

# INCIDENCE DE L'INSTALLATION PRÉCOCE DE *BOTRYTIS CINEREA* SUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA POURRITURE GRISE DU MUSCAT D'ITALIE DANS LE VIGNOBLE TUNISIEN

## EFFECT OF EARLY CONTAMINATION BY *BOTRYTIS CINEREA* ON THE DEVELOPMENT OF GREY MOULD ON MUSCAT D'ITALIE IN TUNISIAN VINEYARD

S. CHEBIL<sup>1\*</sup>, J. ROUDET<sup>2</sup>,  
A. GHORBEL<sup>1</sup> et Bernadette DUBOS<sup>2</sup>

1 : Laboratoire d'Amélioration et d'Adaptation des Plantes, INRST,  
B.P. 95, 2050 Hammam lif, Tunisie

2 : UMR INRA-ENITAB Santé Végétale, BP 81, 33883 Villenave d'Ornon cedex, France

**Résumé :** Le suivi du développement épidémique de la Pourriture grise a été réalisé sur le Muscat d'Italie durant trois ans. En période de pré-véraison, le taux de contamination par *B. cinerea* est généralement faible sur les écorces, important sur les capuchons floraux et dépend de l'année pour la contamination des baies vertes non encore réceptives au champignon. Après la véraison, nous avons noté une forte proportion de pourriture interne dans les grappes. L'analyse statistique de l'influence des contaminations précoces par *B. cinerea* sur le développement de la maladie en période de post-véraison a mis en évidence l'influence significative du taux de *B. cinerea* quiescent présent dans les baies adolescentes sur l'apparition de la maladie sur les grappes.

**Summary :** Grey rot, caused by *Botrytis cinerea*, is nowadays the most damaging disease of the Tunisian vineyard. The fungus attacks berries at the maturation stage and causes important economic losses. The protection of vineyard against this disease is very difficult due to the fungus characteristics. In fact *B. cinerea* is in the border of parasitism and saprophytism, in pre-veraison it usually survive as saprophyte then it attacks berries before their maturation. The purpose of this study is to highlight the role of pre-veraison's contamination by *B. cinerea* on the development of the Grey rot on the berries after veraison.

The results revealed that at the pre-veraison stage, *B. cinerea* grows as a saprophyte. The fungus's rate presence is low on the barks (less than 10 %), very high on the floral buds (between 5 and 27 %) and relatively high in the immature berries (about 20 %). The quantification of bunches pollution, showed that the rate of contaminations by *B. cinerea* is very high (more than 70 %).

On the other hand, the mapping out showed up that outbreak of the disease happened after veraison on Muscat d'Italie. Also, the rate of berries' rot, were different each year, in relation to the climatic conditions and plant's physiology. We found that the rate of rot inside bunches is relatively high (between 15 and 40 %) due to conidia on stem or *B. cinerea* latent. The statistical analysis showed significant relationships between the rate of latent *B. cinerea* and the appearance of the disease after the veraison stage. Also, the scoring of conidia observed in the air showed a big activity of the fungus during flowering and the maturation of berries.

**Mots clés :** Épidémiologie, vigne, pourriture grise, *Botrytis cinerea* quiescent

**Key words:** Grapevine, Grey mould, *Botrytis cinerea* latent

### INTRODUCTION

La pourriture grise causée par le champignon *B. cinerea* est actuellement l'une des maladies de la vigne la plus redoutée par les viticulteurs en Tunisie en raison des pertes très dommageables qu'elle occasionne sur la vendange, en particulier sur les cépages de table après la véraison, période charnière où les baies deviennent réceptives aux attaques du parasite (CHEBIL *et al.*, 2002).

L'origine de la contamination des baies est encore mal cernée. En effet, la contamination peut être due à des conidies d'origine exogène dispersées par le vent et la pluie, mais aussi par le champignon déjà installé sur la plante (sur les écorces des sarments durant l'hiver et dans les grappes, soit à l'état saprophyte sur les débris floraux sénescents soit sous forme quiescente dans les baies non encore réceptives avant la véraison (PEZET et PONT, 1992 ; PEZET, 1993).

L'objectif du travail présenté est de montrer le rôle de ces contaminations précoces sur le développement visible de la maladie sur les baies après la véraison afin de mieux comprendre le développement épidémique de la maladie sur le Muscat d'Italie et d'optimiser la protection des vignes de table contre la pourriture grise. Ce travail a été réalisé durant trois ans dans le cadre du Réseau International d'Étude de l'épidémiologie de la pourriture grise animé par B. DUBOS (INRA) et T. COULON (ITV) (COULON, 2002).

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### I - MATÉRIEL

#### 1) Les parcelles expérimentales

Le suivi du développement épidémique de la Pourriture grise est réalisé sur une parcelle de Muscat d'Italie dans la région du Cap Bon tunisien. Les ceps, conduits en Pergola, sont âgés de 10 ans, greffés sur R140 et très vigoureux.

Les substances actives destinées à la couverture phytosanitaire, essentiellement anti-mildiou, anti-oïdium et anti-cicadelles, ont été choisies pour n'avoir aucun effet secondaire sur la pourriture grise.

