

# L'oïdium de l'abricotier au Maroc : cycle biologique du champignon et perspectives de lutte

A BENJAMA  
Laboratoire  
de phytobactériologie  
Inra  
BP 533  
Marrakech  
Maroc

## Apricot powdery mildew in Morocco: biological cycle of the fungus and control prospects.

### ABSTRACT

**INTRODUCTION.** In Morocco, powdery mildew is the most serious apricot disease in orchards of the Marrakech region. Apricots degraded by this disease lose their market value. **MATERIALS AND METHODS.** Disease symptoms were monitored in terms of the parasite's development stages. Blades coated with a sticky substance were hung in apricot trees to trap wind-borne perithecia and conidia in order to understand the biological cycle of this fungus. Based on the results, an experiment was conducted to compare the efficacy of three fungicides. **RESULTS.** The fungus has a conidial phase (April-late July) and a perithecial phase, which serves to protect the parasite (August-April). The first disease symptoms are noted on the fruit in April caused by ascospores released by mature perithecia. The dichotomous shape of their fulcra is characteristic of *Podosphaera tridactyla*. Satisfactory results were obtained when fungicide treatments were carried out through two successive crop seasons. Dinocap and triforine (at manufacturers' recommended doses) were found to be significantly better active ingredients than bupirimate. **CONCLUSION.** Based on the experimental results, a treatment schedule using dinocap is recommended. In addition to providing protection during the fruiting period, post-harvest treatments should also be conducted in orchards, during the perithecial phase which is mainly responsible for the pest attacks that occur in April. According to the recommendations, nurseries should also be treated.

### KEYWORDS

Morocco, *Prunus armeniaca*, pest control, fungi.

---

## L'oïdium de l'abricotier au Maroc : cycle biologique du champignon et perspectives de lutte.

### RÉSUMÉ

**INTRODUCTION.** Au Maroc, l'oïdium est la maladie la plus grave des vergers d'abricotiers de la région de Marrakech. Elle déprécie les fruits qui perdent leur valeur marchande. **MATÉRIEL ET MÉTHODES.** Les manifestations de la maladie ont été observées, en liaison avec l'identification des différents stades de développement du parasite. Des lames recouvertes d'une substance collante, accrochées dans les arbres, ont permis de piéger les périthèces et les conidies disséminées par le vent et, ainsi, de comprendre le cycle du champignon. À partir des résultats obtenus, une expérimentation a permis de comparer l'efficacité de trois fongicides. **RÉSULTATS.** Le champignon présente une phase conidienne qui s'étale d'avril à fin juillet et une phase périthéciale de conservation du parasite, qui a lieu d'août à avril. Les premières manifestations de la maladie ont lieu sur fruits dès avril à partir des ascospores libérées des périthèces mûrs. La forme dichotomique de leurs fulcres est caractéristique de l'espèce *Podosphaera tridactyla*. L'application de fongicides, poursuivie durant deux campagnes successives, a donné satisfaction. Le dinocap et la triforine, appliqués aux doses commerciales prescrites, se révèlent être des matières actives statistiquement meilleures que le bupirimate. **CONCLUSION.** À partir des études exploratoires effectuées, un calendrier de traitements à base de dinocap est préconisé. Outre la protection de la période de fructification, il s'applique également au verger après récolte, siège de la phase périthéciale du champignon qui est la source principale des premières infections d'avril. Il prévoit également le traitement des pépinières.

### MOTS CLÉS

Maroc, *Prunus armeniaca*, lutte antiravageur, champignon.

Reçu le 22 avril 1996  
Accepté le 16 avril 1997

Fruits, 1997, vol 52, p 117-125  
© Elsevier, Paris

RESUMEN ESPAÑOL, p. 125

## ● introduction

Les fruits de l'abricotier peuvent être consommés frais ou subir certains traitements industriels donnant lieu à des produits transformés. Dans ce dernier cas, la conserverie utilise les abricots sains sous la forme de demi-fruits appelés oreillons, alors que la production de moindre qualité entre dans la composition de confiseries. Du fait de leur meilleure présentation, les fruits destinés à la conserverie sont vendus deux fois plus chers que les abricots traités en confiserie. Cela incite l'arboriculteur à produire des fruits les plus sains possible, et donc à contrôler les maladies les plus propices à déprécier ses récoltes. Dans ce contexte, l'oïdium représente une réelle menace pour les vergers marocains.

