



**aGRICULTURES
& TERRITOIRES**

CHAMBRE D'AGRICULTURE
PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

REFERENTIEL TECHNIQUE

POUR LA CULTURE DE L'AMANDIER EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR



2016 - 2017

Région



Provence-Alpes-Côte d'Azur

REFERENTIEL TECHNIQUE DE LA CULTURE DE L'AMANDIER EN PROVENCE-ALPES-CÔTES D'AZUR

TABLE DES MATIERES

Pourquoi ce référentiel ?.....	4
1. Les conditions favorables à la culture de l'amandier.....	5
2. Le choix du matériel végétal.....	10
3. La plantation.....	19
4. La formation et la taille.....	23
5. La conduite du verger.....	27
6. La pollinisation.....	38
7. La conduite du verger en agriculture biologique.....	39
8. La récolte.....	42
GLOSSAIRE.....	46
LES STADES PHENOLOGIQUES DE L'AMANDIER.....	47
Grille d'intervention phytosanitaire en amandier pfi.....	48
BIBLIOGRAPHIE.....	49
Equipe de rédaction.....	50

POURQUOI CE REFERENTIEL ?

Au début de l'année 2015, la Chambre régionale PACA a été sollicitée par des entreprises régionales pour animer un travail de réflexion sur la faisabilité d'une relance de la production d'amandier en Provence. Selon leur analyse commune, la demande mondiale créait un contexte favorable permettant de développer l'amande française et de retrouver des débouchés rentables.

A partir de ce petit groupe de réflexion, des nombreux acteurs ont rejoint l'équipe projet : producteurs, acteurs de la recherche-expérimentation et du développement, collectivités territoriales... Les réunions de travail, les visites de vergers, pépinières, casseries, et les voyages d'étude en Espagne ont permis d'élaborer un diagnostic partagé de la filière amande provençale, conventionnelle et bio.

Après une période de fort déclin du verger évalué à 270 ha en 2015, les opportunités de développement de la production ont conduit les partenaires à structurer un projet de relance dont les objectifs sont de planter 1000 ha d'amandier en PACA en 5 ans et d'augmenter les rendements par une amélioration des techniques de production.

Cependant, le développement de la production nécessitait de reconstituer un socle de connaissances et de références afin d'accompagner les projets de plantation et la conduite des vergers.

Mobilisée dès l'origine dans l'animation du projet, la Chambre régionale a sollicité une aide auprès du Conseil régional PACA pour la conduite de différentes actions techniques parmi lesquelles l'actualisation du référentiel technique.

Le document qui vous est proposé a été rédigé par des techniciens spécialisés, des chercheurs et des expérimentateurs, à partir de leurs connaissances, leur expérience, les échanges avec les producteurs et en s'appuyant sur des données bibliographiques.

Le référentiel pour la culture de l'amandier en Provence – Alpes – Côte d'Azur n'a pas l'ambition d'être exhaustif mais d'apporter certaines réponses aux principales questions que les amandiculteurs présents ou futurs peuvent se poser dans la perspective de mettre en place ou développer cette production.

En vous souhaitant une bonne lecture.

Claude Rossignol

Président de la Chambre régionale d'agriculture
Provence - Alpes - Côte d'Azur

André Pinatel

Président du Syndicat
des producteurs d'amande de Provence

1. LES CONDITIONS FAVORABLES À LA CULTURE DE L'AMANDIER

1.1. LES CONDITIONS CLIMATIQUES

SENSIBILITE AU GEL

Durant la période de repos végétatif, l'amandier peut résister à des températures très basses, jusqu'à -15 à -20°C.

En période végétative, l'amandier est **très sensible au gel**. Ce paramètre est le principal facteur limitant de la production d'amande.

On admet que les risques de gel sont à craindre à partir de :

- **-3,3°C au stade bourgeon,**
- **-2 à -3°C à la fleur,**
- **-1.1°C au stade jeune fruit.**

Les dégâts occasionnés sont fonction de la durée du gel, de la position des bourgeons, fleurs ou fruits sur l'arbre (les organes situés au sommet ayant moins de risque d'être atteints par le gel), de l'état physiologique de l'arbre...

SENSIBILITE AUX EXCES D'EAU

L'amandier est également **très sensible à l'asphyxie racinaire**.

L'analyse du profil du sol et le choix du porte greffe, voire la mise en place de fossés et drains, sont donc des dispositions nécessaires à prendre lors de l'implantation d'un verger.

Dans certains sols, s'il y a une accumulation d'eau importante (sols très argileux ou présence de nappe perchée), les aménagements ne suffiront pas. Dans ce cas, il paraît plus raisonnable de ne pas planter d'amandiers.

BESOINS EN FROID

L'amandier a besoin de froid pour débourrer et fleurir au printemps. Les besoins sont estimés entre 100 et 400 heures (Grasselly et Duval, 1997) en dessous de 7°C. Ces besoins en froid sont **inférieurs à ceux d'autres espèces fruitières cultivées en PACA et plus facilement satisfaits en cas d'hiver doux**.

BESOINS EN LUMIERE

L'amandier a des besoins en **lumière importants**. Les parties trop à l'ombre s'étiolent et se dessèchent. La malformation des fleurs et un faible taux de fructification sont la conséquence d'un manque de lumière.

Ce besoin de lumière est à prendre en compte dans :

- le choix de la parcelle (exposition),
- le mode de conduite et les distances de plantation
- les techniques de taille.

1.2. LE CHOIX DE LA PARCELLE

CLIMAT DE LA PARCELLE

L'amandier à une **floraison précoce** et une **grande sensibilité au gel**. Les **zones gélives au printemps sont donc à proscrire**, par exemple, les parcelles en bas-fond, peu aérées ou orientées au nord pour les secteurs en coteaux...

L'amandier étant **sensible aux maladies cryptogamiques**, il faut éviter les **zones où le degré hygrométrique de l'air est élevé**.

TOPOGRAPHIE

L'amandier est **sensible aux excès d'eau**. Il faut donc étudier attentivement **les parcelles en pied de colline**. Les risques d'accumulation d'eau suite à des précipitations successives peuvent entraîner des asphyxies radiculaires. Il en va de même pour **les parcelles situées près d'un cours d'eau** où les risques de formations de nappes sont importants.

La culture d'amandier fût traditionnellement pratiquée en zone de colline ou de piémont, avec des parcelles parfois pentues, mais aujourd'hui, dans un souci de rentabilité, les **parcelles non accidentées** sont recommandées car elles sont adaptées à la récolte mécanique.

LE SOL

PROPRIETES TEXTURALES ET PHYSIQUES DU SOL

L'amandier préfère les **sols légers et filtrants** qui favorisent le développement de son système racinaire.

Ces sols sont généralement à **texture sableuse**. Ils présentent une bonne porosité à l'air et à l'eau et permettent un développement racinaire important. Cependant, ils peuvent se révéler pauvres en matière organique. Il faudra donc veiller à les enrichir régulièrement pour améliorer leur disponibilité en éléments nutritifs et stabiliser leur structure.

Les sols à **texture limoneuse** peuvent également convenir à la culture d'amandier. Le principal point de vigilance concerne leur porosité. En effet, ces sols ont tendance à être tassés voir compactés. Il y a donc de forts risques d'asphyxie racinaire. Dans ce cas également, on apportera de la matière organique pour améliorer les propriétés structurales.

Outre les **sols battant de texture limoneuse**, il faut éviter les sols à **forte dominance argileuse** car bien qu'ils soient chimiquement bien pourvus, ils possèdent de piètres propriétés physiques. Ils ont tendance à être imperméables et mal aérés, faisant obstacle à la pénétration des racines. Une bonne structure favorisée par l'humification corrige en partie ces propriétés défavorables.

Au vu des indications précédentes, il est conseillé de **réaliser un profil cultural** pour déterminer le potentiel du sol, son adaptation à la culture de l'amandier, et orienter le choix du porte-greffe.

L'analyse du sol est utile pour connaître la nature du sol, choisir le porte-greffe et ajuster les différents paramètres de la fertilité.

L'amandier préfère **les sols profonds**. Certains **sols superficiels** (30-40 cm) pourront convenir mais, du fait de leur faibles réserves hydriques, ils nécessiteront une irrigation en conséquence et/ou un travail de fissuration des horizons compactés.

PROPRIETES CHIMIQUES DU SOL : CALCAIRE ACTIF ET PH

L'amandier est tolérant au calcaire actif et peu sensible à la chlorose ferrique.

La croissance naturelle de l'amandier sera **optimale** dans les sols alcalins ou à **pH neutre** (valeur de pH 8 à 7, qui sont les plus fréquentes en Provence).

En sol légèrement acide (PH autour de 6,5), il est préférable de prévoir des amendements calciques avant plantation et tous les 2 ou 3 ans par la suite.

En sol acide (pH inférieur à 5,5), l'implantation d'un verger doit être envisagée avec prudence.

OUTILS D'AIDE AUX CHOIX DE LA PARCELLE

Dans le cadre du projet de développement de la culture de l'amandier en Provence, le CIRAME a réalisé, à l'initiative de la Chambre Régionale d'Agriculture et avec le concours de la Région Provence Alpes Côte d'Azur et de la CCVBA, un **outil d'aide à la décision d'implantation**. Cet outil permet de croiser plusieurs couches d'information (climat, relief, scan, photo satellite, parcellaire...) permettant d'identifier, avec l'aide d'un conseiller agricole, les parcelles les plus aptes à la culture de l'amandier.

Pour plus d'informations, voir le site du Cirame : <http://www.agrometeo.fr/partenaires/paca/>



1.3. LES AMENAGEMENTS A PREVOIR

ACCES A L'EAU D'IRRIGATION

La rentabilité économique de la culture d'amandier n'est pas envisageable sans irrigation.

La parcelle concernée doit donc disposer d'un **accès à l'eau** (borne, forage, canal...) et des aménagements nécessaires pour **optimiser l'irrigation dès la plantation** (Voir chapitre 5.3 *L'Irrigation*, p 30).

LUTTE ANTI-GEL

Le premier moyen de lutte contre le gel est **la prévention**.

Le **choix de parcelles peu gélives** et de **variétés performantes à floraison tardive** (voir Chapitre 2.1 *Les variétés*, p. 10) permet de limiter les risques de dégâts de gel de printemps.

Néanmoins, la culture est toujours concernée par ce risque. Des températures inférieures à -1.5°C sont possibles jusqu'en avril en région méditerranéenne.

Les techniques de protection contre le gel de printemps existent mais elles sont difficiles à mettre en place sur des arbres de gros volumes.

Parmi les solutions proposées, **la protection par chauffage** utilise des bougies de paraffine à raison de 300 à 600 bougies par ha. Dans la pratique, ce système demande une très grande disponibilité (pour allumer toutes les bougies dans un laps de temps réduit) et représente un coût important (5 à 6 € par bougie).

L'aspersion sur frondaison, utilisée sur d'autres espèces fruitières, est risquée en amandier, car elle augmente fortement les risques de maladies cryptogamiques et d'asphyxie racinaire en sols non enherbés. Par ailleurs, cette technique est fortement consommatrice d'eau car, pour protéger les arbres, l'aspersion doit être maintenue tant que la température reste gélive. Dans les secteurs où l'aménagement hydraulique est collectif, cette pratique nécessite une organisation préalable pour assurer aux arboriculteurs de disposer du débit nécessaire.

Les tours à vent assurent une protection par mélange de l'air froid au niveau du sol et de l'air plus chaud situé au-dessus. Le gain est de 0.5 à 2°C en moyenne. C'est un investissement très conséquent (35 000€ pour une protection de 7 ha par exemple) mais qui peut être intéressant si les surfaces d'amandiers à protéger sont importantes.

L'apport d'air chaud par passage régulier d'une **soufflerie (Frost buster)** dans le verger est efficace si certaines règles sont respectées (passage régulier au même endroit, intervention à partir de 0.5°C, vitesse limitée à 8 km/h...). Ce système tracté peut protéger 4 à 5 hectares d'un même bloc et coûte entre 25 000 et 35 000 €.

LES HAIES

Dans les secteurs sensibles, **les vents forts** entraînent de la casse, de mauvaises conditions de pollinisation et la réduction de l'activité photosynthétique en saison (moins de croissance et de rendement).

Les haies limitent l'impact des vents violents, servent d'abri aux auxiliaires (insectes, oiseaux) et aux abeilles solitaires (pollinisation), et réduisent l'impact des dérives de traitements vers les parcelles voisines et les cours d'eau (réglementation ZNT).

Les **haies traditionnelles de cyprès** permettent de limiter les dégâts mais leur **imperméabilité au vent** crée un « effet de mur » provoquant des tourbillons. De plus, les cyprès bloquent l'aération durant les périodes de sensibilité au gel de printemps et le favorisent indirectement.

Pour d'autres espèces fruitières, des expérimentations de haies composites ont été réalisées. Il conviendra de les tester en verger d'amandier.

Lorsqu'on plante une haie, il faut **contrôler les adventices** qui peuvent concurrencer son développement et pratiquer un **arrosage régulier**.



Les conditions favorables

CONDITIONS CLIMATIQUES

- Le gel est le principal facteur limitant la production d'amande.
- L'amandier est également très sensible à l'asphyxie racinaire.
- Ses besoins en froid sont inférieurs à ceux d'autres espèces fruitières cultivées en PACA et plus facilement satisfaits en cas d'hiver doux.
- L'amandier a des besoins en lumière importants.