La parcelle est irriguée avec un système gouttes à gouttes à partir de la nouaison (début juin) jusqu'à 2 semaines avant la récolte à raison d'une irrigation par semaine. Les goutteurs, installés au niveau de la frondaison, présentent un débit de 8 l/h pendant 2 ou 4 heures selon les conditions climatiques.

#### 2) Le capteur de spores

Pour le suivi de l'évolution de la sporée aérienne au vignoble, un capteur de spores de type Burkard est installé dans la parcelle. Les conidies aspirées se collent sur une bande adhésive située sur un tambour dont la vitesse de rotation est d'une semaine. Le comptage des conidies se fait au microscope ; les résultats sont exprimés en nombre de conidies par m<sup>3</sup> d'air aspiré par semaine.

#### 3) Les données météorologiques

Les données météorologiques sont enregistrées sur la parcelle à l'aide d'un pluviomètre et d'un thermohygrographe. Les données recueillies sont exprimées en moyennes journalières.

#### 4) Le milieu nutritif

La présence de *B. cinerea* sur les différents organes est évaluée sur un milieu nutritif malt (15 g/L), agar (20 g/L).

### II - MÉTHODOLOGIE

La méthodologie utilisée a été mise au point par les partenaires du Réseau d'étude sur l'épidémiologie de la pourriture grise et la pertinence de l'échantillonnage proposé a été validée dans les conditions environnementales du vignoble de table tunisien. Le dispositif expérimental comporte six blocs. Chaque répétition est constituée d'une placette centrale et de quatre placettes latérales. Chaque placette est constituée de cinq ceps. Dans la placette centrale est effectué le suivi du développement épidémique de *B. cinerea* sur 180 grappes identifiées, à raison de six grappes par cep, situées sur les bourgeons de rang 3 et 8 de trois sarments. Dans les placettes latérales est réalisé le prélèvement des grappes destinées aux études destructives (pollution des inflorescences, origine spatiale du développement de la pourriture grise).

#### 1) Estimation de l'installation précoce de *Botrytis cinerea*

##### a) Prélèvement des écorces

Les prélèvements sont effectués au stade « grappes visibles » dans la parcelle centrale. Pour ce faire, un fragment d'écorce est prélevé à l'aide d'outils stériles sur l'entre-nœud du sarment situé immédiatement au-dessus de l'insertion des rameaux porteurs des grappes identifiées. Les fragments d'écorces sont déposés par la suite, en conditions stériles, dans des boîtes de Petri identifiées contenant du milieu nutritif malt-agar. La notation des résultats a lieu une dizaine de jours plus tard. Les résultats sont exprimés en présence ou absence de *B. cinerea*.

##### b) Prélèvement des inflorescences

Le prélèvement de 180 inflorescences est réalisé dans les parcelles latérales aux stades préfloraison et début nouaison. Chaque grappe est déposée dans un sac en plastique de congélation incolore, dans lequel est placé une éponge stérile humide. Les sacs sont gonflés d'air pour éviter que les parois internes du sac ne collent à la grappe et pour faciliter l'observation. Ils sont ensuite déposés sur une surface plane à l'abri des rayons du soleil, à une température de 20 °C, et soumis à l'alternance jour-nuit. Des observations quotidiennes sont réalisées pour déterminer avec précision l'apparition des premiers foyers, les notations sont ensuite effectuées tous les deux jours. On note la présence ou l'absence de la maladie sur la rafle et/ou sur les bouquets floraux. On arrête les observations dès que la présence de la maladie est constatée sur les deux organes, soit généralement après huit jours d'incubation. Compte tenu de la lourdeur de cette manipulation (en temps et en espace), elle n'a été réalisée que la première année.

#### c) Prélèvement de capuchons floraux sénescents

Les prélèvements sont effectués aux stades mi-floraison et fin floraison/début nouaison dans la parcelle centrale. Six capuchons floraux sénescents sont prélevés par grappe identifiée (soit 1 080 capuchons floraux) puis placés en boîte de Petri sur milieu nutritif malt-agar dans les conditions du laboratoire. La présence éventuelle de *B. cinerea* est observée six jours plus tard.

#### d) Prélèvement des baies adolescentes

Les prélèvements sont effectués dans la parcelle centrale quinze jours après la fermeture de la grappe à raison de 4 baies par grappe identifiée. En effet, les expérimentations effectuées les années précédentes ont montré que le taux le plus élevé de *B. cinerea* quiescent est toujours obtenu quinze jours après la fermeture de la grappe. Afin de révéler la présence éventuelle de *B. cinerea* quiescent dans les baies, les échantillons sont traités selon la méthode de PEZET (1992). Chaque baie est ensuite découpée en deux et déposée sur milieu malt-agar dans une boîte de Petri identifiée. Les boîtes sont placées dans les conditions du laboratoire. Les résultats sont exprimés en « présence/absence » de *B. cinerea* dans la baie, environ dix jours plus tard.