L'oïdium est causé par un champignon de la classe des ascomycètes et de la famille des érysiphacées. Il est connu sur de nombreuses espèces du genre *Prunus*, mais la forme *tridactyla* est inféodée à l'abricotier. Sa forme parfaite est *Podosphaera tridactyla* (Wallr) de Bary également identifiée *P oxyacanthae* (DC) de Bary var *tridactyla* (Wallr) Salm ou *P clandestina* (Wallr) Lev var *tridactyla* (Wallr) WB Cke. Sa forme conidienne est *Oidium passerini* Bert.

L'oïdium, ou blanc de l'abricotier, est présent dans toutes les zones de culture de l'espèce, en particulier dans le bassin méditerranéen (DELMAS, 1953 ; WAFFELAERT, 1969) et en Californie (YARWOOD 1952 ; WEIGLE, 1956). Il a aussi été observé au Moyen Orient par FAYED et al (1967) et très étudié à Taiwan (HUANG et al, 1994, 1995).

Au Maroc, où cette maladie avait déjà été signalée par RIEUF et TEASCA dès 1970, l'abricotier occupe les régions de Benimellal, Fès, Kenitra et Meknes. Il est surtout exploité autour de Marrakech où la superficie des vergers dépasse les 4 600 ha. Actuellement, les surfaces plantées en abricotiers tendent à fortement augmenter et la capacité des usines de transformation est également en pleine croissance. Les variétés les plus cultivées dans ce pays sont le Canino (80 % de la production) et le Bulida (10 % de la production). Le reste du verger est constitué d'abricotiers Beldi et Gelidano.

Cependant, du fait d'attaques d'oïdium aboutissant à une détérioration globale de la qualité des fruits, la valeur commerciale de la production marocaine tend à diminuer au point que la maladie a maintenant un impact économique non négligeable.

À la demande de la Sodea (Société de développement agricole) de Marrakech, une étude sur les conditions du développement du parasite a été réalisée, afin de mettre au point des méthodes de lutte efficaces. Celles-ci vulgarisées auprès des arboriculteurs du pays devraient permettre, à terme, d'enrayer la progression de la maladie et de revaloriser l'abricot marocain.

## ● matériel et méthodes

Les manifestations de la maladie ont été observées dans les conditions climatiques du Maroc, en liaison avec l'observation des différents stades de développement du parasite. À partir des résultats obtenus, un protocole de lutte contre l'oïdium a ensuite été expérimenté. Les expérimentations ont été conduites dans un verger d'abricotiers de 6 ha, situé dans la région de Marrakech.

### description des symptômes

Des abricotiers attaqués ont été observés, conjointement, en verger expérimental et en pépinière. Ainsi, la manifestation des attaques sur fruits et feuilles de jeunes plants, de plants plus âgés ou de rejets a pu être décrite.

### cycle du champignon

Un dispositif a été mis au point pour déceler le début et l'intensité de dissémination des périthèces. Il s'agit de lames (8 x 3 cm) recouvertes d'une substance collante, accrochées à différentes hauteurs et à différents niveaux de l'arbre (fig 1). Ces indicateurs ont été mis en place dès le début du mois de mars qui correspond à la période de nouaison de l'abricotier en climat marocain. Les lames, renouvelées tous les 10 j, ont été observées à la loupe binoculaire en laboratoire.

Par ailleurs des observations de feuilles et de fruits échantillonnés ont permis d'observer la présence éventuelle des conidies disséminées et de déceler la période de formation des périthèces.

Des mensurations ont porté sur 500 périthèces et 500 conidies prélevés sur des arbres contaminés en mars pour les uns et en avril pour les autres. Les mesures ont été faites individuellement sous microscope type Olympus BH-2 au grossissement 40, après quoi la taille moyenne de chacun des organes étudiés – périthèce, fulcre, asque, ascospore et conidies – a été calculée.

## essai de lutte contre l'œidium de l'abricotier

Des essais de traitement ont été conduits en verger expérimental durant deux campagnes de production.

