les tiges et sur les pétioles et



Photo 55 : Feuilles de framboisiers gravement atteintes par la tache des feuilles.



elles ressemblent à celles que l'on trouve sur la feuille, sauf qu'elles sont plus allongées. Le secret de la lutte contre cette maladie, consiste à maintenir une densité appropriée des tiges et augmenter la circulation d'air dans les rangs de plantation. Ces pratiques auront tendance à baisser l'humidité au niveau du couvert, et permettront un séchage plus rapide du

feuillage, avec pour résultat moins d'infection. Des pulvérisations régulières du fongicide Mancozeb ou Captan réduiront également la gravité de la maladie. En outre, une seule pulvérisation de polysulfure de calcium pendant la période de dormance peut réduire l'inoculum hivernant.

XVII.8 L'antracnose

L'antracnose, ou rouille noire, causée par le champignon *Elsinoe veneta*, est une maladie foliaire commune des framboisiers, mais peu importante chez le mûrier. Les symptômes de l'antracnose apparaissent d'abord au printemps, sur les jeunes pousses, sous forme de petites taches violacées et légèrement surélevées ou affaissées. Plus tard, ces taches deviennent plus larges et prennent une coloration gris cendré au centre, avec des bordures légèrement surélevées de couleur mauve. Les taches sont généralement si près les unes des autres, qu'elles ont tendance à former de larges zones irrégulières (photo 56). Les chancres peuvent encercler la tige, causant parfois la mort de la tige au delà du chancre. L'écorce, dans les zones gravement chancreuses, se divise souvent. Les infections, tardives dans la saison, entraînent des taches ovales superficielles de couleur grise. L'antracnose attaque quelques fois les feuilles et peut causer leur chute. De petites taches avec un centre gris clair et des bordures mauves apparaissent sur la feuille. Les zones où les lésions apparaissent finissent par tomber, laissant un petit trou qui ressemble à une criblure dans la feuille. Dans les cas graves, le fruit est atteint, et les drupéoles individuelles sont asséchées et durcissent.



Photo 56 : Lésions d'antracnose sur les tiges du framboisier.

Les pratiques sanitaires qui maintiennent une bonne circulation d'air jouent un rôle important dans la lutte contre la maladie. L'antracnose peut également être contrôlée à l'aide d'une seule pulvérisation liquide de dormance différée de polysulfure de calcium. Dans les cas sévères, une pulvérisation supplémentaire de cuivre insoluble et de Mancozeb contribuera également à réduire la gravité de la maladie.

XVII.9 Pourriture grise



Photo 57 : Enlever tous les fruits affectés du plant à la récolte.

La pourriture grise, causée par le champignon *Botrytis cinerea*, est la principale maladie de post-récolte des fruits du framboisier et du mûrier. Les baies infectées se couvrent de masses de spores fongiques qui donnent à la maladie son nom particulier « pourriture grise ». Si elles ne sont pas cueillies, les baies atteintes se momifient et restent attachées au plant et peuvent alors servir de sources additionnelles de l'inoculum dans la plantation (photo 57).

Les pratiques agronomiques qui permettent une bonne circulation d'air dans les haies fruitières peuvent contribuer à lutter contre la maladie. En évitant l'excès d' azote, et en éliminant les mauvaises herbes, on peut contribuer à préserver un environnement moins sensible à la pourriture grise. L'infection par le *Botrytis* peut commencer à la période de floraison. Au fur et à mesure que les pétales vieillissent, elles libèrent des sucres qui servent comme substrats pour le champignon. Il est important d'appliquer les fongicides appropriés durant la pré récolte pour réduire la source de l'inoculum. Les fongicides qui permettent une lutte efficace contre cette maladie sont l'azoxystrobin, le cyprodinil plus le fludioxonil, le fenhexamid et le pyrimethnil. Le traitement antifongique doit être administré au début du débourrement et continuer à intervalle de 7 à 10 jours. En outre, il convient d'alterner les différentes pulvérisations de fongicides, afin d'éviter la résistance du champignon à un fongicide donné. Il est également important de récolter les fruits avant qu'ils ne deviennent trop mûrs et d'éviter ainsi les dégâts aux baies lors de la cueillette. La pourriture grise se développe assez rapidement sur les fruits endommagés et s'étend facilement sur les fruits trop mûrs (photo 58). La meilleure façon d'éviter le développement de la pourriture grise est de refroidir le fruit à 0°C et 1°C, aussi tôt que possible après la récolte. Il faut donc veiller à préserver la chaîne du froid tout le long du transport et de la distribution sur le marché d'écoulement.