#### 2) Suivi du développement du champignon sur la grappe en postvéraison

Le suivi du développement de la maladie débute, dès l'apparition du premier foyer de pourriture sur une des grappes de la parcelle centrale. La date d'apparition des foyers, leur importance (en nombre de baies) et leur évolution sont notées à chaque observation hebdomadaire.

#### 3) Origine des foyers de pourriture sur les grappes

Le prélèvement des grappes est effectué lorsque le taux moyen d'attaque dans les placettes latérales est de 10 % ou à la récolte si ce taux de 10 % n'est pas atteint. Pour cela, 30 grappes visuellement malades et 30 grappes extérieurement saines sont prélevées par bloc. Après observation et dissection des grappes, la présence ou l'absence de foyers de pourriture à l'intérieur de la grappe ainsi que leurs liaisons avec les foyers observés à l'extérieur de la grappe sont notées.

#### 4) Analyse statistique des résultats

L'objectif de cette analyse est de savoir si l'installation précoce de *B. cinerea* sur une grappe identifiée (sur fragments d'écorces, capuchons floraux, baies vertes) influence l'importance de la manifestation de la Pourriture grise en postvéraison sur cette grappe. La vérification s'opère pour chaque période d'observation, dès l'apparition des premiers symptômes et jusqu'à la récolte.

Le test retenu porte sur les rangs (statistique d'ordre, test de scores de Savage) et non sur les mesures brutes, afin de réduire l'influence de quelques valeurs extrêmes dans le cas de distributions fortement asymétriques (type exponentiel). Les calculs résultent de l'application de la PROC NPAR1WAY du logiciel de statistiques SAS. La lecture des résultats (significativité des différences) s'opère de la même manière que dans le cas d'un test khi-deux.

## RÉSULTATS

### I - INFORMATIONS PRÉLIMINAIRES

La compréhension des résultats obtenus sur l'étude du développement de la pourriture grise sur la vigne nécessite la prise en compte de certaines composantes du système épidémiologique ayant trait au climat, au parasite et à la plante.

#### 1) Les conditions climatiques

Le climat gouverne en grande partie les changements quantitatifs d'états tant au niveau du parasite que de la plante hôte (RAPILLY, 1991).

Au cours de notre expérimentation, nous avons suivi la température, l'humidité relative et la pluviométrie depuis janvier jusqu'à septembre dans la parcelle étudiée. Les événements climatiques qui ont marqué ces trois années d'étude sont les suivantes :

- La première année, des précipitations importantes ont été enregistrées en mai (48 mm), juin (45 mm) et août (18mm). Elles ont coïncidé respectivement avec la floraison, la nouaison et la maturation des baies du Muscat d'Italie.

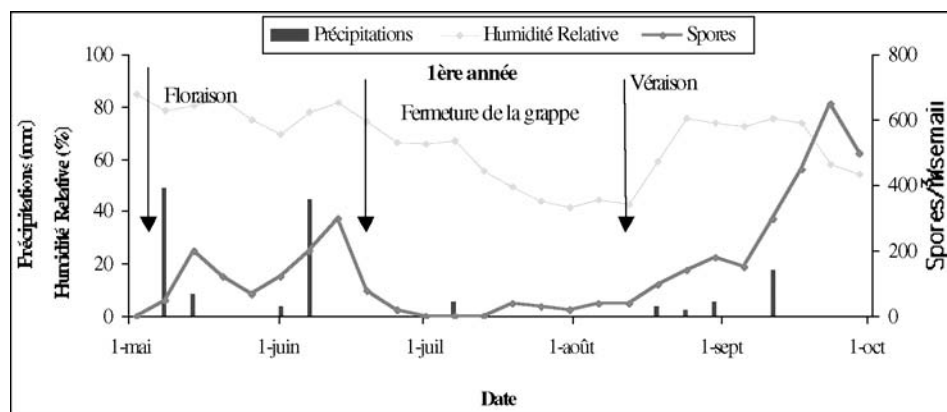
- La deuxième année, nous avons enregistré des températures élevées (température maximale de 35 °C) au début du mois de mai et des précipitations faibles en mai et juin, mais en revanche très importantes en août.

- Enfin la troisième année, nous avons enregistré des précipitations faibles (3 mm) en mai et juin (2 mm), des températures maximales élevées dépassant 40 °C à partir de juillet et des précipitations le 13 août (13 mm) et le 15 septembre (11 mm).

À noter d'une façon générale, une humidité relative élevée supérieure à 80 % à l'exception de la période début juillet à mi-août (40 à 50 %).