Trois matières actives fongicides ont été testées : la triforine à 1,25 ml/l, le bupirimate à 0,30 ml/l et le dinocap à 0,5 g/l. Cinq arbres de même développement ont été choisis pour subir chacun de ces traitements renouvelés 3 fois : lors de la chute des pétales, à l'apparition des premières taches révélant une attaque d'œidium et 10 j après cette observation. Cinq autres arbres, non traités, ont été utilisés comme témoins de l'efficacité des traitements.

Les observations ont porté sur 100 fruits de chacun des arbres traités, soit sur 1 500 fruits échantillonnés pour chacun des traitements.

L'analyse statistique des résultats a été réalisée à l'aide du test de Fisher, au seuil de signification de 5 %.

## résultats

### manifestation de la maladie

En verger à Marrakech, les premiers symptômes apparaissent en mars. Ils se manifestent sur fruits par des taches blanchâtres, qui se révèlent être des fructifications conidiennes. Les taches s'entourent ensuite par un halo marginal rouge (fig 2).

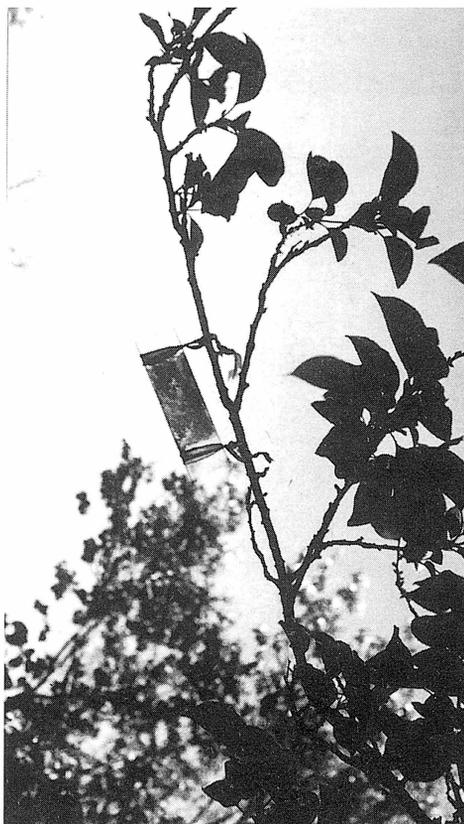


Figure 1  
Lame engluée, accrochée à un abricotier pour piéger les périthèces de l'œidium disséminés par le vent.

Ces taches apparaissent souvent sur les côtés des fruits ombragés par le feuillage et au niveau des points de contacts de deux fruits (fig 3). Le côté de l'arbre exposé au sud-ouest est le plus atteint. Ces taches peuvent atteindre 1 à 4 cm de diamètre et il peut y avoir jusqu'à 3 ou 4 taches par fruit, lequel se craquelle ensuite, pendant

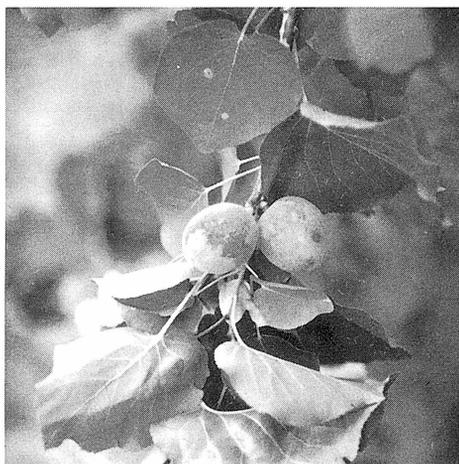


Figure 2  
Taches blanchâtres entourées d'un halo marginal rougeâtre, symptôme caractéristique d'une des manifestations de l'œidium sur abricots.



Figure 3  
Tâches au niveau des points de contact entre deux fruits, caractéristiques de la manifestation de l'oidium sur abricots.



Figure 4  
Abricots atteints par l'oidium ayant perdu toute valeur marchande.

les grandes chaleurs. Les fruits atteints n'ont aucune valeur marchande (fig 4).

Les feuilles sont moins atteintes que les fruits. Elles présentent des taches mycéliennes blanches entourées d'un halo rouge à la face supérieure du limbe. À la face inférieure, il y a un rougissement des tissus au point d'attaque.