Photo 58 : La pourriture grise se développant sur des drupéoles endommagées.

XVII.10 Moisissure blanche

Causée par *Rhizopus stolonifer*, c'est une maladie cryptogamique qui se produit essentiellement après la récolte, mais qui peut se développer sur des fruits mûrs dans le champ. Les spores sont disséminées par le vent et les insectes et l'infection intervient uniquement par les plaies dans les fruits mûrs. Les fruits atteints deviennent mous assez rapidement et tombent, laissant couler leur contenu, ce qui distingue cette maladie de la pourriture grise. Sous des conditions humides, un mycélium duveteux et blanc se



Photo 59 : Infestation sévère de la moisissure blanche sur les fruits du framboisier.

forme sur la surface des fruits détériorés. La pourriture, qui s'est constituée après la récolte, entraîne l'affaissement des tissus et une perte rapide du jus, qui s'égoutte en dehors du conteneur. Un grossissement cotonneux et lâche du champignon peut survenir sur la surface du fruit (photo 59). Ce champignon ne croît pas à des températures au dessous de 5°C, aussi une bonne gestion de la température reste le moyen de contrôle le plus simple .

XVII.11 Virus de la mosaïque

Le virus de la mosaïque est l'une des maladies les plus communes du framboisier dans le monde entier. La mosaïque n'affecte pas les mûriers. Les symptômes de cette maladie varient selon le cultivar, la virulence du virus causant l'infection et la période de l'année. Une coloration jaunâtre et un gaufrage des feuilles, sont des symptômes courants (photo 60). En outre, on observe fréquemment un dessèchement du sommet des rameaux et des rejets, ainsi qu'un rabougrissement des tiges ou des grappes de rejets. Les symptômes sont plus apparents sur les nouvelles tiges quand le temps est frais, au printemps et à l'automne. Les plants infectés deviennent souvent plus rabougris chaque année. En plus des symptômes au niveau de la feuille, la récolte des fruits est également réduite et les fruits peuvent être secs, pleins de graines (souvent friables) et sans aucun goût.



Figure 60 : Les symptômes de la mosaïque du framboisier.

Le virus complexe de la mosaïque du framboisier est presque exclusivement disséminé par le puceron du framboisier (*Amophorophora agathonica*). Ce puceron est largement répandu et se nourrit des surfaces inférieures des feuilles près du sommet de la tige. Les pucerons sont infectés par le virus et peuvent le propager aux autres plants sains, à distance de 500 mètres. Le virus mosaïque peut également se propager par la propagation des plants infectés. Aussi l'importance d'établir une plantation avec un matériel qui provient d'une pépinière, et qui a subi un

indexage des virus, est une mesure qui n'est jamais assez soulignée, étant donné que la sélection du matériel de production et le choix du site sont les seules actions qu'un agriculteur peut prendre pour éviter l'introduction de la plupart des maladies virales. Il faut veiller à arracher les plants malades, racines incluses, et à se débarrasser de ces plants loin du site. Les plantations établies avec plus de 5% de plants infectés ne seront probablement pas rentables.

XVII.12 La frisolée des bords

La frisolée des bords, ou enroulement des bords, est une maladie virale moins fréquente que la mosaïque, mais bien plus nuisible. La récolte des framboisiers infectés peut chuter jusqu'à 70%. Ce virus n'affecte pas les mûres. Les plantes infectées présentent des feuilles de petites taille, de couleur vert foncé, chiffonnées et enroulées serrées vers le bas et vers l'intérieur. Quand les jeunes rejets apparaissent, ils ont une couleur jaune/vert pâle, mais deviennent très vite vert foncé, rigides et cassants et ne se ramifient pas généralement. Chaque année, le plant perd plus de vigueur et arrête progressivement de croître. Les ramifications secondaires fructifères sont plus courtes et, anormalement, plus érigés vers le haut. Les baies des plants infectés mûrissent prématurément et sont petites, sèches, pleines de graines et friables.