CHOIX DE LA PARCELLE

- Il faut proscrire les zones gélives et celles où le degré hygrométrique de l'air est élevé.
- Les parcelles en pied de colline ou situées près d'un cours d'eau doivent être évitées.
- Les sols alcalins ou à pH neutre sont optimaux pour la croissance de l'amandier.
- Un outil d'aide aux choix de la parcelle est disponible en PACA sur le site du Cirame : <http://www.agrométéo.fr/partenaires/paca/>

AMENAGEMENTS À PREVOIR

- Accès à l'eau d'irrigation.
- Mise en place de haies.
- Dispositifs de lutte contre le gel.

2. LE CHOIX DU MATERIEL VEGETAL

2.1. LES VARIETES

CRITERES À PRENDRE EN CONSIDERATION POUR LE CHOIX D'UNE VARIETE

L'AUTOCOMPATIBILITE DU POLLEN

L'espèce amandier est dite « **auto-incompatible** ». Cela signifie qu'une fleur ne peut pas être fécondée par son propre pollen. Ce caractère limite la production des vergers **monovariétaux**. Il faut donc assurer une fécondation « croisée » et, pour cela, planter plusieurs variétés (au moins deux) dans une même parcelle.

Certaines variétés récentes sont **autocompatibles**, c'est-à-dire qu'elles n'ont pas besoin du pollen d'une autre variété pour se féconder et on peut donc les planter en verger monovariétal.

Dans tous les cas, l'apport des ruches est nécessaire pour optimiser la pollinisation (*Voir Chapitre 6, La pollinisation, p. 38*).

LA PERIODE DE FLORAISON

Compte tenu de la sensibilité au gel de l'amandier, on choisira des variétés dont la floraison est tardive pour limiter le risque.

Les variétés actuellement plantées ont des floraisons tardives dont la date varie selon le lieu et l'année.

Les dates de floraison de la variété principale et de son pollinisateur doivent concorder

Comme vu précédemment, les variétés autoincompatibles ont besoin de l'apport de pollen d'une autre variété, d'où l'importance d'une bonne concordance de floraison entre la variété principale et son pollinisateur pour ces variétés.

L'ordre de floraison est important car les premières fleurs ont souvent un taux de nouaison supérieur aux dernières fleurs. Dans la mesure du possible, on choisira d'encadrer la variété principale avec son(es) pollinisateur(s).

LA PRODUCTIVITE

Le **potentiel de rendement** de la variété est important. C'est une caractéristique de la variété dont l'expression varie selon l'année, le lieu, les conditions de pollinisation, les techniques culturales...

Un autre paramètre à prendre en considération est l'**alternance**. Certaines variétés alternent plus que d'autres. Cette alternance est souvent liée au type de fructification de la variété. En effet, une variété qui produit à la fois sur un rameau long et sur bouquets de mai aura tendance à moins alterner qu'une variété qui ne produit que sur bouquets de mai.

Dans nos conditions, il est raisonnable de miser sur un rendement moyen de **1 tonne d'amandon/ha** pour un verger adulte conduit dans de bonnes conditions.

L'abondance de pollen est un autre paramètre pouvant influencer la productivité.

RESISTANCE AUX MALADIES ET AUX INSECTES

Trois maladies importantes nécessitent un recours à des traitements préventifs : **le chancre à fusicoccum, la moniliose sur fleur et la tavelure**. Les variétés présentent plus ou moins de résistance à ces maladies.

La sensibilité à *Eurytoma amygdali*, plus communément appelé la **guêpe de l'amande**, est à prendre en considération dans le choix de la variété, surtout pour les vergers en agriculture biologique, étant donné qu'aucun produit n'est, à ce jour, autorisé pour son contrôle. Il semblerait qu'une dureté de coque importante soit un caractère variétal susceptible de minimiser les attaques de ce ravageur mais cela reste à confirmer.

LE REGROUPEMENT DE LA MATURITE

Il est important que les amandes **tombent facilement de l'arbre** au moment du secouage. Généralement, les **variétés à coque dure** ont une **maturité assez homogène**, ce qui évite la multiplication du nombre de passages pour leur récolte. Elles se secouent et s'écalent facilement.

QUALITE DE L'AMANDON

La taille, la forme et la couleur de l'amandon, ses propriétés gustatives..., ainsi que le pourcentage d'amandons doubles, sont des caractéristiques variétales à prendre en compte en fonction des débouchés commerciaux envisagés.

FICHES VARIETALES

Les fiches variétales suivantes présentent les variétés de référence pour le verger français, Ferragnès, Lauranne, Mandaline, Ferraduel et Ferrastar, les nouvelles variétés issues de la recherche espagnole, Soleta et Vairo, et des variétés plus anciennes qui peuvent être intéressantes pour des circuits de proximité, Aï et Pointue d'Aureille.

Ferragnès

Origine

France- INRA, Cristomorto x Aï

Caractéristiques de l'arbre

Vigueur : très forte

Port : plutôt érigé, légèrement ouvert, moyennement ramifié

Localisation de la fructification : principalement sur bouquet de mai, peu sur brindilles

Date de floraison : mi-tardive, pleine floraison à Nîmes autour du 5 mars

Date de récolte : début septembre à Nîmes

Caractéristiques du fruit

Dureté de la coque : demi-tendre

Amandons doubles % : 0 %

Description de l'amandon : allongé, assez épais, très légèrement rugueux, couleur brune

Poids moyen : 1,4 à 1,7 g

Utilisation : toutes utilisations, bonne aptitude à l'effilage, reconnue par les transformateurs pour la qualité de son amandon

Rendement au cassage : 35 à 40 %



Caractères agronomiques

Pollinisateurs : Ferraduel, Lauranne, Aï et Ferrastar

Rapidité de mise à fruits : moyenne, la première récolte conséquente se fait à partir de la 5^{ème} feuille

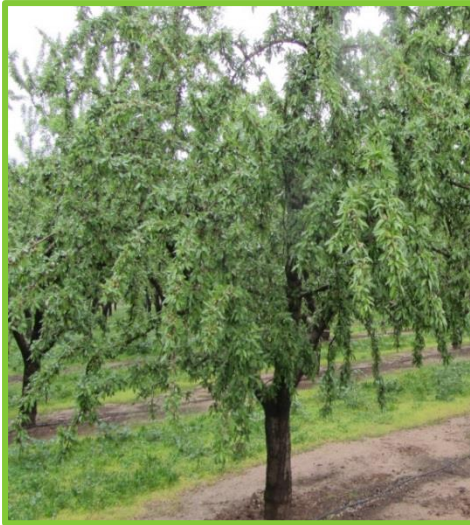
Potentiel de productivité : variété très productive en bonnes conditions de culture (irrigation) et de bonne pollinisation,

Alternance : faible en condition irriguée

Sensibilité aux maladies : assez résistante au monilia sur rameau. Très sensible au fusicoccum, elle nécessite des traitements fongicides à la chute des fleurs et des feuilles. Résistante à la Tavelure et au Polystigma.

Facilité de conduite : vigueur difficile à contrôler.

Lauranne® Avijor



Origine

France- INRA, Ferragnès x Tuono

Caractéristiques de l'arbre

Vigueur : forte les premières années puis moyenne

Port : ouvert et retombant

Localisation de la fructification : principalement sur bouquet de mai

Date de floraison : tardive, trois jours après Ferragnès

Date de récolte : précoce, vers le 1^{er} septembre à Nîmes (avant Ferragnès).

Caractéristiques du fruit

Dureté de la coque : demi-dure

Amandons doubles % : 5 à 20 %

Description de l'amandon : petit, couleur brun clair

Poids moyen : 0,9 à 1,2g

Utilisations : toutes

Rendement au cassage : 32 à 38 %

Caractères agronomiques

Pollinisateur : variété autofertile

Rapidité de mise à fruits : très rapide

Potentiel de productivité : bon

Alternance : un peu marquée mais produit chaque année

Sensibilité aux maladies : moyennement sensible au fusicoccum, peu sensible au polystigma et au monilia

Facilité de conduite : relativement facile à former.

Mandaline

Origine

France- INRA, Ferralisse x Tuono

Caractéristiques de l'arbre

Vigueur : moyenne (privilégier des bonnes conditions de croissance)

Port : plutôt érigé mais les branches basculent sous le poids des fruits

Date de floraison : tardive, début mars

Caractéristiques du fruit

Dureté de la coque : faible épaisseur

Amandons doubles % : faible (à préciser)

Description de l'amandon : épais et de petit calibre

Poids moyen : 0,8 à 1,1 g

Rendement au cassage : 25 à 35 %

Caractères agronomiques

Pollinisateur : variété autofertile

Rapidité de mise à fruits : à partir de la 3^{ème} feuille

Potentiel de productivité : variété très productive.

Alternance : faible en condition irriguée

Sensibilité aux maladies : sensibilité à Eurytoma importante



Ferraduel

Origine

France - INRA, Crisomoto x Aï

Caractéristiques de l'arbre

Vigueur : moyenne à forte

Port : dressé, plus ramifié que Ferragnès

Localisation de la fructification : principalement sur bouquet de mai et un peu sur brindilles

Date de floraison : tardive, quelques jours après Ferragnès

Date de récolte : début septembre, après Ferragnès

Caractéristiques du fruit

Dureté de la coque : dure

Amandon double % : 0 %

Description de l'amandon : amandon large, plat, brun foncé, à téguments assez fins

Poids moyen : 1,3 à 1,4 g

Rendement au cassage : 25 à 28 %

Utilisation : toutes utilisations

Caractères agronomiques

Pollinisateur : Ferragnès, Ferrastar, Aï

Rapidité de mise à fruits : plus rapide que Ferragnès

Potentiel de productivité : fort, inférieur à Ferragnès

Alternance : tendance assez marquée à l'alternance

Sensibilité aux maladies : moyennement sensible au fusicoccum, sensible à la tavelure

Facilité de conduite : assez facile



Ferrastar

Origine :

France - INRA, Cristomorto x Ardéchoise

Caractéristique de l'arbre :

Vigueur : très forte

Port : dressé, assez peu ramifié

Localisation de la fructification : sur bouquet de mai et sur brindilles

Date de floraison : 1 à 3 jours avant Ferragnès

Date de récolte : même époque que Ferragnès

Caractéristique du fruit :

Dureté de la coque : dure

Amandons doubles % : 0 %

Description de l'amandon : légèrement cordiforme, plat, rugueux, souvent plissé, goût musqué

Utilisation : praliné, pâte (goût musqué)

Rendement au cassage : 30 %

Poids moyen : 1,4 g

Caractères agronomiques

Pollinisateurs : Ferragnès, Ferraduel

Rapidité de mise à fruits : lente

Potentiel de productivité : très fort mais alternant

Alternance : marquée après des années de très forte production

Sensibilité aux maladies : très résistante au fusicoccum et à la tavelure mais moyennement sensible au monilia

Facilité de conduite : facile à former.

Soleta



Origine :

Espagne- CITA, Blanquerna x Belle d'Aurons

Caractéristiques de l'arbre

Vigueur : Moyenne (entre Lauranne et Ferragnès)

Port : semi-ouvert

Date de floraison : tardive, 5 jours avant Ferragnès (X. Miarnau, 2015)

Date de récolte : tardive, quelques jours après Ferragnès

Caractéristiques du fruit

Dureté de la coque : dure

Amandons doubles % : très peu

Description de l'amandon : elliptique

Rendement au cassage : 25 à 35 %

Poids moyen : 1,4 g

Caractères agronomiques

Pollinisateurs : autofertile

Rapidité de mise à fruits : rapide

Potentiel de productivité : productive en Catalogne

Alternance : faible en condition irriguée

Sensibilité aux maladies : très peu sensible au fusicoccum (X. Miarnau, 2015)

Vairo



Origine

Espagne - IRTA, 4-665 x Lauranne

Caractéristiques de l'arbre

Vigueur : très forte en Catalogne

Port : semi-ouvert

Localisation de la fructification : principalement sur bouquet de mai

Date de floraison : même période que Ferragnès

Date de récolte : deuxième décade d'août en Catalogne- 15 jours avant Ferragnès.

Caractéristiques du fruit :

Dureté de la coque : coque dure

Amandons doubles % : très peu

Description de l'amandon : cordiforme

Rendement au cassage : 29 %

Poids moyen : 1,2 g

Caractères agronomiques

Pollinisateurs : autofertile

Rapidité de mise à fruits : rapide

Potentiel de productivité : variété très productive.

Alternance : limitée

Sensibilité aux maladies : tolérante au fusicoccum, peu sensible au monilia (X. Miarnau, 2015) et très tolérante au polystigma

Aï

Origine :

France – Région d'Aix en Provence

Caractéristique de l'arbre

Vigueur : moyenne

Port : très ramifié et retombant. Formation de l'arbre difficile

Localisation de la fructification : sur jeune rameau

Date de floraison : tardive, besoin en chaleur élevé

Date de récolte : vers le 10 septembre à Nîmes

Caractéristique du fruit

Dureté de la coque : demi-tendre

Amandons doubles % : 0 %

Description de l'amandon : large et épais, téguments rugueux avec parfois des sillons

Utilisation : toutes utilisations, riche en huile, son amandon très sucré est recherché par certains confiseurs.