#### 2) La sporée aérienne

La variation de la sporée aérienne dans le vignoble renseigne sur la dispersion des conidies de *B. cinerea* dans le temps en fonction des facteurs climatiques. Il est alors possible de déterminer les périodes et les conditions dans



**Figure 1 - Variation de la sporée aérienne de *B. cinerea* au cours de la première année**  
**Variation of *B. cinerea* conidia amount in atmosphere during the thirist year**

**Tableau I - Dates des stades phénologiques et apparition des premiers symptômes de pourriture grise**

	Date of phenological stage and the thirst appearance of Grey mould on grapes		
	1 <sup>ère</sup> année	2 <sup>e</sup> année	3 <sup>e</sup> année
Début floraison	10 mai	15 mai	10 mai
Fin floraison	9 juin	31 mai	9 juin
Début véraison	12 août	13 juillet	28 juillet
Fin véraison	19 août	1 août	8 août
Apparition des premiers symptômes	22 août	4 août	11 août
Récolte	18 septembre	2 septembre	29 septembre

**Tableau II - Quantification de *B. cinerea* à différents stades phénologiques de la vigne**

	Quantification of <i>B. cinerea</i> at different phenological stages of grapevine			
	Année	1 <sup>ère</sup> année	2 <sup>e</sup> année	3 <sup>e</sup> année
Taux d'écorces contaminées		2,2	0,6	9,4
Taux de capuchons floraux contaminés		27,3	5,4	6,1
Taux <i>B. cinerea</i> quiescent au stade B+ 15		10	1,7	15,5
Taux de grappes attaquées		94	92	82
Taux de pourriture sur les baies à la récolte		17,66	24,3	13,03

lesquelles le pathogène est le plus abondant et par conséquent le plus menaçant (BULIT et DUBOS, 1982).

La quantification de la sporée aérienne au cours des 3 années d'étude montre une évolution identique, les seules différences résident dans la date de la première capture et la quantité de conidies libérées. À titre d'exemple, nous avons choisi de présenter la variation de la sporée aérienne au cours de la première année qui est marquée par un léger retard dans l'apparition des premières captures et une sporée aérienne importante tout particulièrement de mai à

juillet (fig. 1). On constate une quasi-absence de conidies durant l'hiver, puis une apparition avant la floraison et une augmentation jusqu'à la fermeture de la grappe, puis à nouveau une quasi-absence jusqu'à la mi-août, période de maturation des baies. À noter, bien sûr, que la présence de conidies est liée aux épisodes pluvieux et à l'humidité relative élevée favorables au développement et à la sporulation du champignon.

3) Identification des stades phénologiques de la vigne et de la date d'apparition des premiers symptômes de pourriture grise

Les dates des stades phénologiques de la vigne, importants pour le cycle biologique du parasite, et l'apparition des premiers symptômes de pourriture grise sont rassemblées dans le tableau I.

Trois faits marquants sont à signaler :

- une longue durée de la floraison qui s'explique probablement par des irrigations plus ou moins aléatoires qui contribuent à l'étalement de la période de floraison,

- la durée de développement de la grappe est très variable selon l'année et ceci probablement en relation avec la gestion de l'irrigation,

- les premiers foyers de pourriture grise sur les grappes apparaissent quelques jours après la fin véraison.

## II - QUANTIFICATION DE L'INSTALLATION DE *BOTRYTIS CINEREA* SUR LA PLANTE

Les résultats de l'installation de *B. cinerea* sur le Muscat d'Italie au cours des trois ans d'étude sont présentés dans le tableau II.

1) La forme de conservation sur les écorces

Durant les trois années de l'étude, le taux d'écorces contaminées par *B. cinerea* est resté relativement faible (inférieur à 10 %). Cette faible installation du champi-

gnon sur les sarments trouve une explication dans l'existence d'un climat généralement doux pendant l'hiver qui n'est pas favorable à la phase de conservation du parasite. Il y a tout lieu de penser que *B. cinerea* reste dans une phase de vie ralentie et que les taux observés soient en fait dus à une pollution par la sporée aérienne.

## 2) La phase saprophytique sur les capuchons floraux

La colonisation des capuchons floraux par *B. cinerea* est relativement élevée la première année avec un taux de contamination globale de 27 % et ceci probablement en relation avec une forte sporée aérienne dans le vignoble. Les deux années suivantes, les conditions climatiques sont peu favorables pour *B. cinerea* et le taux de contamination est alors faible de l'ordre de 5,4 et 6,1 respectivement pour la deuxième et la troisième année.

## 3) La phase de quiescence dans les baies vertes au stade fermeture de la grappe +15 jours

Le taux de contamination est variable selon l'année et semble être étroitement lié à la durée de la floraison et de la climatologie au moment de la floraison. En effet, la première année la floraison a été longue, accompagnée par des précipitations, ce qui s'est traduit par une sporée aérienne importante. Le champignon a pu ainsi pénétrer par les blessures d'abscission des pièces florales et se développer sur les capuchons floraux qui restent adhérents aux sommet de la baie durant très longtemps. En revanche lors de la deuxième année, l'élévation brusque de la température et l'absence de pluviométrie au moment de la floraison ont été défavorables au développement du champignon ; ainsi, le taux de *B. cinerea* quiescent est faible de l'ordre de 1,7 %. Enfin, la troisième année est marquée par une floraison très longue de 1 mois, avec pour conséquence le taux le plus important de contamination des baies adolescentes.