Le virus responsable de la maladie est propagé exclusivement par les petits pucerons du framboisier (*Aphis rubicola*).

XVII.13 La grenaille du framboisier

Les symptômes associés à ce virus sont, entre autres, des taches annulaires sur les feuilles . Les tiges sont parfois rabougries. Les plantes infectées peuvent continuer à se développer normalement, produisant des fruits de petite taille, mais qui tombent à la cueillette. Ce virus à une gamme d'hôtes assez large, qui inclut les mauvaises herbes tel que le dandelion. La maladie peut être également propagée par les nématodes du genre *xinephinema*.

SECTION XVIII RECOLTE



Photo 61 : Les fruits du framboisier doivent être parfaitement rouges (les 12 conteneurs du haut) avant la cueillette, afin de pouvoir les sortir proprement du réceptacle. Éviter la cueillette des fruits rouge clair. 12 conteneurs du bas).



Photo 62 : Les mûres ne doivent être cueillies que lorsque la mûre est entièrement noire.

L'indice de maturité le plus important dans les framboisiers est la couleur externe. Les fruits du framboisier doivent être cueillis lorsque le fruit est complètement rouge (photo 61). Néanmoins, la nuance du rouge variera selon les différents cultivars. Les framboises ne doivent pas être cueillies avant qu'elles ne deviennent tout à fait rouges. Les mûres doivent être tout à fait noires à la récolte (photo 62). La teneur en sucre n'augmente pas après la récolte et le goût des framboises / mûres immatures récoltées sera relativement acide. En outre, les framboises récoltées, alors qu'elles sont encore immatures, ne peuvent être manipulées sans causer quelques dommages aux drupéoles.

XVIII.1 Méthodes de récolte

Pour une bonne cueillette des framboises et des mûres, il faut serrer légèrement la base du fruit entre le pousse, l'index et le doigt du milieu, puis tirer doucement pour le détacher du réceptacle (photo 63). Les fruits du framboisier doivent être détachés du réceptacle avec soin, afin d'obtenir un fruit creux sans cœur. Les framboises, comme les mûres, sont des fruits très délicats et ne doivent absolument pas être trop serrés durant la récolte ou la manipulation. Toute blessure du fruit cause un écoulement des solutés et du sucre des drupéoles, et par conséquent le développement rapide de la pourriture en post récolte.



Photo 63 : La cueillette des framboises consiste à arracher le fruit de son réceptacle avec douceur.



Photo 64 : Framboises cueillies et mises directement dans des conteneurs à double coque en plastique destinés au marché d'écoulement.

Une fois cueillies, les framboises doivent être entreposées délicatement dans le conteneur, ou encore mieux, directement dans les barquettes destinées aux consommateurs (photo 64 et 65). Il est recommandé d'éviter les manipulations excessives des fruits après la récolte (photo 66), car les framboises sont très sensibles aux plaies et aux contusions. Idéalement, les fruits ne doivent plus être touchés après la cueillette. Les manipulations successives des fruits exigent une main d'œuvre importante et entraînent fatalement des blessures qui peuvent réduire la durée de vie en post récolte. Les ramasseurs doivent être

formés et bien encadrés, pour pouvoir sélectionner et emballer les fruits, au moment de la récolte, dans les conteneurs destinés au marché d'écoulement.



Photo 65 : Mûres cueillies et mises directement dans des conteneurs à double coque en plastique destinés au marché d'écoulement.



Photo 66 : Dégât important du fruit se produisant lors du transfert des baies récoltées d'un conteneur de cueillette à un conteneur du marché d'écoulement.