Rendement au cassage : 40 à 45 %

Poids moyen : 1,3 à 1,5 g

Caractères agronomiques

Pollinisateurs : Ferragnès, Ferraduel

Rapidité de mise à fruits : assez rapide

Potentiel de productivité : moyen

Alternance : assez faible

Sensibilité aux maladies : très sensible à la tavelure sur rameaux, surtout après les pluies d'été ou d'automne. Résistant au monilia.

Facilité de conduite : difficile à former les premières années. Taille de renouvellement conseillée.

Variété à coque tendre un peu dépassée au niveau de la productivité et qui nécessite beaucoup de taille. Elle peut être utilisée comme pollinisateur.

Pointue d'Aureille

Origine :

France - Aureille

Caractéristiques de l'arbre

Vigueur : vigoureux

Date de floraison : tardive, même époque que Ferragnès ou Lauranne.

Date de récolte : 10 septembre

Caractéristiques du fruit

Dureté de la coque : tendre

Description de l'amandon : épais, à la base, chair blanche savoureuse, tégument épais

Rendement au cassage : 30 à 35 %

Caractères agronomiques

Rapidité de mise à fruits : mise en fruit en 3^{ème} feuille.

Potentiel de productivité : bon potentiel de production

Alternance : peu d'alternance

Sensibilité aux maladies : résistante au monilia, sensibilité moyenne au fusicoccum et marquée à la tavelure.

2.2. LES PORTE GREFFES

L'HYBRIDE PECHER X AMANDIER GF677

C'est le porte-greffe **le plus utilisé** dans les vergers d'amandiers. Il induit une **vigueur** et une **productivité élevées** et se montre parfaitement compatible au greffage avec toutes les variétés. Il est résistant aux sols calcaires, tolérant à la sécheresse et bien adapté aux terrains filtrants. Toutefois, il est **sensible à l'asphyxie racinaire**, au **pourridié** et aux **nématodes**.

AUTRES PORTE-GREFFES

CADAMAN® (HYBRIDE PECHER X DAVIDIANA)

Ce porte greffe est aussi **vigoureux** que le pêcher-amandier GF 677 mais **résistant aux nématodes**. Il se comporte bien dans les sols où le pêcher est cultivé et aurait une mise à fruits légèrement plus rapide que GF 677 avec un possible avantage en cas d'asphyxie passagère.

PORTE GREFFE DE TYPE PRUNIER

Pour une meilleure **résistance à l'asphyxie racinaire**, il vaut mieux utiliser des porte-greffes hybrides prunier mais ils induisent généralement une **vigueur plus faible**. Il existe des vergers d'amandiers plantés avec le porte-greffe Myran® (hybride prunier x pêcher), principalement quand il y a un risque de pourridié. Myran® est tolérant à l'asphyxie racinaire et au pourridié mais sensible à la chlorose en cas de taux de calcaire actif élevé. Il induit une vigueur plus faible et doit être planté à densité plus élevée.

Deux porte-greffes de type prunier compatibles avec l'amandier, Ishtara® et Julior® ont été inscrits par l'INRA dans les années 1980, mais ils ont été très peu utilisés.

PORTE GREFFE DE TYPE PECHER

Le semis de pêcher Montclar est rarement utilisé mais il a un bon comportement dans les sols à pêchers et en vergers conduits en fertirrigation.

NOUVEAUX PORTE-GREFFES

Il existe maintenant de nouveaux porte-greffes qui commencent à être introduits en France mais sur lesquels on manque de recul pour les conseiller.

Garnem® (hybride pêcher x amandier) n'apporte aucun avantage par rapport au GF 677, excepté la résistance aux nématodes à galles. Il est intéressant pour les pépiniéristes car son feuillage rouge facilite l'ébourgeonnage.

Rootpac® R (hybride prunier myrobolan x amandier) et Krimsk® 86 (hybride prunier x pêcher), seraient intéressants pour les terrains un peu asphyxiants mais ils induisent une vigueur plus faible que GF 677.

Rootpac® 20 (hybride Besseyi x prunier) et Rootpac® 40 sont des porte-greffes nanisant, utilisés pour les vergers à haute densité (1666 à 2500 arbres/ha).

Rootpac® 20 a des besoins en froid élevés et risque d'avoir des problèmes dans des régions à hiver doux.

Myrotop® est un porte-greffe de l'abricotier compatible au greffage seulement avec la variété Lauranne®. Deux vergers plantés en 1986 et en 2000 ont montré qu'il a un bon comportement en conditions asphyxiantes.

TABLEAU DE SYNTHÈSE DES CARACTÉRISTIQUES DES PORTES GREFFES

NOM	VIGUEUR	TOLÉRANCE				TYPE D'HYBRIDES
		Asphyxie	chlorose	Nématodes ⁽²⁾	Pourridié	
Porte-greffes majeurs						
GF677	++++	++	++++	-	-	pêcher x amandier
Cadaman® Avimag cov	++++	++	+++	+++	+	pêcher x davidiana
Myran® Yumir cov	++	+++	+	?	+++	belsiana x pêcher
Porte-greffes Récents						
Garnem®	++++	++	++++	+++	-	pêcher x amandier
Krymsk® 86	++	+++	++	-	-	pêcher x myrobolan
Rootpac® R	+++	+++	+++	++++	++	myrobolan x amandier
Rootpac®20	+	+++	+++	++	?	besseyi x myrobolan
Rootpac®40	++	++	++	++	?	(pêcher x amandier) ²
Myrotop® ⁽¹⁾	+++	+++	+++	++++	+++	myrobolan x amandier
Autres porte-greffes						
Ishtara®Ferciana	++	+++	+++	?	?	pêcher x myrobolan
Julior®	++	+++	++	?	+++	prunier domestique
Amandier franc	+++	+	++++	-	-	semis amandier
Montclar®	+++	++	++	-	-	semis pêcher

(1) Compatible avec Lauranne®

(2) Nématodes à galles



Le choix du matériel végétal

- Les caractères variétaux, **périodes de floraison** et **maturité, productivité, sensibilité aux maladies et aux insectes, facilité de récolte, qualité de l'amandon** et **aptitudes à la commercialisation** sont à prendre en compte dans le choix de la variété.
- De même, les caractères de **vigueur, tolérance aux maladies telluriques**, à la **sécheresse** ou au **calcaire actif** sont à prendre en compte dans le choix du porte-greffe.

3. LA PLANTATION

3.1. PERIODE DE PLANTATION

La **plantation** de l'amandier doit se dérouler **après son entrée en repos végétatif** (entre fin octobre et mi-novembre) et **avant le redémarrage de la végétation** (fin février-début mars), **en évitant les périodes de gel**.

Dans les régions où les vents forts de nord-ouest peuvent entraîner le dessèchement des jeunes plants, il est conseillé de planter en fin d'hiver, juste avant la reprise végétative.

3.2. PRECEDENT CULTURAL ET TRAVAIL DU SOL

En cas de **précédent cultural de type vigne, arbres fruitiers, friches...** un **labour** permettra d'extraire les anciennes racines afin de **limiter la propagation de champignons pathogènes**, notamment le pourridié auquel l'arbre est très sensible.

Dans les autres cas, le labour n'est pas recommandé car il favorise l'installation d'une semelle peu poreuse à 30-40 cm de profondeur. Cette semelle aura pour effet de limiter la circulation de l'air et de l'eau, détruire les vers de terre de surface (épigés), freiner l'évolution de la matière organique, déstructurer les horizons de surface... On préférera un **travail du sol en surface (chisel et herse étrille)** pour émietter le premier horizon et permettre de bonnes conditions de reprise.

En sols tassés, il est préconisé de réaliser un **sous-solage croisé** à 50-60 cm en fin d'été-début d'automne, après les pluies et ressuyage. Ce travail aère le sol et le proche sous-sol et favorise la circulation de l'eau.

Si le sol est **très compacté** avec des risques d'asphyxie racinaire, il vaut mieux différer d'une année la plantation et réaliser sur la parcelle, un **semis de luzerne** ou de **sorgho du fourrager** qui va permettre, par son enracinement profond (jusqu'à deux mètres de profondeur), un décompactage des différents horizons.

3.3. INSTALLATION DE L'IRRIGATION

Quel que soit le système choisi (gravitaire, aspersion sous frondaison ou goutte-à-goutte), il faut pouvoir irriguer dès la première année et donc ne pas différer cet investissement. Les solutions de secours comme l'arrosage à la citerne sont envisageables à la plantation mais elles sont coûteuses en main-d'œuvre et exigeantes organisation.

3.4. AMENDEMENTS ET FERTILISATION AVANT PLANTATION

Pour définir les apports nécessaires avant plantation deux étapes préalables sont nécessaires.

- **Le profil de sol** pour évaluer :
 - Les conditions d'enracinement (profondeur du sol, structure, porosité, compacité).
 - La fertilité biologique (insectes décomposeurs, vers de terre).
 - La présence de matières organiques.

- **L'analyse de sol** pour mesurer :
 - La granulométrie (% sables, limons, argile) qui permet de définir la texture (*voir Chapitre 1.2 Le choix de la parcelle page 6*)
 - Le PH
 - Le taux de matière organiques et le rapport C/N qui est un indicateur de son stade d'évolution. On notera qu'un C/N inférieur à 10 indique une décomposition avancée de la matière organique et la possible mise à disposition d'éléments nutritifs pour les racines.
 - La fertilité du sol par la capacité d'échange en cations (K⁺, Mg⁺⁺, Fe⁺⁺...) également appelée « CEC ». Ce paramètre indique la capacité du sol à fixer et échanger ces cations. Une CEC élevée témoigne d'une grande réserve en éléments disponibles pour les plantes.
 - Le dosage des éléments minéraux (P₂O₅, K₂O, MgO) et des oligo-éléments (fer, manganèse, bore...). C'est une information essentielle, mais leur disponibilité pour la culture l'est tout autant. Ainsi il faut corréliser ses dosages avec l'analyse des paramètres de structure du sol, de texture, de quantité de matières organiques présentes, le rapport C/N, la CEC...

L'interprétation de l'analyse de sol permettra de déterminer les quantités d'amendements organiques et d'engrais à apporter avant plantation (*Voir Chapitre 5.1 Gestion de la fertilité du sol et fertilisation, p.27*).

3.5. AUTRES CONSEILS SIMPLES POUR LA PLANTATION

- Dans la mesure du possible, **planter en sol ressuyé**, ni trop sec ni trop humide.
- Pendant la plantation, il faut veiller à ne **jamais laisser les racines des scions se dessécher au soleil ou au vent**. Cela pourrait gravement les endommager.
- **Installer les protections individuelles** contre les lapins et/ou une **protection de la parcelle** contre les sangliers.
- Positionner **le point de greffe à 15-20 cm au-dessus du sol** et **arroser abondamment** après plantation (même en plein hiver).
- Dans les parcelles très ventées, les plants doivent être **tuteurés dès la plantation** car l'action du vent peut entraîner des casses lorsque le plant se développe au printemps.

3.6. DENSITE DE PLANTATION

Plusieurs éléments sont à prendre en compte.

- La situation et les conditions de la **parcelle**,
- La vigueur de l'association **variété/porte-greffe**,
- La **fertilité du sol**,
- Les **contraintes culturales** et de **récolte** (type de matériel utilisé).

Plusieurs possibilités sont envisageables

- Si de **bonnes conditions sont réunies pour la croissance des arbres** (irrigation maîtrisée, sol poussant, porte-greffe GF 677...) et que **la récolte mécanique s'effectue avec un outil de type corolle + vibreur**, il faut prévoir une distance de **7 à 8 m entre les rangs et de 5 à 6 m sur le rang**.
- Si les **conditions de croissance sont moins optimales**, il est préconisé de privilégier une distance de **6 à 6.5 m entre les rangs et de 5 m sur le rang**. Une distance inférieure à 5 m empêcherait le passage d'outils pour la récolte mécanisée.
- Si la récolte s'effectue avec des **vibreurs et remorque-tapis à défilement latéral continu** (utilisés pour récolter les cerises d'industrie), les distances peuvent être resserrées à **6.5 m entre rangs et 4.5 m sur le rang**.
- Dans tous les cas, ne pas réduire davantage ces distances car l'amandier a des besoins importants en lumière.

3.7. PLANTATION EN QUINCONCE

La **plantation des arbres en quinconce** (en échiquier) est une possibilité intéressante car elle permet une plus grande **aération** du verger et une meilleure **pénétration de la lumière**, notamment sur les parties basses des arbres. Elle permet également une meilleure **facilité de circulation** pour les machines de récolte.

3.8. DISPONIBILITE DES PLANTS

Dans l'objectif d'assurer la fourniture de plants de qualité, les pépiniéristes agréés se sont mobilisés afin de répondre à la demande qui est, depuis quelques années, en forte augmentation. Toutefois, il faut veiller à les commander avant la période de greffage (fin d'été).

3.9. DIMENSION ET RENTABILITE DU VERGER

Il est nécessaire de **bien dimensionner son verger** afin de réaliser une **économie d'échelle** permettant de **réduire les coûts moyens de production, et plus particulièrement de mécanisation**.