## 4) Sur les grappes durant la maturation des baies

On constate que le taux de grappes attaquées est très important variant de 82 à 94 % avec des intensités d'attaque de 13 à 24 %. La figure 2 montre l'évolution de la maladie. Plusieurs observations peuvent être faites :

- la date d'apparition des premiers foyers est variable et liée, nous l'avons vu précédemment, à la date de la fin véraison qui correspond à l'acquisition de la réceptivité des baies,

- le développement de la maladie est ensuite lié essentiellement aux épisodes pluvieux,

- l'observation visuelle des figures décrivant la cinétique du développement de la maladie suggère que globalement l'augmentation du taux de pourriture est liée à la fréquence des grappes attaquées.

## III - RELATIONS ENTRE LES CONTAMINATIONS PRÉCOCES ET LE DÉVELOPPEMENT DE LA MALADIE APRÈS LA VÉRAISON

Rappelons que l'objectif est de savoir si la présence de *B. cinerea* sur les sarments à proximité d'une grappe identifiée et la présence du parasite sur les différents organes de cette grappe avant l'acquisition de la réceptivité des baies a une incidence sur le développement de la Pourriture grise après la véraison sur la même grappe.

Nous avons au préalable évalué les relations entre les quantités de *B. cinerea* aux différents stades/organes observés avant l'acquisition de la réceptivité des baies.

L'analyse statistique utilisant le test c2 du rapport de vraisemblance ne permet pas d'obtenir des résultats significatifs. Cette absence de relations peut s'expliquer par des taux de contaminations faibles liés à une climatologie globalement peu favorable à l'exception de la première année. Ainsi la présence de *B. cinerea*, à proximité

**Tableau III - Relation entre les contaminations précoces et l'évolution de la pourriture grise après la véraison**

**Relation between early contaminations and Grey mould evolution after «véraison»**

Année	Organe	Notations							
		1 <sup>ère</sup>	2 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>	6 <sup>e</sup>	7 <sup>e</sup>	8 <sup>e</sup>
1 <sup>ère</sup> année	Écorces	-	-	-	-	-			
	Capuchons floraux	-	-	-	-	-	Récolte		
	Baies vertes	**	***	***	***	***			
2 <sup>e</sup> année	Écorces	*	-	-	-	-			
	Capuchons floraux	-	-	-	-	-	Récolte		
	Baies vertes	-	-	-	-	-			
3 <sup>e</sup> année	Écorces	-	-	-	-	-	-	-	-
	Capuchons floraux	-	-	-	-	-	-	-	-
	Baies vertes	***	***	**	*	-	-	-	-

(-) Non significative ; (\*) significative ; (\*\*) Hautement significative ; (\*\*\*) Très hautement significative