Les ramasseurs sont souvent munis de plateaux et de porteurs de clayette, contenant des feins en plastiques. Les plateaux, ou porteurs de clayette, doivent comporter des conteneurs ou feins de différents calibres pour classer les fruits. Aucun fruit endommagé ou malade ne doit rester dans le champ ou être jeté à terre, car il pourra servir de source pour les inoculum et la propagation



Photo 67 : Des feins en plastique clair contenant 125 g de fruits destinés au marché de l'Union Européenne.

constante de la maladie aux autres fruits sains. Une fois les feins remplis, ils doivent très rapidement être mis dans l'abri réservé à l'emballage dans le champ, où ils seront examinés une dernière fois avant d'être emballés pour le marché. L'abri fournit de l'ombre aux fruits cueillis, avant qu'ils ne soient transférés dans la chambre froide. Pour le refroidissement, les baies doivent être mises directement dans des plateaux en plastique peu profonds sans feins. Les ramasseurs doivent disposer de porteurs, qui les aident à porter les conteneurs de cueillette à une hauteur adéquate, tout en gardant les deux mains libres. Des porte plateaux amovibles peuvent être utilisés, sur lesquels on peut placer les plateaux. On estime que pour un hectare en pleine production, on a besoin de 20 ouvriers. Les

barquettes de 125g et 160 g sont les plus utilisés pour les productions destinées aux marchés de l'Union Européenne (photo 67). Néanmoins, d'autres types de matériel d'emballage peuvent également être utilisés pour des marchés spécifiques.



Photo 68 : Framboises destinées à la vente sur le marché local de Casablanca.

Les framboises destinées au marché local peuvent être emballées dans des feins plus larges (photo 68).

Les baies doivent être cueillies au moment le plus frais de la journée, généralement le matin. Il faut éviter de ramasser les fruits lorsque la température au niveau de la pulpe excède 27°C, car ils deviennent

sensibles à la contusion par pression. Par ailleurs, les fruits à haute température exigeront plus d'énergie et de capacité frigorifique pour les débarrasser de l'excès de chaleur. On ne doit pas procéder à la cueillette lorsque le fruit est mouillé. Ceci



Photo 69 : Des feins en carton utilisés pour l'emballage des mûres de qualité supérieure dans certains marchés de spécialités.

peut provoquer un développement de la moisissure. La fréquence de la récolte doit être quotidienne. Des ramasseurs expérimentés cueillent entre 4 et 5 kg par heure, alors que les moins expérimentés pourraient ne ramasser que 2,5 à 3 kg par heure. Les meilleurs arrivent à ramasser 6 kg de fruit par heure.

XVIII.2 Soins en post récolte

Les framboises et les mûres sont des fruits très périssables, avec une durée de vie de 4 à 7 jours. Le fruit doit être refroidi, aussi tôt que possible après la récolte, pour ramener la température au niveau de la pulpe à 0° ou 1° C. Le refroidissement à air forcé est la méthode la mieux indiquée pour débarrasser le fruit de sa chaleur (photo 70). La technique de refroidissement à air forcé la plus courante consiste à avoir de rangées parallèles de cartons, alignées en hauteur, sur les deux côtés du ventilateur, séparées par des espaces de plusieurs mètres (généralement le diamètre du ventilateur). Il ne doit pas y avoir d'espace entre les piles de cartons à l'intérieur de la rangée. Il faut ensuite placer un canevas, ou un siphon, sur les rangées parallèles des cartons, centré sur l'espace ouvert (tunnel) entre les piles de cartons (photo 71). La couche supérieure des cartons est partiellement couverte près du bord du tunnel.



Photo 70 : Diagramme du flux de l'air dans un système de refroidissement à air forcé.



Photo 71 :Un système de refroidissement à air forcé en fonction. Le ventilateur près du mur (caché) attire l'air froid à travers les ouvertures de ventilation dans les cartons des baies, refroidissant ainsi rapidement les fruits.

Si l'on retarde le refroidissement une heure après la récolte, ou si le refroidissement n'est pas approprié, les fruits risquent de se ramollir et perdre leur qualité. L'exposition des fruits à une température de 30°C pendant 4 heures leur fait perdre les deux tiers de leur valeur marchande. Il ne suffit pas de placer les framboises emballées dans une chambre froide, sans circulation d'air, et de les laisser se refroidir progressivement. Le processus de refroidissement prendrait trop de temps et les fruits au centre ne seraient pas assez refroidis. Le rythme de refroidissement des fruits est, en règle générale, 5 à 10 fois plus rapide si l'on utilise l'air forcé. On ne doit jamais recourir au refroidissement hydraulique, ni à la mise en glace, pour débarrasser les fruits de la chaleur de la récolte, car les baies mouillées sont encore plus sensibles à la pourriture. Une fois refroidi, le fruit doit être maintenu à des températures entre 0° C et 1° C pendant le stockage provisoire, le transport et la distribution en direction du marché d'écoulement. Toute rupture dans la chaîne de froid se traduira par une baisse sensible dans la durée de vie du fruit sur le marché. L'équipement de refroidissement par air forcé doit être conçu de telle sorte qu'il y ait un flux aisé des cartons entre la zone de refroidissement à air forcé et la zone de stockage provisoire réfrigérée. Il convient souvent de procéder au refroidissement à air forcé dans une partie séparée d'une grande chambre froide de stockage. Les baies ne doivent pas rester dans la chambre froide plus d'une journée, étant donné que leur durée de vie est très courte.