Il est vivement conseillé de constituer un verger d'au minimum **5 ha pour que la production soit rentable**.



La plantation

- La **plantation de l'amandier** doit se dérouler de préférence entre **mi-novembre et fin février**.
- Il faut veiller à **limiter les contaminations potentielles du précédent cultural** en éliminant les résidus de la culture précédente.
- La **situation de la parcelle**, la **vigueur du couple variété/porte-greffe**, la **fertilité du sol**, les **contraintes culturales et de récolte** sont des paramètres à prendre en compte dans le choix de la **densité de plantation**.
- La **plantation des arbres en quinconce** présente plusieurs avantages.
- Pour être sûr d'avoir des plants l'année de la plantation il faut les **réserver en avance**.
- Pour **amortir les coûts de mécanisation** il est conseillé de **planter au minimum 5 ha**.

4. LA FORMATION ET LA TAILLE

4.1. FORMATION DES JEUNES ARBRES EN GOBELET

(Pour le vocabulaire technique voir le

GLOSSAIRE page 46)



LE GOBELET

La forme classique utilisée chez l'amandier est le **gobelet**.

Il est important d'adapter la forme et la conduite au port et au mode de fructification de la variété. Le but est d'avoir un ensoleillement optimal sur toutes les parties de l'arbre afin qu'il soit équilibré avec une fructification uniformément répartie.

Dans le cas des variétés vigoureuses au port érigé (Ferragnès et Ferraduel), les arbres ne s'ouvrent pas naturellement et ont tendance à se dégarnir dans les parties basses.

Lauranne a un port ouvert mais retombant. Elle est plus difficile à structurer mais s'ouvre davantage que les autres variétés.

Pour les variétés à port ouvert telle Vairo, la création de sous-mères ne pose pas de problème.

PREALABLE AVANT DE COMMENCER TOUTE ACTION DE TAILLE

Il faut privilégier de **bonnes conditions de pousses** (irrigation, fertilisation, libération des éléments nutritifs, état sanitaire) pour que les opérations de formation puissent bien se dérouler.

A LA PLANTATION

La hauteur de rabattage des **scions** dépend du type de matériel de récolte envisagé. En effet :

- Si la récolte est prévue avec un **vibreur + corolle**, il faut **rabattre les scions à 80 cm** du sol.
- Si la récolte est prévue avec un **vibreur + remorque tapis**, il faut **rabattre les scions à 1m10**

Les ramifications issues des scions peuvent être conservées si elles sont érigées et proches du point de rabattage car elles pourront constituer les futures charpentières. En revanche, les ramifications plus basses sont à éliminer car leur développement (lorsque l'arbre est adulte) empêcherait la pince du vibreur de saisir le tronc.

EN PREMIERE FEUILLE (AU PRINTEMPS-ETE)

Il faut **enlever à la main les pousses trop basses**, celles qui sont en surnombre ou qui se développent vers l'intérieur du gobelet. Il faut sélectionner **5 à 6 rameaux vigoureux** et, si possible, **droits qui serviront à établir (après sélection) le futur gobelet**. Il faut également veiller à **respecter un écartement équilibré entre ces rameaux**.

EN FIN DE 1^{ERE} FEUILLE (HIVER)

Conserver 3 à 4 rameaux qui seront les futures charpentières. Ne pas les rabattre, cela retarde d'autant leur mise à fruits. Favoriser, par contre, leurs conditions de croissance. Leurs ramifications vont former les sous-mères. S'ils ont échappé à la taille de printemps, supprimer les rameaux placés trop bas ou à l'intérieur.

EN 2^{EME} FEUILLE (PRINTEMPS-ETE)

Il faut poursuivre le travail de sélection en **priviliégiant le développement des charpentières** (dont on sélectionne un seul prolongement) et **l'installation des sous-mères**. On **enlève les rameaux mal placés**. Si nécessaire, on sélectionne les éventuels **gourmands**, sinon, on les supprime. Les **interventions en vert sont à privilégier** car l'arbre réagit rapidement aux différentes opérations.

EN 3^{EME} ET 4^{EME} ANNEE

Si les conditions de croissance sont bonnes, les sous-mères se développent et les charpentières atteignent leur hauteur maximale. On peut encore **enlever quelques gourmands** ou éventuellement les utiliser pour occuper un espace entre deux charpentières. Il faut veiller à maintenir un seul prolongement par charpentière, surtout si elle est haute, de façon à privilégier une bonne pénétration de la lumière.

S'ADAPTER AUX VARIETES

Dans le cas de variétés à port érigé (Ferragnès, Ferraduel), l'arbre ne s'ouvre pas facilement et se montre sensible au dégarnissement des parties basses par manque de lumière. Privilégier dans ce cas les sous-mères vigoureuses dans le bas de l'arbre et éviter les dédoublements de charpentières dans la partie haute.

Lauranne® a un port plus retombant, avec des sous-mères qui s'installent plus facilement. La pénétration de la lumière semble plus facile mais il faut rester attentif aux zones d'ombre.

SURVEILLANCE DES PARASITES

Lors de la formation des jeunes arbres, la croissance des pousses ne doit pas être pénalisée par une attaque parasitaire. Il faut surveiller particulièrement les différentes espèces de pucerons (vert de l'amandier, noir du pêcher, farineux du prunier...), les mineuses (anarsia, tordeuse orientale...) et les cicadelles (vertes ou bubales).

4.2. TAILLE DE PRODUCTION EN GOBELET

Il faut veiller à maintenir le haut des charpentières effilé. En effet, des dessèchements de rameaux porteurs dans le bas des arbres sont souvent liés à un manque de lumière. Il faudra, si nécessaire, pratiquer de grosses coupes.

L'amandier produit sur **rameaux mixtes** : chiffonnes, brindilles et bouquets de mai. Il faut **enlever les organes qui ne sont plus productifs** et stimuler les nouvelles pousses. Cette opération consiste à renouveler 10-15 % des porteurs dans le cas des variétés vigoureuses et 20 % pour les variétés plus faibles (données indicatives).

En production, il faut **également « coucher » les gourmands pour les mettre à fruits et les utiliser si l'arbre manque des charpentières ou de sous-mères, ou bien les couper, s'il n'y a pas suffisamment d'espace** pour assurer leur croissance.

On doit adapter la taille de production à la variété (localisation des organes de fructification) et à la vigueur des arbres.

4.3. UN MODE DE CONDUITE A TESTER : LA HAUTE DENSITE



La **haute densité est à l'étude**. Les premiers vergers ont été plantés en Espagne (Catalogne, région de Lleida), à partir de 2010.

Les distances de plantation sont de 4 m x 1.2 à 1.5 m avec les variétés Soleta et Belona sur les porte-greffes nanisants Rootpac®20 et Rootpac® 40.

Le système de production de l'amandier en haute densité peut être intéressant car il permet une entrée en production rapide (en 3^{ème} feuille) et des rendements supérieurs à ceux du gobelet. Cependant, son coût de plantation est plus élevé et des questions restent en attente sur l'évolution du verger avec les années, l'homogénéité des arbres et le maintien d'une bonne pénétration de la lumière.

Ce système doit être bien maîtrisé et évalué avant d'être transférable.

A noter que des systèmes intermédiaires (axes à 5 m x 2 m) sont également implantés chez certains producteurs en Espagne.



La formation et la taille

- Le **gobelet** est la forme de conduite classique de l'amandier.
- La **formation** des jeunes arbres s'effectue sur les **quatre premières années** et elle nécessite de **bonnes conditions de pousse**.
- La **taille de production est adaptée** à la variété et à la vigueur des arbres.
- La **conduite en haute densité** est en cours d'expérimentation.

5. LA CONDUITE DU VERGER

5.1. GESTION DE LA FERTILITE DU SOL ET FERTILISATION

Il est primordial de favoriser un milieu biologique actif et de mobiliser les éléments déjà présents dans le sol. Pour cela, il faut assurer une bonne aération du sol. En effet, dans les sols tassés ou compactés, on constate une mauvaise circulation de l'air et de l'eau, un faible développement racinaire et une baisse de la fertilité.

CONSEILS POUR UNE BONNE GESTION DE LA MATIERE ORGANIQUE DANS LE SOL

La matière organique présente dans le sol sous forme d'humus est un réservoir d'éléments fertilisants.

Les apports de matières organiques ont une action positive sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols. Sur le long terme, ils améliorent les propriétés agronomiques du sol :

- **amélioration de la structure,**
- **meilleure rétention en eau,**
- **meilleure régulation du stockage et de la fourniture des éléments minéraux à la culture,**
- **stimulation de la flore et de la faune du sol.**

Pour une bonne gestion de la matière organique dans le sol, il faut :

- Veiller à une **bonne aération du sol** en évitant les tassements
- Prévoir des **apports organiques adaptés et réguliers,**
- **Les incorporer en surface** par une herse ou un *cover crop* (ne pas les enfouir par des labours profonds).

LES MATIERES FERTILISANTES

On les classe en 3 catégories :

- Les **amendements organiques** (NFU 44 051) sont d'origine végétale (compost...) ou végétale et animale (fumier...). **Ils ont une faible teneur en éléments fertilisants.** Aucun des 3 éléments majeurs, N, P₂O₅ et K₂O, n'est supérieur à 3% de la matière brute et la somme de ces éléments N+P₂O₅+K₂O est inférieure à 7% de la matière brute. Leur incorporation dans le sol permet, selon les conditions, la libération d'éléments fertilisants mais l'effet recherché est surtout l'amélioration des propriétés agronomiques du sol (voir chapitre précédent).
- Les **engrais organiques** (NFU 42 001), d'origine animale et/ou végétale, doivent contenir au moins un des éléments majeurs ≥ 3 % ou le total N+P₂O₅+K₂O ≥ 7%.
- Les **engrais organo- minéraux** (NFU 42 001), contiennent des matières fertilisantes d'origine organique (animale et/ou végétale) ainsi que des fertilisants minéraux. Ils doivent contenir au minimum 1% d'azote organique.

Les engrais organiques et organo-minéraux ont peu d'influence sur les qualités agronomiques du sol du fait de leur minéralisation rapide.

LE RAISONNEMENT DE LA FERTILISATION

Les apports d'amendements et fertilisants qui ont eu lieu avant la plantation, dans l'objectif d'améliorer la fertilité du sol et d'en rééquilibrer les différentes composantes, facilitent le raisonnement de la fertilisation du verger en place. A partir de l'entrée en production et tout au long de vie du verger, l'objectif sera de **maintenir la fertilité du sol et une alimentation satisfaisante des arbres** pour leur permettre d'exprimer leur potentiel de rendement. **Le raisonnement de la conduite de la fertilisation doit se faire à la parcelle.** Les éléments suivants sont des points de repère.

Pour les vergers en production, le raisonnement de la fertilisation est basé sur l'analyse et l'observation des arbres.

L'analyse de feuille, doit être réalisée régulièrement car elle donne des indications sur les éléments fertilisants assimilés par les arbres.

L'observation de la charge des arbres au printemps permettra d'ajuster les apports aux besoins. Si la charge est élevée, il faudra veiller à une bonne alimentation durant la formation des bourgeons, fin juin -début juillet, pour éviter l'alternance.

Les observations d'ordre plus général du verger (vigueur, rendement, état sanitaire, couleur du feuillage...) permettent d'identifier les carences ou les excès.

LES APPORTS DES DIFFERENTS ELEMENTS FERTILISANTS

APPORT EN ELEMENTS MAJEURS (AZOTE, PHOSPHORE ET POTASSIUM) ET MISE EN PRATIQUE

L'azote

L'azote est un élément déterminant de la croissance de l'arbre et il influence sa vigueur.

Le **manque d'azote** se traduit par une **couleur vert pâle des feuilles**, une **pousse réduite voire nulle** et une **faible productivité**. Au contraire, un **excès d'azote** se traduira par une **intensification de la couleur des feuilles**, une **forte pousse** (nombreux gourmands) mais aussi par une **induction florale** (formation de fleur au sein du bourgeon) **faible** ou **de mauvaise qualité**. En outre, un excès d'azote favorise le parasitisme (pucerons).

Il faut veiller à **localiser les apports d'azote sur le rang** au plus près du système racinaire de l'arbre, surtout quand le profil racinaire de l'arbre est encore limité, le but étant :

- de limiter le développement des adventices et donc l'emploi d'herbicide,
- d'optimiser l'efficacité de l'apport et la diminution des risques de pertes par lessivage,
- de limiter les pertes par volatilisation (émissions d'ammoniac).

Dans tous les cas, pour éviter les pertes par lessivages, il est préférable de **fractionner l'apport d'azote en trois périodes** : avant la fleur, pour assurer les besoins liés au démarrage de la végétation, en avril, puis fin mai.

Le phosphore

Il constitue rarement un facteur limitant pour la culture en place. Le développement de mycorhizes sur les racines des arbres joue un rôle essentiel dans la mise à disposition de cet élément pour la plante.

Il faut cependant être vigilant dans les sols très basiques, ou avec une mauvaise structure, et lorsque l'on craint des problèmes de nouaison. Si des apports d'engrais phosphatés doivent être réalisés, ils seront localisés sur le rang.