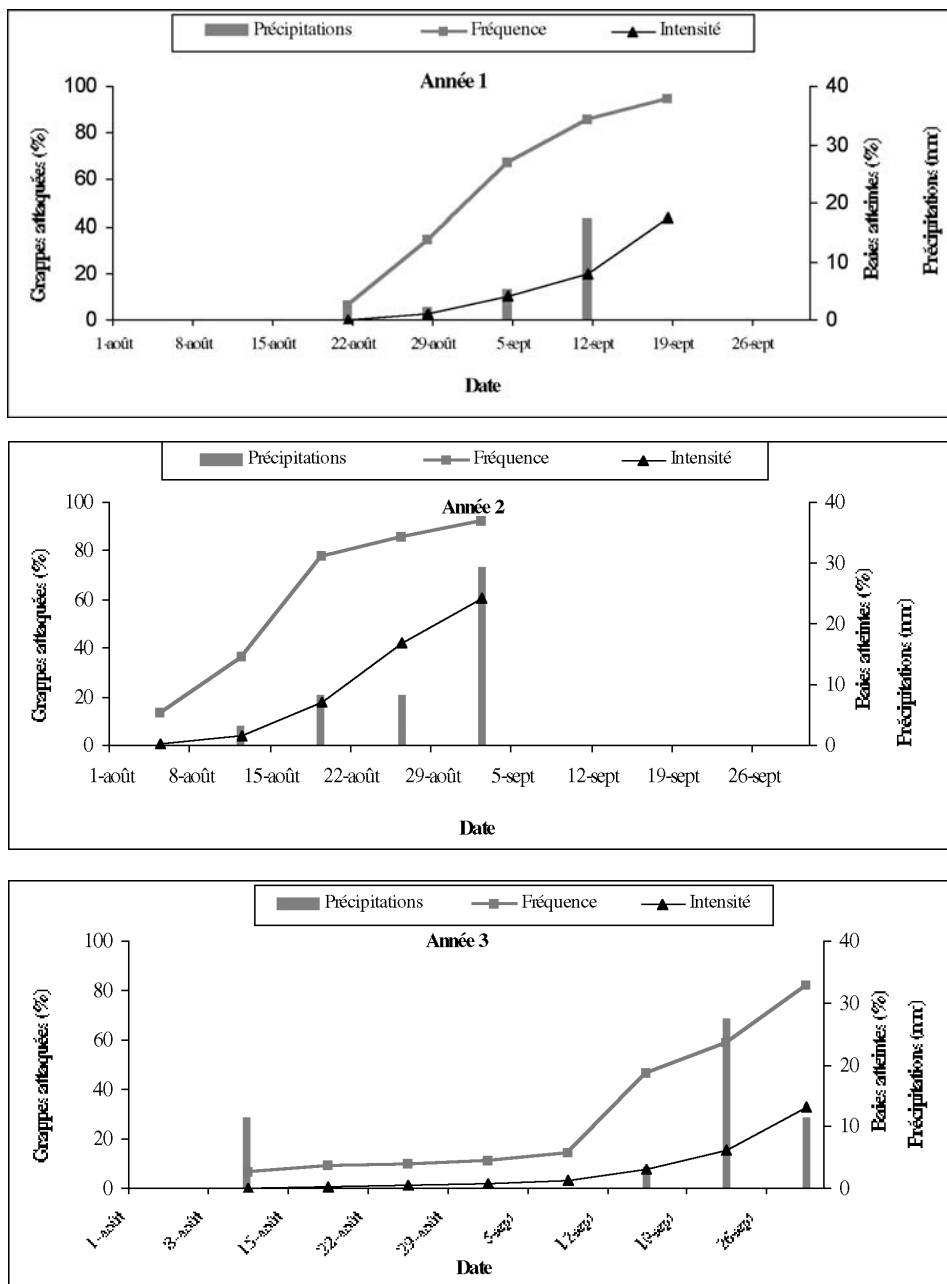


Figure 2 - Évolution de la Pourriture grise après la véraison sur le Muscat d'Italie  
Evolution of Grey mould after «véraison» on Muscat d'Italie

ou sur une grappe, n'influence pas la manifestation du parasite à un stade ultérieure.

Concernant les relations existant entre les contaminations précoces et la cinétique du développement de la maladie, le tableau III résume la significativité de la probabilité du Khi deux.

1) Influence de la conservation de *Botrytis cinerea* sur les sarments

Au cours des trois années d'étude, une seule relation significative a été mise en évidence entre la contamina-

tion des écorces et le début du développement de la pourriture grise sur les grappes après la véraison. Ce résultat suggère que dans les conditions climatiques du vignoble tunisien la conservation du champignon sur les bois ne constituent pas une source d'inoculum primaire pour le développement de la maladie.

2) Influence de l'installation saprophytique de *B. cinerea* sur les capuchons floraux

L'analyse statistique des résultats de l'influence de la contamination des capuchons floraux sur le développe-

ment ultérieur de la maladie sur les grappes montre l'absence de relations significatives entre les deux stades. Contrairement aux résultats attendus, les capuchons floraux ne constituent pas une source d'inoculum primaire pour les baies en maturation bien qu'ils jouent le rôle de relais saprophytique pour le champignon.

### 3) Influence de la contamination quiescente des baies vertes

L'influence de la contamination des baies vertes sur le développement de la pourriture grise en post-véraison est mise en évidence de façon hautement significative au cours de la première et de la troisième année. En revanche, aucune relation significative n'a été mise en évidence la deuxième année. Ces résultats pourraient s'expliquer par des taux de contamination des baies vertes supérieurs à 10 %, la première et de la troisième année et un faible taux (inférieur à 2 %) la deuxième année. Il y a tout lieu de penser que les contaminations quiescentes lorsqu'elles sont importantes peuvent jouer un rôle non négligeable dans le développement ultérieur de la Pourriture grise. Cette influence reste visible tout au long de la période de maturation de la baie si la cinétique est linéaire (cas de la première année (figure 2)) ou au début de la période de maturation si la cinétique devient exponentielle à la faveur de conditions climatiques favorables (cas de la troisième année (figure 3)).

## IV - ÉTUDE DU MODE DE DÉVELOPPEMENT DE *BOTRYTIS CINEREA* SUR LES GRAPPES

### 1) Sur les inflorescences

L'étude de l'installation de *B. cinerea* sur les inflorescences mises dans des conditions environnementales favorables à l'expression des symptômes n'a été réalisée que la première année compte tenu de la lourdeur de la

**Tableau IV - Taux de contamination des inflorescences**

Contamination rate of inflorescences

	Taux de <i>B. cinerea</i> en préfloraison	Taux de <i>B. cinerea</i> à la nouaison
Partie florale	36	73
Rafle	98	70

**Tableau V - Répartition de la pourriture interne sur des grappes extérieurement atteintes ou saines**

Internal Grey mould distribution on grapes externally healthy

	1 <sup>ère</sup> année		2 <sup>e</sup> année		3 <sup>e</sup> année	
	Grappes extérieurement atteintes	Grappes extérieurement saines	Grappes extérieurement atteintes	Grappes extérieurement saines	Grappes extérieurement atteintes	Grappes extérieurement saines
Muscad d'Italie	17*	13	43*	3	19	11

(\*) Liaison significative entre les foyers internes et externes

manipulation. Elle montre (tableau IV) qu'une forte majorité des grappes est attaquée.

Les symptômes apparaissent après 2 jours d'incubation des inflorescences dans les sachets. Au stade pré-floraison, la rafle est attaquée plus fréquemment que les bouquets floraux. A la nouaison, la sensibilité des bouquets floraux augmente et celle de la rafle diminue. Il est fort probable que le fort pourcentage d'inflorescences attaquées soit dû, l'année de l'étude, à la présence d'une sporée aérienne importante et que son impact (si nous avons les moyens méthodologiques de l'étudier) soit positif sur le développement de la maladie, sur les baies devenues réceptives.