SECTION XIX PUISSANCE FRIGORIFIQUE

La puissance frigorifique doit être suffisante pour faire face aux besoins en volume de refroidissement, lors du pic de la récolte. La quantité de chaleur générée, et par conséquent devant être retirée, de chacune des sources ci-dessous, doit être soustraite pour obtenir la puissance frigorifique nécessaire.

XIX.1 Chaleur du fruit à la récolte

Il s'agit de la source principale de chaleur et dépend de la température interne du fruit au début du refroidissement. La quantité de la chaleur à la récolte (en kilocalories) devant être retirée est déterminée à l'aide de la formule suivante : poids des fruits (kg) X 0.88 X °C (différence de température entre la température interne du fruit à la récolte et la température du stockage escomptée). La valeur de 0.88 correspond à la chaleur spécifique de la framboise. La quantité de chaleur devant être retirée de 900 kg de framboises à une température interne du fruit à la récolte de 27°C, pour atteindre les 0°C de la température de stockage, sera de $900 \text{ kg} \times 0.88 \times 27^\circ\text{C} = 21.384 \text{ kcal}$. Refroidir le fruit en une heure exigera donc une charge frigorifique capable de retirer 21.384 kcal. Ceci constitue la source première de chaleur, mais il convient d'ajouter 25% à la capacité totale de refroidissement pour prendre en compte le retrait de chaleur des autres sources (voire données ci-après). Aussi, pour retirer la chaleur de récolte de 900 kg de fruits, il faut un minimum de 26.730 kcal de capacité frigorifique. Une capacité frigorifique additionnelle sera nécessaire, s'il y a plus de produit à refroidir ou si la chambre froide est utilisée également pour un stockage temporaire du produit, en plus du refroidissement. Il faut toujours veiller à installer un système de refroidissement suffisamment puissant, pour faire face au pic de besoins en refroidissement. Ce pic coïncide, en règle générale, avec le volume maximum des récoltes.

XIX.2 Chaleur de respiration

Après la récolte, les framboises demeurent en vie et produisent de façon naturelle de la chaleur due à leur respiration. La quantité de chaleur qu'elles produisent dépend de la température du fruit. A 0°C, 900 kg de framboises produiront environ 1.058 kcal par jour, alors qu'à 27°C, 900 kg, elles produiront 10.580 kcal.

XIX.3 Chaleur des palettes et des conteneurs

Les plateaux de culture et les palettes vides possèdent un vide d'air, qui est source de chaleur et nécessitent donc un refroidissement.

XIX.4 Perte de chaleur

L'ouverture des portes, une mauvaise isolation, ainsi que des fissures dans les murs ou dans le plafond, sont des sources potentielles de perte de chaleur qui permettent à l'air chaud de pénétrer dans la chambre froide. Ces sources exigent un supplément de capacité frigorifique pour préserver la température de la chambre froide.

XIX.5 Chaleur à usage général

Des matériaux tels le chariot élévateur à fourche, les lumières, les ventilateurs, etc., ainsi que les travailleurs qui rentrent dans la chambre froide de stockage, dégagent une chaleur qui devra être retirée. Au moins 5% de la surface des côtés des cartons doit être ouverte pour la ventilation, afin d'obtenir un refroidissement approprié. La vitesse du refroidissement est réglée, en adaptant le taux du volume de la circulation de l'air.