En pépinière, les attaques touchent les feuilles principalement. Les symptômes sont alors les mêmes que ceux décrits précédemment. Les infestations sont abondantes de la fin de l'été au début de l'automne, époque à laquelle se forment les périthèces.

### description du parasite

Les mensurations des différentes formes prises par le champignon (tableau I) s'avèrent conformes à celles trouvées par VIENNOT-BOURGIN (1954) et BOVEY (1972).

Le pathogène existe sous ses deux formes sur le végétal (fig 5). La forme conidienne est caractérisée par des conidiophores courts et abondants ; les conidies sont facilement libérées par une simple secousse de la feuille. Cette phase conidienne débute au printemps et se poursuit jusqu'en été ou s'effectue la formation des périthèces. La phase périthéciale débute par l'apparition des périthèces au sein d'un laci mycélien. Plus l'amas mycélien est dense et plus les périthèces sont abondantes. Ces organes passent ensuite par différents stades de maturité. Les périthèces jaunes sont constitués d'une masse ronde, jaune, présentant des ébauches de fulcres courts (23  $\mu\text{m}$  de long), sans dichotomie. Ils deviennent ensuite roses et les fulcres s'allongent de plus en plus jusqu'à atteindre 41,30  $\mu\text{m}$  de long. Les périthèces roses commencent à mûrir et deviennent bruns. La paroi est alors bien délimitée et les fulcres se dichotomisent. À maturité, le périthèce a une couleur noire caractéristique. La paroi est bien différenciée et les fulcres dichotomiques sont typiques du genre. En écrasant ces différents types de périthèces, les structures jaunes et roses libèrent un asque circulaire dont l'intérieur est limpide. En revanche, les brunes laissent apparaître l'asque circulaire dont le contenu présente