Le potassium

Il assure de nombreuses fonctions telles que la fabrication et le stockage du sucre dans le fruit. L'analyse de sol avant plantation permet d'évaluer le niveau des réserves du sol pour cet élément. Les apports d'entretien se font, comme pour les autres éléments majeurs, en localisé sur le rang.

APPORT EN ELEMENTS SECONDAIRES (MAGNESIUM ET CALCIUM) ET RAISONNEMENT

Le magnésium

Élément constitutif de la chlorophylle, en cas de déficit on utilisera du sulfate de magnésie.

L'équilibre entre potassium/magnésium est important. L'excès d'un élément de ce couple entrainera une diminution de la disponibilité de l'autre.

Le calcium

L'amandier n'a pas besoin d'apport en calcium. En fait, un apport de calcium permettra uniquement pour cette culture de corriger un sol à pH bas (trop acide) et **maintenir un pH minimum de 6,5**. Tout type de produit contenant du calcium conviendra, cependant on choisira d'utiliser du nitrate de chaux dans le cas d'une structure du sol dégradée.

APPORT EN OLIGOELEMENTS (ZINC ET BORE)

Zinc

En cas de carence indiquée par l'analyse foliaire, il faut intervenir en apportant du zinc en **pulvérisation foliaire** au départ de la végétation.

Bore

En cas de carence indiquée par l'analyse foliaire, les apports de bore sont réalisés par une ou deux fois applications foliaires, en début et/ou fin de floraison.

REPERES QUANTITATIFS POUR LA FUMURE ANNUELLE

Les apports doivent être raisonnés à la parcelle et dans le cadre global de la gestion de la fertilité.

En l'absence de travaux récents sur la gestion de la fertilisation de l'amandier, on se réfère à la bibliographie (C. Grassely et H. Duval, 1997) qui donne des repères quantitatifs (voir tableau ci-dessous) ne constituant pas pour autant un « programme ».

Rendement escomptés	Azote*	Phosphore (P2O5)	Potasse (K2O)	Magnésie (MgO)
1T/ha de coques	30 unités	20	40	20
4T/ha de coques	90	50	100	50

*Dans les secteurs concernés par la directive nitrates, il faut tenir compte de la réglementation pour le calcul de la fertilisation azotée.

5.2. L'IRRIGATION FERTILISANTE

La **fertirrigation** peut être pratiquée, à partir du printemps, **en complément** des apports par épandage au sol.

Dans le cas de la **fertirrigation totale**, les apports débutent avant la période d'arrosage. Cette méthode permet une économie d'environ 10 à 30 % sur l'apport total d'engrais.

On choisira des engrais solubles contenant des oligo-éléments.

5.3. L'IRRIGATION

L'amandier possède un bon mécanisme d'adaptation à la sécheresse : en cas de stress hydrique il peut perdre une partie de ses feuilles. Cela lui permet d'être présent dans des régions à faible pluviométrie mais, dans ces conditions, la récolte est très modeste et non rentable.

En revanche, l'amandier répond très bien à l'irrigation qui lui permet de quasiment doubler son rendement (Résultats verger expérimental BRL au Mas d'Asport, Saint-Gilles Gard, 1969 – 1977).

LES DIFFERENTES PHASES DE SENSIBILITE DE L'AMANDIER A UN STRESS HYDRIQUE

L'amandier connaît une période de croissance végétative **active dès la fin de la floraison**. De cette croissance dépendra la floraison de l'année suivante. **Un stress hydrique à cette période pénalisera la récolte future** mais, généralement, au début du printemps, les réserves hydriques du sol couvrent les besoins.

Pour une bonne mise à fruit et pour assurer la croissance de l'amandon, l'arbre a besoin d'une **alimentation en eau constante et modérée sans restriction sévère**. Le fruit a une **phase de croissance rapide** et il atteint sa taille définitive dès la fin mai. Il faut **éviter un stress hydrique durant cette période** pour écarter tout risque d'avortement, de remplissage partiel et de racornissement des fruits. Là encore, les réserves du sol peuvent contribuer à l'alimentation hydrique de la culture.

Ensuite, jusqu'à la récolte, la **sensibilité à un stress hydrique est moins forte** mais les irrigations doivent compenser la moindre contribution du sol.

Selon les sources bibliographiques, les besoins en eau varient de 400 à 850 mm par an. Ces besoins sont satisfaits par les réserves en eau du sol, les pluies et l'irrigation.

LES BESOINS EN IRRIGATION DE L'AMANDIER

Comme pour toutes les espèces fruitières en conditions méditerranéennes, **une irrigation à la plantation et au cours de la 1ère année** favorise une bonne implantation des jeunes arbres, un développement vigoureux et une mise à fruit plus rapide.

Pour les vergers adultes, le calendrier des besoins s'échelonne de la mi-mars à fin septembre avec des stades déterminants :

- **Au printemps**, en cas de pluviométrie insuffisante **l'irrigation diminuera le risque d'alternance** en favorisant un bon développement végétatif propice à une floraison l'année suivante.

- **Pendant la phase de grossissement des fruits et jusqu'à l'approche de la récolte, une irrigation à doses faibles, mais régulières** répond bien au besoin des amandiers.

Le « Référentiel des besoins en eau d'irrigation des productions agricoles de Provence-Alpes-Côte d'Azur » édité par la Chambre Régionale d'Agriculture PACA précise les besoins en eau d'irrigation de l'amandier dans différentes situations.

Exemple de lecture de ce référentiel : à Mallemort (13) pour une Réserve Utile de 60 mm/m de sol et un verger d'amandier en sol nu travaillé, doses mensuelles (mm) :

Profondeur d'enracinement	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept
50 cm	-	20	15	85	110	60	-
80 cm	-	10	40	82	110	60	-

En cas de sécheresse prolongée, il est toutefois nécessaire de prévoir des irrigations à l'automne (en septembre) avec des doses réduites de moitié y compris après récolte pour les variétés précoces.

Les besoins en eau d'irrigation ont été évalués en moyenne entre 230 et 350 mm par an selon la capacité de rétention en eau du sol et selon la demande climatique.

L'irrigation doit être apportée de **manière régulière pour assurer rendement et qualité de la production, et en quantité raisonnée afin de maintenir un équilibre entre croissance et fructification.**

LES DIFFERENTS SYSTEMES D'IRRIGATION

L'amandier est une espèce méditerranéenne, il est donc préférable de **limiter le mouillage du feuillage** (sensibilité au fusicoccum) et **du tronc** ainsi que les **excès d'eau**. On choisira donc des **systèmes d'irrigation localisée** : micro-aspersion sous frondaison ou goutte à goutte. Ces systèmes devront être compatibles avec le passage des outils de travail du sol et des matériels de récolte.

Sur les sols très filtrants, on augmentera le nombre de distributeurs pour améliorer la diffusion de l'eau latéralement et limiter les pertes par percolation.

L'IRRIGATION PAR MICRO-ASPERSION SOUS FRONDAISON

Elle est positionnée au sol ou suspendue, la rampe passe alors dans les arbres avec piquet de soutien entre les arbres si nécessaire. Les distributeurs sont en pendulaire entre 2 arbres.

La qualité de l'eau (ferrugineuse ou calcaire) n'est pas limitante. Le risque de bouchage est faible avec une filtration adaptée. La zone d'irrigation sera fonction de la portée des asperseurs. Les risques sanitaires sont augmentés par la diffusion de l'humidité par les micro-asperseurs.

On choisira des **micro-asperseurs de faible débit de 20 l/h à 40 l/h**. L'écartement entre distributeurs sera fonction de la densité de plantation.

Exemple de dispositif : pour un verger traditionnel en 6 m x 5 m, en sol de Durance filtrant, l'équipement le plus adapté serait des micro-jets de 20 l/h avec piquet au sol.

L'IRRIGATION LOCALISEE PAR LE GOUTTE A GOUTTE

L'irrigation est très localisée : lignes de goutteurs intégrés en simple rampe suspendue pour les vergers à haute densité ou posée au sol, ou en double rampes posées au sol. Elle n'est pas compatible avec des eaux ferrugineuses ou, en agriculture biologique, avec une eau très calcaire, car l'emploi d'acide est interdit.

On choisira des **goutteurs de 1 à 2 l/h espacés de 0,50 m à 1 m**.

Exemple de dispositif : pour un verger traditionnel en 6 m x 5 m, en sol de Durance filtrant, l'équipement le plus adapté serait des goutteurs de 1,6 l/h espacés de 50 cm, en double rampe posée au sol.

Pour un verger à haute densité de plantation, un dispositif goutte à goutte suspendu en simple rampe avec des goutteurs de 1,6 l/h espacés de 0,30 m à 0,50 m est adapté.

L'IRRIGATION EN GOUTTE A GOUTTE ENTERRE

Les performances de ce système sont en cours d'évaluation dans plusieurs stations d'expérimentation sur d'autres espèces fruitières. Il nécessite des goutteurs spécifiques ainsi qu'un contrôle et un entretien de l'installation très précis. Sa mise en place n'est pas adaptée à toutes les situations : la pose en sol très caillouteux peut être difficile. A ce jour, la question de l'enlèvement des tuyaux en fin de culture n'est toujours pas évaluée techniquement et financièrement.

L'IRRIGATION GRAVITAIRE EST POSSIBLE

Elle nécessite une parcelle nivelée avant plantation, une organisation adaptée et une ressource en eau importante.

LE PILOTAGE DES IRRIGATIONS

Pour optimiser le pilotage des irrigations, le **contrôle des volumes apportés et de l'humidité du sol est indispensable**.

Un compteur volumétrique permettra de vérifier le bon fonctionnement en débit de son installation et d'évaluer les volumes apportés

Le contrôle de l'humidité du sol peut être réalisé avec différents outils : la tarière et des outils de pilotage (manuel ou automatique GPRS via internet) permettent de vérifier l'efficacité des pluies et des apports d'eau et d'ajuster la dose d'irrigation à la parcelle.

Pour améliorer l'efficacité des apports d'eau en goutte à goutte, un fractionnement jusqu'à 4 irrigations par jour peut être réalisé grâce à un programmeur ou une vanne volumétrique manuelle.

En micro-aspersion, il vaut mieux espacer les apports de plusieurs jours pour limiter les problèmes sanitaires.

5.4. PROTECTION CONTRE LES BIOAGRESSEURS

LES PRINCIPALES MALADIES FONGIQUES

Voir Grille d'intervention phytosanitaire en amandier PFI p 48

MONILIA



Figure 1 : Monilia sur rameaux d'amandiers (Agrevo).

Symptômes : dessèchement des fleurs, des rameaux et des bouquets de mai. Ces dessèchements peuvent être discrets mais néanmoins responsables d'une forte diminution de production.

Conditions favorables : pluie ou forte hygrométrie (rosées, brouillards...) pendant la floraison.

Sensibilité : toutes les variétés sont sensibles. La progression du champignon est rapide sur certaines d'entre elles (Marcona, Nonpareil...) avec présence de chancres et quelquefois de gomme sur rameaux. Elle est ralentie sur d'autres par l'abscission des bouquets de mai atteints (Ferragnès, Ferrastar...)

Protection du verger : 2 à 3 interventions selon conditions climatiques pendant la période de floraison, du stade E à H. Lutte conjointe avec le fusicoccum.

Produits : voir grille d'intervention phytosanitaire page 48. En cas de fortes attaques, la prophylaxie doit être réalisée : suppression des organes atteints puis brûlage ou retrait du verger.

FUSICOCCUM

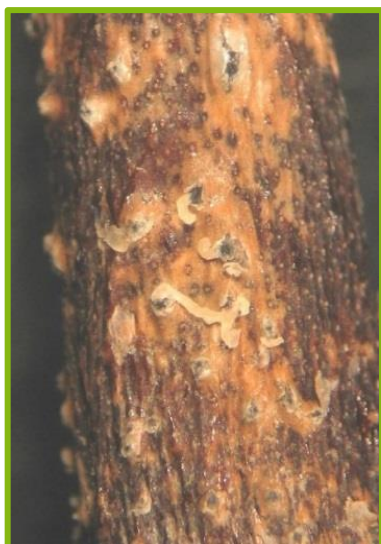


Figure 2 : Chancre à Fusicoccum

Symptômes : dessèchement des rameaux et des bouquets de mai, avec chancres brunâtres. Les symptômes peuvent être confondus avec ceux du monilia. Le prélèvement et la mise en germination de rameaux (15 jours entourés d'un papier humidifié) permettent de préciser le diagnostic : sortie de fructifications cireuses blanches dans le cas de fusicoccum et de coussinets gris pour le monilia.

Conditions favorables : pluies ou forte humidité au printemps et à l'automne (pénétration par les fleurs et les plaies pétiolaires à la chute des feuilles). Un manque d'aération du verger et une hygrométrie importante augmentent les risques. Certaines variétés sont plus sensibles (Ferragnès ou Ferralise par exemple).

Protection du verger : lutte conjointe avec le monilia sur la période de floraison des stades D à G. En cas de symptômes et/ou de variété sensible, choisir les produits plus efficaces sur fusicoccum (Voir grille page 48) et prévoir une intervention à la chute des feuilles.

Comme pour le monilia, la prophylaxie est très importante : on supprime les rameaux atteints dès le début des attaques. Le cuivre hivernal n'a, par contre, que très peu d'efficacité.