### 2) Sur les grappes

À la suite des résultats obtenus précédemment sur la pollution des inflorescences, nous avons voulu savoir si les foyers internes de la grappe, conséquences à d'une pollution importante des rafles, influence l'apparition de la pourriture à l'extérieur de la grappe. Pour cela, nous avons effectué sur les placettes latérales, le prélèvement de 180 grappes visuellement malades et de 180 grappes apparemment saines et ce, lorsque le taux moyen d'attaque était de l'ordre de 10% sur les parcelles.

Les résultats, analysés par des tests d'indépendance (Khi deux et tests associés), sont rassemblés dans le tableau V.

Plusieurs constats peuvent être faits :

- le taux de grappes présentant des foyers internes peut être jugé comme très élevé quelle que soit l'année (entre 30 et 46 %),

- l'origine des foyers visibles sur la grappe peut être interne ; c'est le cas de la première année et de la deuxième année où respectivement 17 et 43 % des grappes présentent des foyers de pourriture ayant pour origine un foyer primaire interne à la grappe,

- par ailleurs entre 3 et 10 % de grappes apparemment saines présentent un foyer de pourriture interne.

Il est très probable que la forte pollution des inflorescences soit à l'origine de cet état de fait.

## DISCUSSION

Le suivi du développement épidémique de la pourriture grise sur le Muscat d'Italie durant trois ans apporte si besoin en était la preuve que cette maladie constitue un réel problème économique pour la culture du raisin de table en Tunisie.

Au travers des informations recueillies, il apparaît clairement que l'aspect endémique de la maladie est lié aux fortes humidités (tout au moins dans la région où est située la parcelle d'étude) supérieures le plus souvent à 80 % qui permettent au champignon de se perpétuer. Il est également probable que l'arrosage par gouttes à gouttes au niveau de la frondaison apporte sa contribution à la création d'un microclimat favorable à *B. cinerea*. C'est ainsi que l'évolution de la sporée aérienne est comparable à celle que l'on observe dans les vignobles de la façade atlantique. En effet, elle débute peu avant la floraison et augmente jusqu'à la fermeture de la grappe, puis on note une quasi-absence du début juillet à la mi-août corrélée à une absence de pluie et à une humidité relative inférieure à 45 %. À partir de la véraison, la sporée augmente jusqu'à la récolte.

La première question qui se pose est de connaître l'origine de la sporée aérienne. Nous nous sommes ainsi intéressés à la forme de conservation hivernale du champignon qui se manifeste généralement, soit sous forme de sclérotés présents sur les sarments, soit sous forme mycélienne sous l'épiderme des écorces (DUBOS, 1999). L'aspect visuel des bois de la parcelle suggère, dans notre situation, que le champignon n'entre pas en phase de conservation durant l'hiver ce qui est confirmé par les isollements effectués sur les écorces où l'on a pu effectivement observer un faible taux de contamination.

Ainsi la sporée aérienne ne semble pas trouver son origine sur la vigne. Cependant on constate une pollution importante des inflorescences qui, lorsqu'elles sont placées dans des conditions environnementales favorables, expriment rapidement les symptômes de la maladie. On note également une installation saprophytique sur les débris floraux sénescents qui peuvent être à l'origine des premiers foyers de la maladie sur les baies devenues réceptives. De même on observe des contaminations des baies adolescentes par le parasite qui va rester à l'état quiescent car les tissus riches en substances fongistatiques qui bloquent son développement (PEZET et PONT, 1984).

On a pu montrer qu'il n'existe pas de relation entre les stades successifs d'installation de *B. cinerea* sur la plante dans cette phase du cycle biologique du champignon où les baies ne sont pas encore réceptives. Ceci constitue un argument supplémentaire pour démontrer que l'inoculum responsable du développement de la pour-

riture grise sur la vigne ne trouve pas son origine sur la plante.

Il est probable que l'inoculum primaire se développe à partir des débris végétaux présents sur le sol comme c'est le cas par exemple chez le fraisier (HENNEBERT et GILLES, 1958). Il va ensuite se déposer sur les organes de la vigne, rester en attente et se développer lorsque les conditions environnementales et de réceptivité de la plante seront favorables.

L'étude du mode de développement du parasite sur les grappes montre que très précocement, au stade inflorescence, *B. cinerea* est très présent sur les bouquets floraux et les rafles. Cela confirme les résultats de DUBOS *et al.* (1982) qui ont montré que les conidies de *B. cinerea* avaient une affinité pour la rafle qui héberge ainsi une quantité importante de conidies. Dans le cas du Muscat d'Italie, les symptômes de la maladie apparaissent sans préférence sur les bouquets floraux et sur la rafle.

Concernant le développement de la pourriture grise sur les baies réceptives, le fait marquant à retenir est le fort pourcentage de grappes qui présentent une pourriture interne qui peut être à l'origine de foyers externes sur la grappe. Ce constat constitue un événement majeur d'ordre économique pour l'aspect sanitaire des raisins de table.