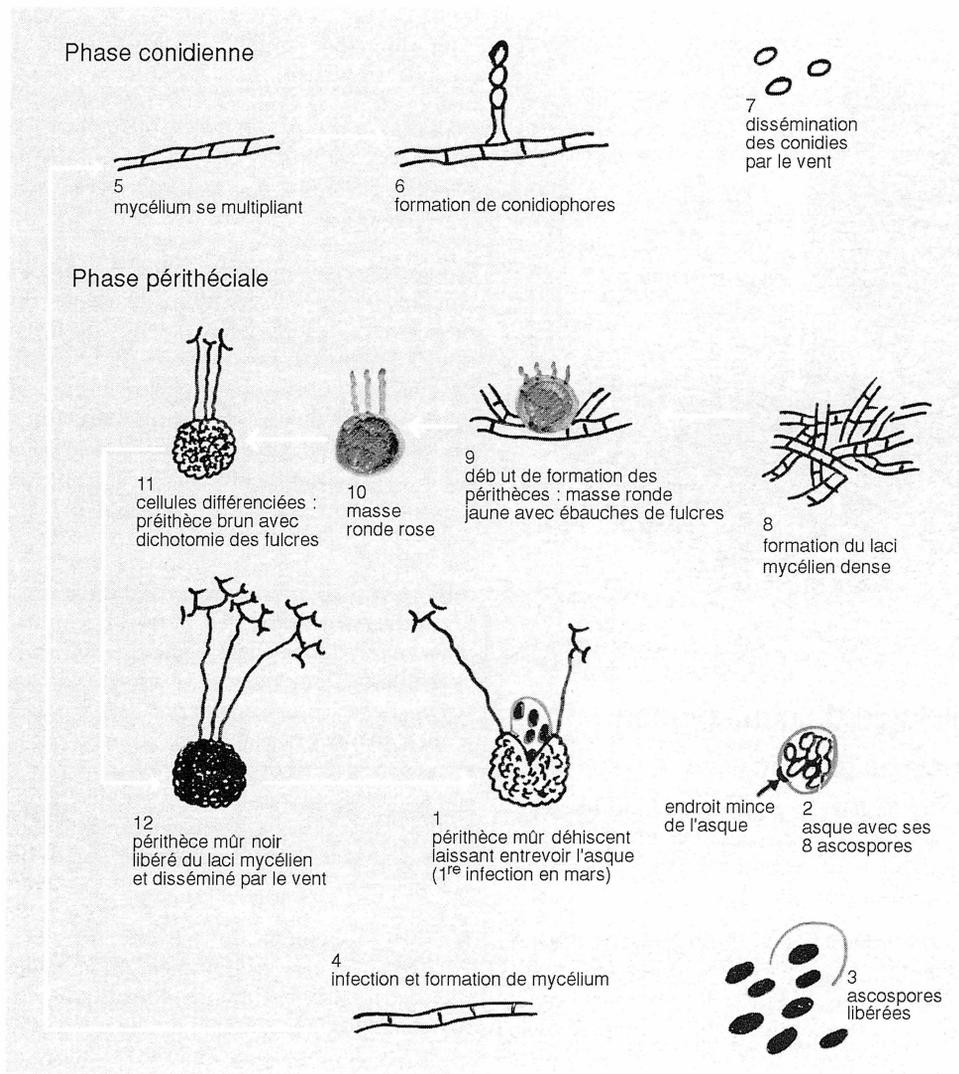


Figure 5  
Les différentes phases de développement du champignon responsable de la maladie du blanc de l'abricotier, ou oïdium.

des cellules visibles aux limites cependant difficilement perceptibles.

Les asques des périthèces noirs apparaissent par une simple pression. Une torsion de l'asque permet d'observer huit ascospores, nettement visibles (fig 6) ; ils sont propulsés au travers de la partie mince de la paroi de l'asque. Plus l'orifice de libération des ascospores est mince et plus ces derniers sont mûrs. La vitesse de libération de l'asque est plus faible que celle des ascospores qui se trouvent sous pression à l'intérieur de l'asque. Sous l'effet d'un choc, la paroi éclate en éjectant les ascospores.

Tableau I

Mensuration des organes produits par le champignon responsable du blanc de l'abricotier ou oïdium (moyennes obtenues à partir de l'observation de 500 périthèces et 500 conidies).

Organes produits par le champignon	Dimension (en $\mu\text{m}$ )
<b>Forme parfaite</b>	
périthèces mures	77,92
fulcres	153,15 (minimum 23,60 ; maximum 413)
asques	63,08
ascospores	17,44 × 10,84
<b>Forme conidienne</b>	
conidies	17,7 × 28,02

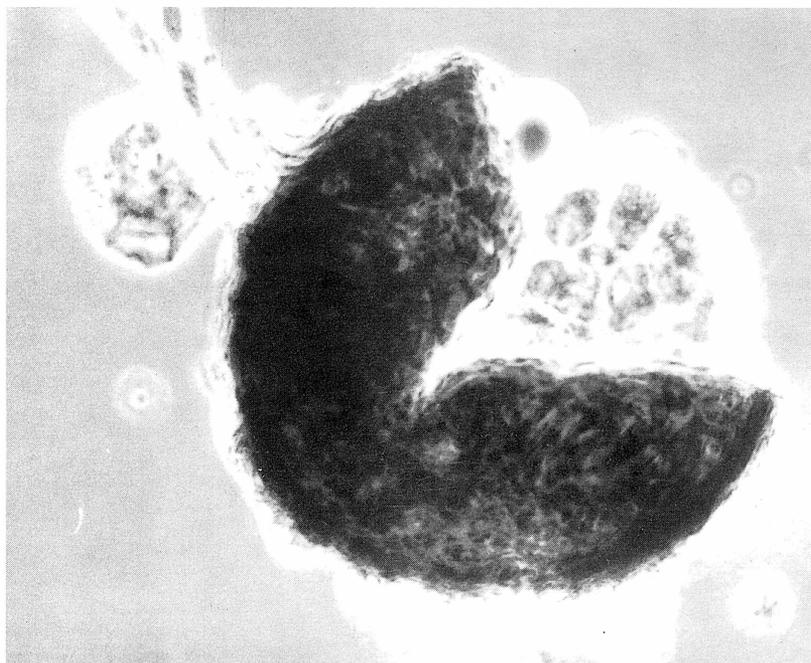


Figure 6  
Périthèce mûr de *Podosphaera tridactyla*, déhiscent, laissant entrevoir un seul asque avec ses huit ascospores.