AUTRES MALADIES FONGIQUES DE L'AMANDIER

Ces maladies de printemps sont généralement contrôlées par la protection fongique réalisée après floraison. Le risque et le nombre d'interventions sont fortement dépendants des conditions climatiques (humidité et pluies), de l'aération du verger (hygrométrie, taille...) et des antécédents de la parcelle. En situation non dégradée, prévoir une à deux interventions au printemps (voir grille page 48).

TAVELURE

Symptômes : sur rameaux, tâches ovales gris-olivâtre. Sur feuillage, taches brunes huileuses. Sur fruits, petites taches noires d'aspect velouté

Conditions favorables : conditions humides ou pluies au printemps ou en été. L'aspersion sur frondaison est à éviter car elle facilite la dissémination et le développement de la maladie.

POLYSTIGMA

Tâches sur feuilles, assez larges et de couleur rouge.

CORYNEUM

Petites taches rougeâtres sur feuilles, fruits et rameaux. Perforations sur feuilles.

MALADIES BACTERIENNES OU VIRALES

Il n'existe pas de moyen de lutte curative contre ce type de maladie. Seul le cuivre à une action préventive bactéricide. La surveillance et l'assainissement rapide du verger par élimination des plants atteints restent la base de la lutte.

PSEUDOMONAS SYNRINGAE SP

Les dépérissements bactériens liés à *Pseudomonas syringae sp.* posent peu de problème en sol calcaire (majoritaire en Provence). A surveiller sur les sols acides favorables pour le développement de cette maladie.

XYLELLA FASTIDIOSA

Les dépérissements liés à *Xylella fastidiosa* sont potentiellement dangereux si la bactérie venait à se développer dans le sud-est de la France. Prendre toutes les précautions nécessaires avec le pépiniériste pour éviter d'introduire la bactérie par greffage ou reproduction végétative (prélèvement d'un greffon sur un plant contaminé ou greffage sur un porte greffe malade).

ENROULEMENT CHLOROTIQUE DE L'ABRICOTIER

Même si l'amandier est cité dans la bibliographie comme plante hôte potentielle, les symptômes sont absents dans la pratique, même à proximité de verger de pruniers ou d'abricotiers atteints.

SHARKA

En théorie, l'amandier peut être réceptif à la sharka mais il est très peu sensible et aucun symptôme ni dégât ne s'extériorisent. On ne trouve pas actuellement, en verger, d'arbres présentant des symptômes.

LES PRINCIPAUX RAVAGEURS

EURYTOMA AMYGDALI, LA GUEPE DE L'AMANDE

C'est le principal ravageur du Sud de la France. Il peut entraîner de très grosses pertes de rendement. Deux interventions avec des insecticides spécifiques sont indispensables chaque année contre ce ravageur.

Symptômes : piqure des fruits avec développement d'une larve à l'intérieur l'amande. Les fruits parasités restent sur l'arbre.

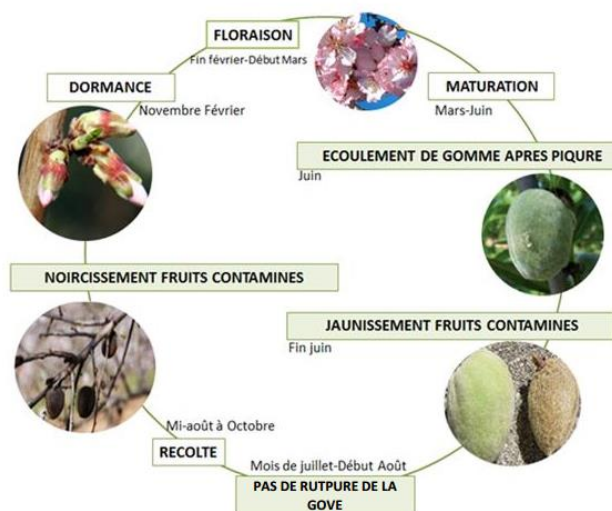
Cycle : à la fin de l'hiver, les larves présentes dans les fruits parasités

se transforment en adultes qui émergent de l'amande au début du printemps pour s'accoupler. La femelle eurytoma pond ses œufs en avril-mai. Il y a une seule génération par an.

Protection du verger : l'objectif est de neutraliser les jeunes adultes au printemps avant qu'ils ne pondent. Les interventions insecticides doivent donc être positionnées dès le début des émergences (généralement en avril) et renouvelées pour contrôler les sorties échelonnées sur environ 1 mois. Prévoir 2 interventions espacées de 10 à 15 jours avec lambda-cyhalothrine ou thiaclopride (cf. grille phytosanitaire page 48).

Pour repérer le début des émergences sur son verger : des pièges cages peuvent être fabriqués (voir photo). Remplis d'amandes parasitées et placés en hiver dans le verger, ils permettent de positionner avec précision la première intervention dès l'observation des premiers adultes.

En cas de verger attaqués, la prophylaxie est indispensable pour baisser la pression du ravageur. Les fruits atteints restés dans l'arbre doivent être récoltés en hiver et détruits avant l'émergence des adultes.



LES PUCERONS (NOIR DU PECHER, FARINEUX DU PRUNIER ET VERT DE L'AMANDIER)

Symptômes : déformations de pousses, dessèchement de rameaux, fumagine...

Protection du verger : 1 intervention avec des huiles blanches au stade B-C permet le plus souvent d'éviter la présence de foyers tôt en saison. La surveillance du verger est nécessaire pour repérer d'éventuels foyers. La présence d'auxiliaires permet une bonne régulation avant la migration des pucerons (sur le collet des arbres pour le puceron noir, ou sur d'autres plantes hôtes pour le puceron farineux ou le puceron vert).

Ils ne nécessitent **pas d'intervention régulière, sauf en cas de présence importante**. La surveillance et le repérage précoce de ces ravageurs permet généralement de limiter les éventuels problèmes par des interventions adaptées avant que la situation ne se dégrade.

Les principaux ravageurs que l'on peut rencontrer occasionnellement en verger d'amandier sont :

- Chenilles mineuses des pousses en jeunes vergers (petite mineuse, ou *anarsia*, et tordeuse orientale)
- Larves mangeuses de bois : capnodes (surtout en verger non irrigué) et cossus (surtout sur les arbres à tronc abimé ou avec chancre)
- Scolytes (sur des arbres affaiblis ou mal irrigués)
- Acariens rouges (surtout en cas de mauvaise gestion de la lutte phytosanitaire avec des interventions trop fréquentes)
- Cicadelle bubale ou cicadelle verte (surtout en jeune verger)
- Oiseaux (dégâts sur fruits)
- Mammifères : sangliers, chevreuils et écureuils.

5.5. PROTECTION CONTRE LES ADVENTICES

Sur jeunes plantations, la concurrence directe des adventices a de graves conséquences. Parmi les moyens à mettre en place, les herbicides peuvent être utilisés car ils sont efficaces et relativement peu onéreux. Néanmoins, leur impact environnemental et la pression réglementaire limitent aujourd'hui leur préconisation.

LE DESHERBAGE MECANIQUE

Le **désherbage mécanique est un moyen de substitution aux herbicides qui se développe**. Les outils (décavailleuses, houes rotatives, lames intercepts...) interviennent sur le rang de plantation par enfouissement des parties végétatives, arrachage des racines, sectionnement des tiges ou des racines... Des sols plats, de bons réglages et une vitesse adaptée sont nécessaires pour que ces techniques soient efficaces sans blesser les jeunes arbres.

Il faut intervenir avant le développement trop important des adventices pour limiter les risques de « bourrage » des outils, lenteur de passage et perte d'efficacité.

Le désherbage mécanique est encore coûteux, car il demande en moyenne 3 à 5 passages par an, mais il répond au cahier des charges de l'agriculture biologique et s'avère efficace dans de nombreux cas. Les innovations et améliorations régulières apportées par les constructeurs sont prometteuses.

LA BACHE TISSEE

Son utilisation est récente en arboriculture. Deux périodes de mise en place sont possibles : **avant la plantation**, on déroule une bâche de 2.5 m ou, **après l'implantation**, on utilise 2 bâches de 1.4 m de large qui se chevauchent. Elles sont maintenues au sol par des « agrafes » (tiges en fer recourbées) ou des dépôts de terre sur les bords pour un meilleur maintien au sol. La bâche est poreuse à l'eau et aux éléments fertilisants.

Une étude conduite à la SERFEL (Station d'expérimentation Sud Expé, St Gilles, Gard) sur des abricotiers en 3^{ème} feuille et des pêchers en 4^{ème} feuille montre que la bâche protège encore

parfaitement la plantation à ce stade. La gestion de la jonction bâche-sol nécessite souvent un désherbage ou un fauchage.

Son coût actuel est d'environ 2 € le mètre linéaire. En termes d'image et de cahier des charges, notamment celui de l'agriculture biologique, c'est une option efficace et propre. Le point de vigilance concerne la présence de campagnols, et ce, même si l'amandier est beaucoup moins appétant que d'autres espèces fruitières. Dans les secteurs où ce rongeur est présent, il est nécessaire de bien surveiller son évolution. Si sa présence est trop marquée, ne pas utiliser de bâches tissées.



La conduite du verger

FERTILISATION ET AMENDEMENT ORGANIQUE

- La fertilisation doit se **raisonner à la parcelle** avec des **observations régulières** et en réalisant des **analyses foliaires**.
- L'**azote** est un facteur clef de la croissance, il faut veiller à en **fractionner et localiser les apports**.
- La **matière organique joue un rôle** prépondérant dans l'alimentation minérale de la culture et elle permet de conserver de bonnes propriétés du sol.
- La **fertirrigation** est un moyen efficace d'apport d'éléments fertilisants.

L'IRRIGATION

- Pour obtenir une production rentable, il est indispensable d'irriguer dès la première année.

PROTECTION CONTRE LES BIOAGRESSEURS

- Bien que les traitements en culture d'amandier soit relativement peu fréquents, il est nécessaire de mettre en place **une stratégie d'intervention phytosanitaire pour lutter contre les principaux bioagresseurs**.
- La mise en place d'une bâche tissée et le désherbage mécanique sont des **techniques alternatives** utilisables pour **lutter contre les adventices**

6. LA POLLINISATION

La **pollinisation croisée est indispensable en amandier** pour les variétés auto-incompatibles (Ferragnès, Ferraduel...) qui ont besoin du pollen d'une autre variété et d'abeilles pour le transporter. C'est également vrai pour les variétés autofertiles (Lauranne®, Mandaline®...) qui peuvent être plantées seules en verger, mais qui ont tout de même besoin des abeilles. Dans tous les cas, l'amandier doit être fortement pollinisé.

6.1. DISPOSITIFS DE PLANTATION

Pour **les variétés auto-incompatibles**, il faut une forte densité de pollinisateurs. D'après l'expérience d'arboriculteurs régionaux, le dispositif optimum est **2 rangs de la variété pollinisatrice pour 2 rangs de la variété principale**. Pour améliorer la pollinisation les années où l'on a des décalages de floraison (liés essentiellement aux variations climatiques), il faut encadrer la floraison de la variété principale par **2 variétés pollinisatrices**.

Pour faciliter la récolte et limiter les risques de mauvaise pollinisation, de nombreux producteurs choisissent aujourd'hui des variétés autofertiles.

6.2. CHOIX DES VARIETES POLLINISATRICES

Il faut qu'elles soient florifères, productives, peu alternantes et présentent un intérêt commercial. Il faut surtout **s'assurer de la compatibilité pollinique**, par exemple le pollen de Ferraduel est compatible avec la variété Ferragnès et vice-versa, et, enfin, qu'il y ait une bonne concordance de dates de floraison entre la variété pollinisatrice et la variété principale.

6.3. GESTION DES RUCHES

Elles complètent le travail des abeilles solitaires (osmies notamment). Placer 4 ruches/ha aux entrées de la parcelle. **Les grouper par 2 et les placer sur palette pour les isoler du sol. Si la floraison est précoce, augmenter le nombre de ruches jusqu'à 8.** Placer les ruches dès le début de la floraison, car les premières fleurs ont une meilleure capacité fructifère (Grasselly et Duval, 1997).

Pour protéger les abeilles il faut veiller à respecter la réglementation en termes de périodes de traitement. Prévoir un point d'eau sain à proximité (hors des zones traitées) et vérifier que les eaux de lavage et de rinçage des pulvérisateurs ne sont pas accessibles aux abeilles.



La pollinisation

Certaines variétés d'amandier sont **auto-incompatibles** et nécessitent une forte densité de pollinisateurs : lors de l'implantation, **on alternera les rangs de la variété principale et ceux de la variété pollinisatrice** (pour faciliter la récolte mécanique).

En période de floraison, on disposera les ruches pour assurer la **pollinisation croisée**.

Les traitements phytosanitaires doivent **respecter la réglementation « abeilles »**.

7. LA CONDUITE DU VERGER EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE

Aujourd'hui, la filière d'amandes produites en agriculture biologique est quasiment inexistante en France, car elle est confrontée à des difficultés techniques propres à l'AB, notamment la gestion de certains bioagresseurs.