Un refroidissement rapide peut être obtenu grâce à une réfrigération appropriée et un large volume de flux d'air par unité de baie. Le ventilateur aspirant peut être une unité portable, qui oriente l'air chaud aspiré vers le retour d'air de la chambre froide. Il peut également être une unité installée en permanence, qui fait circuler l'air chaud sur les serpentins de refroidissement de l'unité d'évaporation, avant de le retourner dans la chambre froide. Il est absolument nécessaire de bloquer tous les espaces d'air dans le tunnel de refroidissement, afin d'éviter un court circuit de l'air de refroidissement. Il ne doit pas y avoir de vide entre les piles des plateaux de culture, ni d'ouverture non bloquée sous les palettes, si les plateaux sont pallétisés. Le temps de refroidissement peut être étendu jusqu'à 40%, lorsque les ouvertures par le fond restent non bloquées. On peut les facilement les oblitérer en plaçant 15 cm de bande ou de ruban en plastique autour de la base externe des palettes.

Les framboises doivent être refroidies à une température de la pulpe de 0°C à 1°C. Il est utile, à ce propos, d'avoir à proximité un thermomètre ayant une sonde, afin de vérifier la température interne du fruit. On doit enfoncer la sonde du thermomètre dans plusieurs baies sélectionnées aléatoirement, dans différents conteneurs, pour déterminer quand il faut arrêter le refroidissement à air forcé.

SECTION XX VENTILATEURS

En règle générale, l'air est aspiré à travers les cartons à l'aide d'un ventilateur centrifuge ou axial, qui produit une différence dans la pression de l'air entre les côtés opposés des plateaux de baies. Les ventilateurs et le système de refroidissement doivent pouvoir refroidir l'ensemble en une heure ou moins. Les ventilateurs devront être choisis sur la base du flux d'air (ex : mètres cubiques par heure [cmh]) et la pression statique (ex : cm d'eau). La pression statique correspond ici à la résistance du mouvement de l'air présentée par les cartons. Il faut donc utiliser un ventilateur qui dégage au moins 3.4 cmh par kg de baies contre 1.25 cm de pression d'eau. Pour calculer le total de cmh nécessaire, il faut utiliser le poids maximum des baies à refroidir, à n'importe quel moment. La pression statique peut varier de façon significative le long du tunnel de refroidissement, avec la pression la plus élevée près du ventilateur. Les cartons qui sont éloignés du ventilateur prennent généralement le plus de temps pour se refroidir. Le taux de circulation d'air dans les cartons des framboises peut être mesuré à l'aide d'un anémomètre.

SECTION XXI HUMIDITÉ

L'humidité et la température doivent être contrôlées pendant le processus de refroidissement et le stockage. Si l'air dans le magasin de stockage est trop sec, l'eau va s'évaporer des baies et ces dernières perdront leur lustre et deviendront molles et ratatinées. La perte d'eau, à travers la surface cireuse et mince des drupéoles des fruits, entraînera une baisse de poids rapide après la récolte ,et éventuellement, une perte en qualité. Les acheteurs préfèrent des drupéoles à apparence turgescence.

On doit constamment maintenir les framboises et les mûres au dessous de 90 à 95% d'humidité relative. L'air ambiant est, en règle générale, plus sec que cela ; aussi faudra-t-il ajouter de l'humidité à l'aide d'un système humidificateur. Il existe différents systèmes sur le marché qui peuvent corriger le problème lié à une basse humidité. Un moyen simple pour augmenter l'humidité dans le magasin de stockage consiste à arroser le sol de temps à autre. Cette méthode n'est cependant pas compatible avec les pratiques d'hygiène et ne sera peut être pas très efficace. Des unités d'aérosol de pulvérisation en brouillard sont disponibles et peuvent s'avérer efficaces pour le contrôle de l'humidité.

SECTION XXII CONCLUSION

Le framboisier et le mûrier sont d'excellentes cultures d'avenir pour le Maroc, étant donné la demande sans cesse croissante des marchés européens pour les framboises et les mûres. Le respect des normes et standards européens en terme de qualité demande une bonne connaissance des exigences de ces cultures et une gestion agronomique rigoureuse. Ces fruits sont périssables et nécessitent une bonne gestion de la température et de l'humidité en post récolte. Il est impératif que la chaîne de froid ne soit pas interrompue, depuis la récolte jusqu'au consommateur, si on veut garantir la qualité des fruits à la livraison.