### biologie du champignon cycle du parasite

En pépinière le parasite attaque les rejets et les feuilles qui sont contaminés par les ascospores et les conidies. En verger, fruits et feuilles sont touchés.

L'observation des premiers périthèces, identifiés par piégeage sur les lames disposées à cet effet dans les arbres, a eu lieu au cours de la deuxième décennie de mars. Un pic de dissémination a été observé à la fin de ce mois de mars avec le dénombre-

ment de près de 70 périthèces par lame, quel que soit l'emplacement de celle-ci dans la frondaison. Ces périthèces, après observation sous microscope, se sont avérées vides ; l'asque qu'ils contenaient avait donc déjà été libéré, et ses ascospores, à l'origine de nouvelles attaques, probablement propulsés.

Le pic de dissémination des périthèces coïncide avec l'observation, au début du mois d'avril, des premières taches sur fruits dues à l'oïdium. Les conidies sont libérées, ce qui est confirmé par l'observation, à la loupe binoculaire, de telles structures accrochées aux poils des feuilles et des fruits. Vers la fin juillet, les périthèces commencent à se former à la face inférieure des feuilles, que ce soit en verger ou en pépinière. Ils abondent en septembre-octobre. En novembre-décembre, les feuilles, portant des périthèces mûrs, mais non déhiscentes, tombent. Ceux-ci peuvent également être observés sur les rejets des arbres en verger et sur les jeunes plants en pépinière. A la fin de la nouaison des fleurs, en mars de l'année qui suit, réapparaissent les premiers symptômes sur fruits (fig 7), marquant le début d'un nouveau cycle de développement du champignon.

Le développement du parasite, et donc l'observation des symptômes de la maladie, est lié aux conditions climatiques. En mars, les températures sont douces (22 à 26 °C) et donc propice à la prolifération du mycélium qui provoque les taches blan-

Figure 7  
Cycle biologique du champignon responsable de l'oïdium de l'abricotier et calendrier des traitements de lutte, préconisé au Maroc, en fonction des stades physiologiques de l'abricotier (A : bourgeon, B-C : débourrement, C-D : préfloraison, E-F : floraison, G : chute des pétales, H : nouaison, I : gonflement des fruits, J : maturation des fruits et récolte).

mois	déc	jan	fév	mars	avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov
<b>stade phénologique</b>	chute feuilles	A	B C	C D	E F	G	H	I		J		repos végétatif
<b>cycle du parasite</b>	périthèces abondants et mûrs sur feuilles par terre et sur rejets		dissémination des périthèces par vent : premières contaminations des fruits			dissémination conidienne sur fruits et formation du mycélium à la face inférieure des feuilles : <b>début formation des périthèces</b>			formation de périthèces dans laci mycélien			
<b>phases</b>	<b>Phase périthéciale</b>			<b>Phase conidienne</b>				<b>Phase périthéciale</b>				
<b>périodes d'intervention</b>			soufre	dinocap	dinocap	dinocap	dinocap	dinocap			dinocap	

châtres observées sur feuilles et fruits ; en été, la température, supérieure à 30 °C, entraîne le début de la formation des périthèces en même temps que le dessèchement des fruits atteints d'oïdium qui se craquent.

### dissémination du champignon

La dissémination du champignon se fait principalement par le vent qui entraîne les périthèces mûrs détachés du laci mycélien. Ceux-ci s'accrochent par les fulcres aux poils des fruits et des jeunes feuilles, gluantes à leurs faces inférieures.

### conservation du parasite

Dans les conditions climatiques du Maroc, l'oïdium de l'abricotier hiverne principalement sous sa forme parfaite : le périthèce. Cette forme assure la survie du parasite pendant la saison sèche. Il peut y avoir jusqu'à 20 périthèces par centimètre carré de surface foliaire.

Dans certains cas, le mycélium, vivant et fructifère, peut permettre le maintien du champignon, mais seulement sur les feuilles qui restent accrochées à l'arbre pendant la période de septembre à janvier.

### lutte contre l'oïdium de l'abricotier

Dans le verger expérimental d'abricotiers traités pendant deux campagnes de production, des symptômes d'oïdium ont pu être observés dès la première année d'étude (fig 8a), aussi bien sur les arbres témoins que sur les arbres traités ; la maladie a continué de se manifester au cours de la deuxième année (fig 8b).