7.1. LA GESTION DES BIOAGRESSEURS

En agriculture biologique, l'utilisation de **produits phytosanitaires de synthèse n'est pas autorisée**. Seuls les produits naturels sont utilisables et doivent répondre à la double contrainte d'être inscrits au cahier des charges AB européen et d'avoir une autorisation de mise en marché en France. De plus les produits autorisés ont, la plupart du temps, une moindre efficacité que celle des produits de synthèse.

L'utilisation de la lutte directe se fera en AB essentiellement avec du cuivre, des huiles blanches et du soufre qui sont efficaces surtout sur les maladies secondaires (acariens, bactériose). En AB, aucun produit efficace n'est homologué contre la guêpe de l'amande *Eurytoma amygdali* ou le *Fusicoccum amygdali*. Seule la prophylaxie peut être pratiquée, mais elle ne suffit pas si la pression est importante. Aussi, ces impasses techniques rendent la culture de l'amandier en bio très difficile dans certaines zones.

Un guide d'intervention phytosanitaire et prophylactique en AB de l'amandier est présenté dans le tableau ci-dessous :

Stade	Traitement/pratiques	Maladie/ravageurs
Hiver (janv-fév-mars)	1 cuivre (1,250 kg/hl)*	-Bactériose et plaie de taille (avant pluie) -Petit effet fusicoccum et monilia
	1 ou 2 huiles blanches	Stade hivernant des ravageurs
	Retrait des fruits momifiés	Eurytoma (et monilia)
	Taille des rameaux attaqués	Fusicoccum (et monilia)
Printemps (avril à juin)	Soufre	Acariens
	Taille des rameaux attaqués	Fusicoccum (et monilia)
En automne (sept-oct)	1 cuivre (1,250 kg/hl)*	Bactériose

*Attention ne pas dépasser 6kg/ha/an

7.2. LE CHOIX DU MATERIEL VEGETAL

En arboriculture biologique, le **choix du matériel végétal est essentiel pour la réussite du verger**. Aussi il est important de choisir des variétés ayant une faible sensibilité aux bioagresseurs difficiles à gérer en AB tel que le fusicoccum. En revanche la guêpe de l'amandier s'attaque malheureusement à l'ensemble des variétés avec une sensibilité encore plus marquée pour Mandaline®. Le tableau ci-après présente les différents niveaux de sensibilité connus des principales variétés d'amandes.

7.3. CLASSIFICATION DES SENSIBILITES AUX BIOAGRESSEURS :

(S: sensible, M: moyennement sensible, R: résistant)

Variétés	Fusicoccum	Monilia	Tavelure	Eurytoma
Ferragnès	S	R	M	
Ferraduel	M	R	-	
Lauranne	M	-	S	
Mandaline	M	-	M	S
Mas Bovera	R	M	-	
NonPareil	M	M	M	
Marcona	-	S	R	
Tuono	S	M	-	

7.4. LA FERTILISATION

Les **besoins en éléments fertilisants sont les mêmes en conventionnel et en bio** mais, plus encore qu'en conventionnel, le sol est appelé à jouer un rôle majeur en AB. L'objectif premier de la fertilisation en AB est d'enrichir la vie du sol. En effet, les organismes vivants jouent un rôle indispensable dans l'évolution des matières organiques et la minéralisation. Ils améliorent également les caractéristiques physiques du sol (aération, circulation de l'eau). Il est donc nécessaire d'avoir un bon potentiel de minéralisation et une vie biologique soutenue.

Le **cahier des charges de l'agriculture biologique impose des règles strictes en matière d'utilisation des engrais organiques** :

- Les fumiers frais, séchés ou compostés doivent provenir d'élevage où les animaux sont en contact avec le sol et/ou disposent de parcours naturels.
- Les déchets verts ne doivent pas avoir des teneurs en résidus de produits chimiques et en métaux lourds supérieures à des limites fixées par le règlement.
- Les engrais minéraux sont exclusivement extraits de roches naturelles (phosphate naturel, phospal, scories, patenkali, chaux, lithotamme, dolomie, kiésérite...).

La **fertilisation en bio peut avoir une réponse plus lente qu'avec des engrais minéraux**. Cette inertie provient de diverses causes : vitesses variables de minéralisation selon l'humidité et la température du sol, produit employé (formulation liquide, granulés, bouchons), positionnement par rapport à l'arbre.

Comme en production raisonnée, le principe du fractionnement reste une règle de base : Les engrais à minéralisation rapide, de type farine de plume ou vinasse de betterave, sont à positionner au printemps.

- Pour les formulations de type bouchons ou granulés, l'application peut être réalisée manuellement ou mécaniquement (épandeur à engrais). L'efficacité est maximale avec des apports localisés au pied de l'arbre, suivis d'un travail du sol superficiel et d'une irrigation.
- Des engrais foliaires sont disponibles en AB. Plutôt coûteux, ils seront réservés à des applications ponctuelles de redressement de la fertilisation.

7.5. L'IRRIGATION EN VERGER CONDUIT EN AB

Les **besoins en eau sont les mêmes en conventionnel et en bio**, en revanche, le travail mécanique sur le rang implique d'avoir un système d'irrigation pendulaire ou enterré. L'aspersion ou les systèmes micro-jets ont l'avantage d'humidifier une plus grande surface que les dispositifs goutte-à-goutte, favorisant ainsi le délitement et la solubilisation des fertilisants organiques apportés sous forme de bouchons ou granulés. A l'inverse, l'irrigation en goutte-à-goutte est plus économe en eau, ce qui limite la croissance des herbes et le besoin d'entretien.

7.6. LA GESTION DU RANG



Figure 3 : A gauche verger AB travaillé sur le rang, avec un outil déporté à disques (photo de droite)

En agriculture biologique, le **désherbage chimique n'est pas autorisé**, aussi **plusieurs techniques alternatives sont proposées**. Le travail mécanique permet de détruire les adventices, d'aérer le sol, d'incorporer la matière organique et les engrais et de gêner les rongeurs. La pose d'une bâche tissée est également envisageable. Pour un verger adulte irrigué et bien installé, l'enherbement total du rang sera bénéfique à la qualité du sol et à l'environnement.



La conduite du verger en AB

La filière amande bio est quasiment inexistante en France car les agriculteurs en AB ne disposent **pas de produit efficace pour contrôler la guêpe de l'amande**. La prophylaxie est le seul moyen de gestion de ce bioagresseur mais elle est peu efficace en cas de forte pression.

La prise en compte de la **sensibilité aux bioagresseurs dans le choix du matériel végétal** est essentielle.

Les **besoins en eau** et en **éléments fertilisants** sont les mêmes qu'en conventionnel. Cependant, le cahier des charges impose des **règles plus strictes en matière d'utilisation d'engrais**.

Le **désherbage chimique étant interdit en bio** on utilisera des **techniques alternatives** pour gérer le rang (désherbage mécanique, enherbement...).

8. LA RECOLTE

8.1. ORGANISATION DE LA RECOLTE ET OUTILS

AMANDES VERTES ET AMANDES SECHES



La récolte des amandes vertes n'est pas mécanisable. On cueille les fruits à la main, au mois de juin, avant que la coque ne durcisse (période de 8 à 10 jours). On les détache par torsion pour éviter de blesser le rameau. Le rendement de cueille varie entre 15 et 20 kg à l'heure (C. Grasselly et H. Duval, 1997). L'amande verte ne se conserve pas longtemps (3 à 4 semaines) et se récolte en fonction de la demande.



La **récolte des fruits à maturité (en sec) est mécanisable**. Elle s'effectue lorsque le fruit « baille » c'est-à-dire que la gove est ouverte et la coque visible (cf. photo). On dispose de 12 à 15 jours pour réaliser l'opération dans de bonnes conditions. Il peut y avoir un mois de décalage entre les variétés précoces et les tardives. A maturité, éviter d'attendre, car les vents violents et les fortes pluies peuvent faire chuter les fruits.

OUTILS DE RECOLTE

Différentes combinaisons d'outils permettent d'assurer la récolte mécanique des amandes. Les 3 types de machines peuvent faire l'objet d'une **prestation par des entrepreneurs locaux**.

LA PINCE VIBRANTE/COROLLE

C'est une combinaison de **trois outils fixés sur le tracteur**. La **pince** permet de vibrer les troncs. Une **corolle** se déploie, récupère les amandes et les transfère dans une **trémie** intégrée (autonomie de 300 à 350 kg). Une **égoveuse** (ou écaleuse) sépare les goves des coques. Cette opération peut être intégrée à l'outil de récolte ou réalisée séparément



Vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=xmqdmWSF5s4>

Une seule personne suffit pour conduire le chantier. La corolle s'adapte à des distances de plantation relativement serrées (6 x 4.5 m voire 6 x 4 m). Elle permet de récolter 0.8 à 1 ha par jour et 1.2 ha si la machine est équipée d'une double écaleuse.

LA PINCE VIBRANTE/REMORQUE TAPIS (MACHINE A RECOLTER LES CERISES D'INDUSTRIE)

Ce sont **deux automotrices** qui se positionnent de chaque côté de l'arbre. La première est équipée d'une **pince vibrante et d'un plan incliné** qui dirige les amandes vers un **tapis roulant central**. Ce tapis est porté par la seconde automotrice (également équipée d'un plan incliné) et transporte les fruits jusqu'au pallox situé à l'arrière.



Vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=uTegammglb8>

Le chantier mobilise trois personnes. Il est adapté aux différentes distances de plantation du gobelet. Le temps de récolte est de 45 secondes par arbre, soit 2 hectares par jour pour un verger planté à 6 x 5m (333 arbres/ha). Le coût est plus élevé que celui de la corolle car l'investissement initial et le nombre de personnes mobilisées sont supérieurs.

LA PINCE VIBRANTE/BACHE-TAPIS

Également utilisée pour la récolte des cerises d'industrie. Une **automotrice** assure le **déroulement et l'enroulement d'une bâche au sol** par 2 satellites montés sur roues (ils remplacent les personnes qui déplaient et ramenaient la bâche). Les arbres sont vibrés par une **pince indépendante** qui avance sur la bâche. Les fruits sont ensuite récupérés sur un **tapis roulant** et envoyés sur un pallox placé à l'arrière.



Vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=mP3k4pwWWDw>

Trois personnes participent au chantier. Ce matériel est adapté à toutes les distances de plantation, y compris des arbres à 3 m sur le rang, car la largeur de la bâche est réglable, ce qui ouvre des perspectives pour des formes aplaties et denses. Les branches basses qui augmentent le potentiel de rendement ne sont pas un obstacle. Le temps de récolte est inférieur à 40 secondes par arbre soit un peu plus de 2 ha par jour pour un verger à 6 x 5 m. Le coût sera également plus élevé que la corolle de par l'investissement de base et le nombre de personnes nécessaires.

LA RECOLTE DES VERGERS EN HAUTE DENSITE

Elle est réalisée à l'aide d'une machine à vendanger surélevée.

Ce matériel est également utilisé pour la récolte des oliviers en haute densité.



Vidéo (communication entreprise) : <https://www.youtube.com/watch?v=5ehpuGyuwqM>

8.2. OPERATIONS APRES LA RECOLTE

Les opérations de pré-conditionnement ou post-récolte regroupent l'ensemble des opérations d'écalage, de séchage et de stockage des amandes. Ces opérations doivent être réalisées très rapidement après la récolte et s'enchaîner pour l'obtention d'un produit de qualité et une bonne conservation.

Pour les termes techniques voir

GLOSSAIRE page 46

L'ECALAGE (OU PELAGE)

Au moment même de la récolte ou peu après, le fruit doit être séparé entièrement de sa gove ou écalé. Cette **opération est réalisée mécaniquement** avec une **écaleuse** (unité indépendante fixe) ou directement lors de la récolte (voir chapitre précédent).

Un écalage rapide permet :

- d'éviter qu'après durcissement la gove n'adhère trop à la coque
- un meilleur séchage du fruit. En effet au contact de l'air, la coque devient plus poreuse, permettant une meilleure respiration et évaporation de l'excédent d'humidité.
- le maintien de la couleur claire de la coque
- d'éviter l'apparition et le développement de fermentation et de moisissures pouvant être à l'origine de la présence de mycotoxines provenant de champignons.

Un écalage imparfait peut entraver la phase suivante de séchage (de la coque et de l'amandon) et nuire à la qualité gustative de l'amandon ainsi qu'aux opérations de décortilage.

LE SECHAGE

L'humidité relative de la coque et de l'amandon à maturité lors de la récolte varient entre 15% et 25%. Afin d'assurer une conservation optimale, le séchage permet d'atteindre un taux d'humidité stabilisé de 6%. Cela **permettra de ralentir le développement microbien**.

De nombreux **séchoirs** sont disponibles sur le marché. Le plus répandu est le séchoir à faux fond constitué de plusieurs cellules à fond grillagé sous lesquelles sont placés des ventilateurs pulsant de l'air desséché par réchauffement.

24 h à 36 h seront nécessaires pour obtenir le taux de stabilisation souhaité.

Un contrôle du taux relatif d'humidité doit être réalisé à l'aide d'un humidimètre (étalonné avant chaque saison). Le séchoir doit être régulièrement contrôlé. Vérifier en particulier la bonne répartition des flux d'air et la fiabilité des températures.