La recherche de relations entre les différentes étapes du développement de *B. cinerea* sur la grappe montre l'existence de liaisons significatives entre le taux de *B. cinerea* quiescent dans les baies juvéniles et le taux de *B. cinerea* sur les grappes au cours de la maturation. On peut ainsi penser que *B. cinerea* responsable de la pourriture des baies réceptives est en revanche d'origine endogène à la grappe compte tenu de la forte pollution observée sur les inflorescences et de l'influence du taux de *B. cinerea* quiescent, si ce dernier est supérieur à un certain seuil (ici supérieur à 10 %).

Il est intéressant de noter que c'est la première fois qu'est mis en évidence aussi clairement le rôle du *B. cinerea* quiescent dans le développement de la Pourriture grise. L'explication vient probablement de la durée de la floraison très longue (parfois un mois) qui favorise la pénétration du parasite par l'intermédiaire des blessures d'abscission (PEZET et PONT, 1986). En effet, les résultats obtenus par le Réseau d'Etude dans le vignoble français (non encore publié) montre que les taux de *B. cinerea* quiescent sont en relation avec la durée de la floraison.

*In fine*, se pose la question : la pourriture grise est elle une maladie monocyclique ou polycyclique ? À la lumière des résultats obtenus, il semblerait que dans le cas présent nous ayons plutôt à faire à ce que Van der Plank a dénommé une épidémie monocyclique (in RAPILLY, 1991). La caractérisation des populations de *B. cinerea*

d'un point de vue génétique (GIRAUD *et al.*, 1998) dans le vignoble tunisien pourrait apporter des informations complémentaires.

## CONCLUSION

En conclusion, nous retiendrons que la conduite de ces diverses études aura permis de valider certaines approches méthodologiques malgré la lourdeur de leur mise en œuvre, d'en souligner également la richesse et ce, d'autant plus lorsque la synthèse générale des résultats du Réseau intégrant des variables environnementales différentes sera réalisée.

Dès à présent, les résultats obtenus permettent d'imaginer une stratégie de lutte. En effet, la réalisation d'un traitement permettant de détruire l'inoculum sur la rafle avant la fermeture de la grappe et de prévenir l'installation du *B. cinerea* dans la baie juvénile devrait permettre de progresser dans l'optimisation de la protection à l'égard de la Pourriture grise, dans le vignoble de table tunisien.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BULIT J. et DUBOS B., 1982. Epidémiologie de la Pourriture grise. *Bulletin OEPP*, **12**, 37-48.
- CHEBIL S., GHORBEL A. et B. DUBOS, 2002. Développement épidémiologique de *B. cinerea* sur la vigne palissée en Tunisie. *Actes XXXVII Congrès Mondial Vigne Vin - OIV*, 128-135.
- COULON T., 2002. Étude épidémiologique de la pourriture grise : l'absence de relation entre installation précoce et expression finale de *Botrytis cinerea* dans le vignoble français. *Mondiaviti*, 75-82.
- DUBOS B., 1999. Maladies cryptogamiques de la vigne. Champignons parasites des organes herbacés et du bois de la vigne. *Editions Féret*, Bordeaux, 175 pages.
- DUBOS B., JAILLOUX F. et BULIT J., 1982. L'antagonisme microbien dans la lutte contre la pourriture grise de la vigne. *Bull. OEPP*, **12**, 2, 171-175.
- GIRAUD T., LEVIS C., FORTINI D., LEROUX P. et BRYGOO. Y., 1998. Plusieurs espèces sous le nom de *Botrytis cinerea*. *Phytoma*, **504**, 56-60.
- HENNEBERT G.L. et GILLES G.L., 1958. Epidémiologie de *Botrytis cinerea* Pers. sur fraisiers. *Meded. Landb. Hoogesh. Ghent*, **23**, 864-888.
- PEZET R., 1992. Use of paraquat to detect latent infection of grape berries by *Botrytis cinerea*. *Methods in laboratory, experiment 20*. Technical informations of the Plant Pathology departement of Swiss Federal Agricultural Research.
- PEZET R., 1993. La Pourriture grise des raisins .Le complexe plante- parasite. *Le Vigneron Champenois*, **5**, 65-83.
- PEZET R. et PONT V., 1984. *Botrytis cinerea* : Activité antifongique dans les jeunes grappes de *Vitis vinifera*, variété Gamay. *Phytopath. Z*, **111**, 73-81.
- PEZET R. et PONT V., 1986. Infection florale et latence de *Botrytis cinerea* dans les grappes de *Vitis vinifera* (var Gamay). *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **18**, 317-322.
- PEZET R. et PONT V., 1992. Complexe d'inhibition de *Botrytis cinerea* dans les baies vertes : Mécanismes biochimiques. *Euroviti*, 1992, 97-101.
- RAPILLY F., 1991. L'épidémiologie en pathologie végétale. *INRA éditions*, Paris, 1-318.

*Manuscrit reçu le 24 février 2003 ; accepté pour publication, après modifications le 23 janvier 2004*