Les applications de fongicides ont cependant permis de diminuer le nombre de fruits atteints qui s'avère significativement moins élevé sur les arbres traités que sur les plants non traités. Durant les deux années d'expérimentation, l'utilisation de l'une ou l'autre des trois matières actives testées a ainsi permis de réduire sensiblement l'intensité des attaques. Cependant, dans cet essai, le dinocap et la triforine ont été statistiquement plus efficaces que le bupirimate.

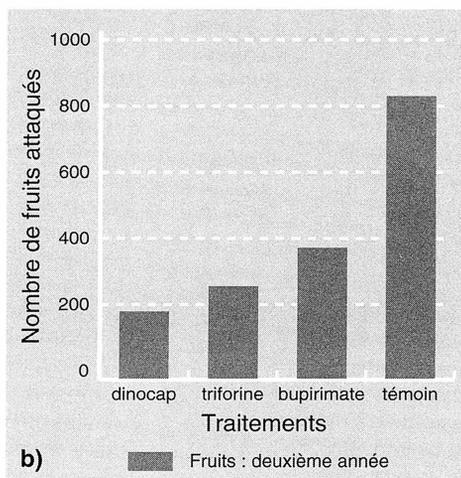
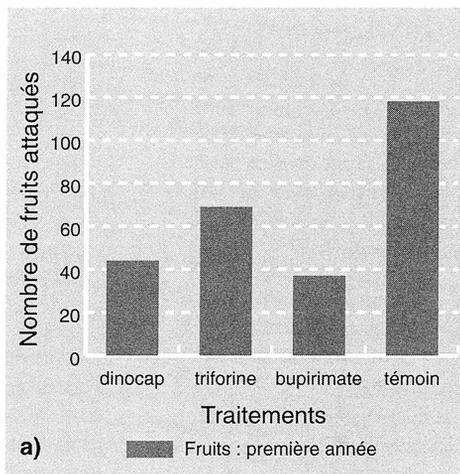


Figure 8  
Comparaison du nombre de fruits présentant des symptômes d'oïdium après une première année (a) et une deuxième année (b) de traitements testant trois matières actives fongicides différentes par rapport à un lot témoin d'arbres non traités. L'échantillonnage a porté sur 1 500 abricots observés par traitement et par année.

D'autres travaux du même type, réalisés au Japon, avaient auparavant abouti à la recommandation de trois autres produits fongicides dont le myclobutanil, le flusilazole et le pyrifénox (HUANG et al, 1995a). Les résultats avaient alors été très satisfaisants, car les traitements avaient été réalisés durant deux années consécutives entre janvier et avril, périodes pendant lesquelles un nombre maximal de spores conidiennes était disséminé (HUANG et al, 1995b). Par suite, les auteurs recommandaient d'effectuer des traitements à partir de la mi-décembre de l'année, puis tous les 15 j, jusqu'en avril de l'année suivante.

Bien que le nombre de traitements alors préconisés paraisse trop important dans le contexte marocain, l'entretien sanitaire du verger malade, effectué entre septembre et décembre, doit, en revanche, être conseillé.

## ● conclusion

Compte tenu du cycle biologique du champignon tel qu'il a été observé au cours de cette étude, il est possible de proposer un protocole de lutte contre l'oïdium de l'abricotier adapté aux conditions climatiques du Maroc.

Les jeunes plants élevés en pépinière étant une source importante de dissémination des conidies et des ascospores, ils devront être traités en automne, au mois d'octobre principalement, au moment de la formation des périthèces, puis au printemps, à la mi-avril, lorsque ces structures ayant atteint leur maturité sont disséminées par le vent. Le produit préconisé serait à base de dinocap, matière active dont l'efficacité a été mise en évidence au cours de l'expérimentation effectuée.

En vergers, les traitements devront être à la fois préventifs et curatifs. Le protocole élaboré prévoit un premier traitement au dinocap, en été, juste après la récolte des fruits, pour contrôler le développement du mycélium sur les feuilles. Un second traitement également à base de dinocap effectué en automne, à la mi-septembre, permettra d'agir sur le mycélium qui donnerait naissance aux périthèces ; il devra être complété en février par l'application d'un produit à base de soufre.