LA CONSERVATION

Le faible taux d'humidité et la haute teneur en acide gras rendent l'amandon stable lorsqu'il est conservé à faible température. Ces conditions vont permettre également de ralentir l'oxydation des lipides responsable du rancissement. Les amandes pourront être conservées jusqu'à 20 mois à 0°C, 16 mois à 10°C et 8 mois à 20°C. Le taux d'humidité recommandé est de 65 %. Un taux inférieur affecte les qualités organoleptiques et gustatives de l'amande.



La récolte

Pour la récolte d'**amandes vertes**, la mécanisation n'est pas possible : tout **se fait à la main** en fonction de la demande

Pour la récolte d'**amandes sèches**, la récolte est **mécanisable**, il est possible de faire appel à des prestations par des entrepreneurs locaux.

L'**écalage**, le **séchage** et la **conservation** sont les trois opérations qui succèdent à la récolte

GLOSSAIRE

L'ARBRE

BOUQUETS DE MAI Rameau de petite taille couvert de boutons

BOURGEON Forme initiale d'un rameau à feuilles ou à fleurs, avant sa période de développement.

BRINDILLES Partie terminale fine d'une branche d'arbre

CHARPENTIERE Branche principale insérée directement sur le tronc et qui supporte de nombreuses ramifications (dont les sous-mères)

COROLLE Ensemble des pétales d'une fleur.

ÉTAMINES Organe mâle de la reproduction chez les plantes à fleurs. Elle se compose d'un filet et d'une anthère au sommet, portant elle-même les loges qui produisent et contiennent le pollen.

FOLIACÉ Qui a la forme, l'aspect d'une feuille.

GOURMAND Un gourmand est une branche secondaire qui se développe sur une branche principale. Ce rameau est trop vigoureux pour fructifier, il faut généralement le supprimer car il épuise inutilement la plante en absorbant la sève à son profit et au détriment de la branche principale.

RAMIFICATION Division d'une tige en plusieurs rameaux.

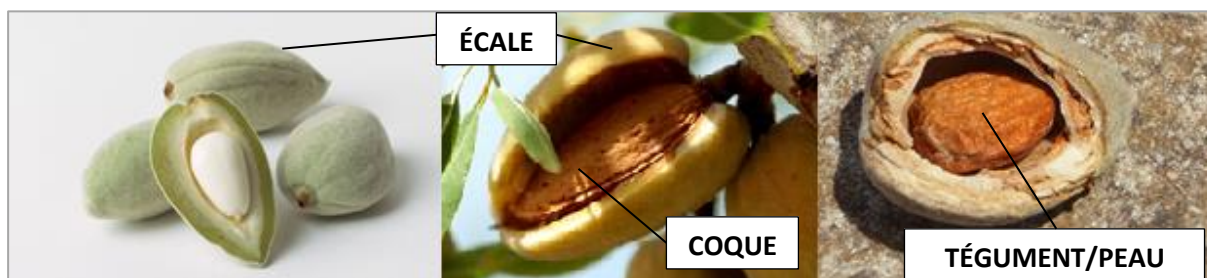
RECEPAGE Action de couper un arbre près de la terre afin d'obtenir de nouvelles pousses.

REJET Jeune pousse d'arbre provenant du recépage d'une souche (*rejet de souche*) ou d'une tige (*rejet de tige*).

SÉPALES Ensemble des structures foliacées observées à la base de la corolle, sous les pétales.

SOUS-MÈRE Branche secondaire.

LE FRUIT



AMANDON Graine de l'amandier débarrassée de l'écale et de la coque.

ÉCALE Enveloppe extérieure charnue

ÉMONDER Enlever le tégument de l'amande

COQUE Partie Interne du péricarpe

TÉGUMENT/PEAU Peau de couleur marron enveloppant l'amandon (comestible mais devant parfois être retiré pour certains usages).

LES STADES PHENOLOGIQUES DE L'AMANDIER



00-A : BOURGEONS D'HIVER



01-B : BOURGEONS GONFLES



03-C : BOURGEONS
AVEC APPARITION DES SÉPALES



55-D1 : BOURGEONS OUVERTS.
DES FEUILLES SONT VISIBLES



57-D3 : FLEURS AUX SÉPALES
OUVERTS.
LES PÉTALES SONT VISIBLES.



60-E : LES ÉTAMINES COMMENCENT
À ÊTRE VISIBLES



67-F : FLEURS OUVERTES



69-G : CHUTE DES PÉTALES



10-C1 DÉBUT DU DÉVELOPPEMENT
DES FEUILLES



31-C2 : ALLONGEMENT DE
L'AXE DES POUSSES



72-H : OVAIRE EN CROISSANCE.
CHUTE DES SÉPALES



75-12 : FRUITS À 50% DE LEUR
CROISSANCE



81-J : FRUITS À LEUR TAILLE
DÉFINITIVE



87-K : SÉPARATION ÉPICARPE



90-L : DÉCOLLEMENT
ÉPICARPE ET MÉSOCARPE

GRILLE D'INTERVENTION PHYTOSANITAIRE EN AMANDIER PFI (année 2017)

EPOQUE - STADE	MALADIE OU RAVAGEUR	SUBSTANCE ACTIVE	SPECIALITE COMMERCIALE	Dose/HI	Nbre max. appl.	DAR	REMARQUES
Hiver		Sulfate de cuivre	BOUILLIE BORDELAISE RSR DISPERS	1.250kg			Favorise la cicatrisation des plaies produites à la taille
Stade A	Bactériose	Hydroxyde de cuivre	CHAMP FLO AMPLI	0.700 l			Ne pas dépasser 6 kg de cuivre métal/ha/ha (moyenne de 30 kg sur 5 ans)
Décembre		Oxychlorure de cuivre	PASTA CAFFARO	0.350 l			
Janvier		Oxyde cuivreux	NORDOX 75WG	0.167kg			
Janvier			EUPHYTANE	2 l			
Février	Stade hivernal des ravageurs	Huile blanche	GOLD/OULIAN/OVIPHYT				Dans les vergers concernés par des dégâts de cochenilles, acariens et pucerons, réduit l'incidence de ces ravageurs en agissant par asphyxie des formes hivernantes.
Stade B-C			ACAKILL				
Avant floraison	Moniliose-Efficace Fusicoccum	Pyraclostrobin+Boscalid	SIGNUM	0.100 kg	2	28 j	Symptômes de Fusicoccum : taches brunâtres puis dessèchement de l'extrémité du rameau
Stade C-D			ROVRAL WG	0.100 kg	3	150 j	Symptômes de Monilia : dessèchement des fleurs, puis des rameaux qui les portent.
Corolle apparente	Moniliose sur fleurs et rameaux	Iprodione	ROVRAL AQUA FLO	0.150 l	3	150 j	SWITCH non homologué sur l'amandier
Stade E-F	Pollinisation	Positionner, à 10 % de fleurs ouvertes, de 6 à 8 ruches/ha. Ne pas traiter durant les périodes d'activités des abeilles					
Stade G	Fusicoccum	Dithianon	DELAN WG	0.070 kg	2	56 j	En cas de forte pression, cette intervention est indispensable et complète l'intervention préflorale
Mars-Avril	Moniliose sur fleurs et rameaux	Renouveler la protection en alternant les substances actives voir stade C-D					
Mars à mai	Eurytoma amygdali (guêpe de l'amande)	Lambda cyhalothrine	KARATE ZEON	0.011 l	3	7 j	En zone touchées, traitement impératif. Intervenir dès le début de la sortie des adultes (suivi des amandes contaminées).
		Thiaclopride	CALYPSO	0.025 l	2	14 j	En Agriculture Biologique, aucun produit n'est autorisé pour cet usage.
							La prophylaxie permet de diminuer les populations.
Mars à mi-juin	Tavelure, Corynéum, rouille	Dithianon	DELAN WG	0.050 kg	2	56 j	Selon conditions climatiques, intervenir tous les 15-20 jours jusqu'à mi-juin. Alternier les substances actives, renouveler après une pluie lessivante.
Stade H		Thirame	ORDOVAL	0.250 kg	3	150 j	
	Polystigma	Pyraclostrobin + Boscalid	SIGNUM	0.100 kg	2	28 j	Traitement préventif en cas de pluie sur verger sensible. DELAN WG est également autorisé pour cet usage.
Après récolte	Bactériose	Application d'un mastic à cicatiser					Sur plaies ouvertes du tronc, provoquées par le secourer. Plusieurs mastics sont autorisés.
	Fusicoccum	Dithianon	DELAN WG	0.070 kg	2	56 j	Risque de contaminations par les plaies ouvertes dues à la récolte et à la chute de feuilles. Prophylaxie.
		Thiophanate-méthyl	TOPSIN 70WG	0.170 kg	1		
Octobre-Novembre	Bactériose	Sulfate de cuivre	BOUILLIE BORDELAISE RSR DISPERS	1.250kg			Le Cuivre permet de protéger des plaies pétiolaires.
Chute des feuilles		Oxyde cuivreux	NORDOX 75WG	0.167kg			Ne pas dépasser 6 kg de Cuivre métal/ha/ha.
En hiver	Eurytoma amygdali (guêpe de l'amande)	Prophylaxie					A la taille, récupérer puis brûler les fruits contaminés gris/noirs et momifiés.

D'après Guide PFI Sud Arbo 2016

BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGES / PUBLICATIONS

- BELLUAU E. Comptes rendus annuels d'expérimentation amandiers. SERFEL, 1994-1997
- CHARREYRON M. Le Sorgho fourrager. Fiche technique Ressources Votre référence Fruits et légumes, Chambre régionale d'agriculture PACA – Station La Pugère – APREL.
- FAVREAU P, and SAINTE BEUVE D. Les besoins en eau des cultures en Corse. ODARC, 2002.
- GONTARD F. Fiche Amandier. BRL, 2014
- GRASSELLY C., DUVAL H., L'amandier, Ctifl, juin 1997
- HOSTALNOU E.. Synthèse régionale « Alternatives à l'arrachage de la vigne ». Fiche technique amande Chambre d'agriculture Languedoc-Roussillon. Septembre 2008
- IGNASI Batlle El almendro, mejora genetica en Espana. El almendro. Revista de fruticultura. Extraordinario, 2010
- MIARNAU X, L. Torguet¹, I. Batlle² i S. Alegre¹ El Cultiu de l'almeter en alta densidad, una alternativa. IRTA. 2014
- MILLAN M. La production de l'amandier en France, support de formation, Ctifl, 2016
- MONTANES E. Datos productivos de las fincas pioneras en el almendro en alta densidad. Olint. 2016

LIENS

- Gestion de la matière organique <http://www.paca.chambres-agriculture.fr/nos-publications/agriculture-biologique/gestion-de-la-matiere-organique/>
- Référentiel des besoins en eau d'irrigation des productions agricoles de Provence-Alpes-Côte d'Azur <http://www.paca.chambres-agriculture.fr/nos-publications/la-publication-en-detail/actualites/referentiel-des-besoins-en-eau-dirrigation-des-productions-agricoles-de-paca/>
- 1^{ère} journée technico-économique de l'amande <http://www.paca.chambres-agriculture.fr/nos-evenements/forums-et-conferences/amande-1ere-journee-technico-economique/>
- ARDEPI Fiches « Eau Fertile » sur <http://www.ardepi.fr/les-fiches-eau-fertile.html>
- 07Mandorlo_ITA.pdf http://www.vivaizanzi.it/UserFiles/File/brochure/07Mandorlo_ITA.pdf
- Il-mandorlo-in-irriguo <http://www.bonificastornaratara.it/wp-content/uploads/2014/02/Il-mandorlo-in-irriguo.pdf>
- Irrigation | Almond Board of California <http://www.almonds.com/growers/irrigation>
- IRRIGATION MANAGEMENT FOR ALMOND TREES <http://cesanjoaquin.ucanr.edu/files/35491.pdf>
- Irrigation_management_module
http://www.almonds.com/sites/default/files/content/attachments/irrigation_management_module.pdf
- Mandorla – Netafim <http://www.netafim.it/crop/almond/best-practice>

CREDITS PHOTO

Afrasa / Ctifl, monographie de l'amandier / Star fruits / Pixabay

EQUIPE DE REDACTION

ONT COLLABORE A LA REDACTION DU REFERENTIEL

Anaïs ALCOVER, Chambre régionale d'agriculture PACA
Matthieu BAMEULE, Communauté de communes Vallée des Baux-Alpilles
Isabelle BOYER, ARDEPI
Henri DUVAL, INRA
Florence FRAISSE, Chambre régionale d'agriculture PACA
Fabrice LHEUREUX, Ctifl
Muriel MILLAN, Ctifl
Jean-Michel MONTAGNON, Chambre d'agriculture 13
Jean-Philippe ROUVIER, GRCETA de Basse Durance

COORDINATION

Florence FRAISSE, Chambre régionale d'agriculture PACA
Jean-Michel MONTAGNON, Chambre d'agriculture 13

RELECTURE

Florence FRAISSE, Chambre régionale d'agriculture PACA
Jean-Michel MONTAGNON, Chambre d'agriculture 13
Vincent RICAUD, Chambre d'agriculture 84

MISE EN PAGE DU DOCUMENT

Anaïs ALCOVER, Chambre régionale d'Agriculture PACA

L'équipe remercie les amandiculteurs qui ont mis à disposition des rédacteurs leurs témoignages et retours d'expérience.

Avec la participation de :



Avec le soutien financier de :