Pour protéger les arbres lors de la reprise de végétation en fin mars – début avril, période qui coïncide avec la manifestation des premiers symptômes d'oïdium, il faudra enfin envisager trois traitements de rappel au dinocap, effectués tous les 15 j (fig 7).

L'application stricte d'un tel protocole devrait permettre, après une certaine

période, de revaloriser la production d'abricots au Maroc, par diminution sensible du taux d'attaques des arbres par le champignon parasite responsable de la maladie de l'oïdium.

## ● références

- Bovey R (1972) *La défense des plantes cultivées*. Lausanne, Suisse, Payot, 479-483
- Delmas HG (1953) L'oïdium de l'abricotier en Roussillon. *Annales des Épiphyties*, 10, 263-338
- Fayed GE, El Ghamrawy AK, Sabet KA (1967) *Podospaera oxycanthea* var *tridactyla* Sal in the UAR. *Agric Research Review*, le Caire, 45 (1), 5-19
- Huang JW, Chen JH, Chung WC, Yang SH (1995a) Chemical control of powdery mildew on Japanese apricot. *J Agric Forest* 44 (1), 13-18
- Huang JW, Tsay TT, Kao CW, Sun SK (1995b) Research achievements in integrated management of crop diseases. *Plant Protection Bulletin (Taipei)* 37 (1), 15-27
- Rieuf P, Teasca G (1970) Parasites et saprophytes des plantes au Maroc. Rabat, Maroc, direction de la Recherche agronomique, *Cahiers de la recherche agronomique* 28, 357 p
- Viennot-Bourgin G (1945) *Les champignons parasites des plantes cultivées*. Paris, France, Masson, 1851 p
- Waffelaert P (1969) Nouvelles perspectives de lutte contre le monilia et l'oïdium de l'abricotier. *Phytiatrie-Phytopharmacie* 18, 51-55
- Weigle GC (1956) Powdery mildew (*Podospaera tridactyla*) on almond. *Plant Disease Reporter* 40 (6), 584
- Yarwood CE (1952) Apricot powdery mildew from rose and peach. *Bulletin Department Horticulture*, États-Unis, Californie, 19-25

## El oidium del albaricoque en Marruecos: ciclo biológico del hongo y perspectivas de lucha.

### RESUMEN

**INTRODUCCIÓN.** En Marruecos, el oidium es la enfermedad más grave de los huertos de albaricoque de la región de Marrakech. Debido a la degradación sufrida, los frutos pierden su valor.

**MATERIAL Y MÉTODOS.** Se observaron las manifestaciones de la enfermedad en relación con la identificación de las diferentes etapas de desarrollo del parásito. Con unas láminas recubiertas de una sustancia adherente, pegadas a los árboles, se pueden atrapar los peritecios y conidios diseminados por el viento y, de este modo, comprender el ciclo del hongo. A partir de los resultados obtenidos, se pueden comparar experimentalmente la eficacia de tres fungicidas. **RESULTADOS.** El hongo presenta una fase conidial que se extiende de abril a finales de julio y una fase peritecial de conservación del parásito, que tiene lugar entre agosto y abril. Las primeras manifestaciones de la enfermedad se producen en los frutos desde abril, a partir de ascósporas liberados por los peritecios maduros. La forma dicotómica de sus fulcros es característica de la especie *Podosphaera tridactyla*. La aplicación de fungicidas, realizada durante dos campañas sucesivas, resultó satisfactoria. El dinocap y la triforina, aplicados según las dosis comerciales prescritas, se revelan materias activas estadísticamente mejores que el buprimato. **CONCLUSIÓN.** En función de los estudios exploratorios efectuados, se preconiza un calendario de tratamientos a base de dinocap. Además de la protección del periodo de fructificación, también se aplica al huerto después de la cosecha, sede de la fase peritecial del hongo que es la fuente principal de las primeras infecciones de abril. El tratamiento prevé asimismo el tratamiento de los semilleros.

### PALABRAS CLAVES

Marruecos, *Prunus armeniaca*, control de plagas, hongos.