



L'OÏDIUM DU FRAISIER

RÉSUMÉ

Le projet d'étude pluridisciplinaire sur l'oïdium du fraisier, soutenu par le Casdar entre 2006 et 2008, a permis d'acquérir de nouvelles et sérieuses connaissances sur cette maladie. La maîtrise de ce champignon parasite obligatoire en laboratoire est acquise : les méthodes d'isolement, de multiplication sur organe de fraisier en survie, de conservation sur vitro plants ont été mises au point. La méthode d'étude de la résistance des souches aux fongicides a été précisée et a permis de montrer que certaines souches recueillies en parcelle de production étaient résistantes à deux fongicides de la famille des IBS, penconazole et myclobutanil. Pour chacune de ses deux molécules, une dose précise permet de discriminer les souches résistantes des souches sensibles.

POWDERY MILDEW IN STRAWBERRY

The multidisciplinary study project on powdery mildew in strawberry, backed by the Casdar (Special Appropriation Account for Agricultural and Rural Development) between 2006 and 2008, was a source of new and important knowledge about this disease. We now know how to manage this obligate parasitic fungus in the laboratory. Methods for isolation, propagation on the strawberry organ in the survival cycle, and conservation on in vitro plants, have been defined. The method for studying strains' resistance to fungicides has been clarified and has revealed that some strains collected from production plots are resistant to two sterol-synthesis inhibitor fungicides, namely penconazole and myclobutanil. For each of these molecules, a precise dosage can be applied to discriminate between resistant and sensitive strains.

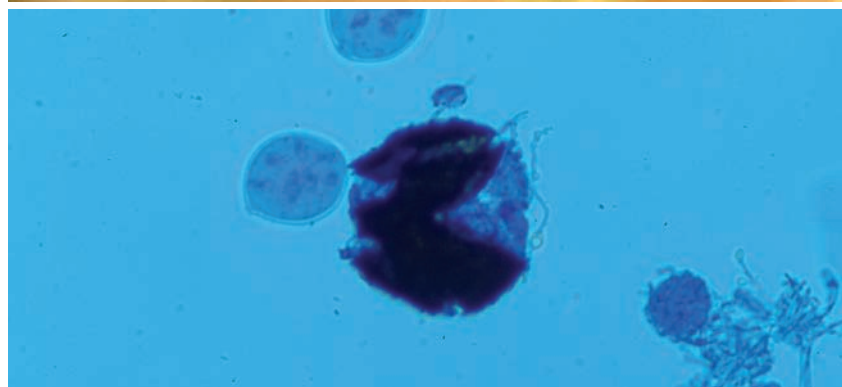
L'Oïdium du fraisier est provoqué par un champignon appartenant au groupe des Ascomycètes, à la famille des Erysiphacées et au genre Podopshaera. Il est assez spécifique du genre Fragariae et possède plusieurs synonymies : Sphaerotheca humuli (D. C.) Burr, Podosphaera aphanis, S. macularis (Wallr. Ex FR.) W. B. Cooke, S. macularis f. sp. fragariae, Podosphaera macularis (Brau & Takamatsu, 2000). C'est un ectoparasite obligatoire (ou biotrophe strict) du fraisier qui nécessite des tissus végétaux vivants pour rester viable et se développer. Ce statut parasitaire rend difficile les études sur cet agent pathogène au laboratoire.

L'oïdium constitue actuellement le problème phytosanitaire dominant de la culture du fraisier. L'incidence de l'oïdium est particulièrement notable et se traduit par des rendements fortement réduits mais aussi par des fruits classés comme déchets.

L'article a pour objet de présenter les principaux résultats obtenus par les partenaires qui ont œuvré au côté du Ctifl au cours de ces trois années d'étude : les équipes des UMR SV et

Uref de l'Inra de Bordeaux, d'Hortis Aquitaine, du Ciref et des Chambres d'agricultures 24, 38, 41, 47, 56 et 84.

L'article s'articulera autour des quatre thèmes de recherche : connaître la biologie et l'épidémiologie du champignon, rechercher des résistances dans la ressource variétale, approcher la résistance de souches d'oïdium aux fongicides, proposer des méthodes alternatives de protection du fraisier.



> OÏDIUM SUR FRUIT - AGGLOMÉRAT DE CONIDIOPHORES AUTOUR D'AKÈNES (EN HAUT)
> UNE ASQUE ET SES ASCOSPORES (EN BAS)



MIEUX CONNAÎTRE LA BIOLOGIE, LE CYCLE PARASITAIRE ET L'ÉPIDÉMIOLOGIE DU CHAMPIGNON

La procédure pour maîtriser l'oïdium parasite obligatoire strict ne pouvant se maintenir que sur du matériel végétal vivant ou en survie demande la manipulation de ce champignon et de son hôte en conditions stériles lors des phases d'isolement, de clonage, de multiplication, de conservation du champignon.

LA TECHNIQUE DE CONSERVATION RESTE LOURDE

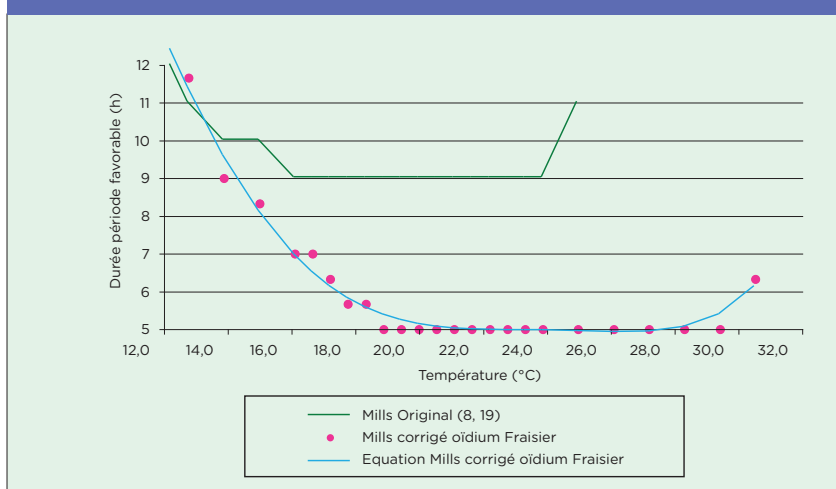
La conservation se fait soit pendant deux à trois semaines sur folioles détachées mises à incuber en chambre climatique à 22 °C et en humidité saturante (méthode de multiplication/conservation sur un très court terme pour préparer l'inoculum destiné aux tests de laboratoire ou aux essais au champ) soit pour un plus long terme (5 à 6 mois) par contamination de vitro plants et conservation en incubateur à une température de 7 °C en phase nocturne (12 h) et 9 °C en phase diurne (12 h). Dans ce cas, à réception des échantillons provenant des parcelles de production, un isolement monospore est réalisé sur un support végétal vivant mis à incuber en chambre climatique. Au bout de 15 à 20 jours, la nouvelle sporulation est utilisée pour contaminer des vitro plants qui, après passage en chambre climatique le temps que l'oïdium se développe, seront conservés dans un incubateur. Un repiquage des souches sur des vitro plants frais doit donc être réalisé tous les quatre à six mois.

Les isolats collectés dans des parcelles de production, selon un protocole de prélèvement et d'expédition des échantillons, a permis d'alimenter l'oïdithèque, de démarrer les études morphologique et génétique et d'effectuer les tests de résistance aux fongicides.

L'étude de la variabilité phénotypique de souches du champignon est réalisée en mesurant les dimensions des conidies et des ascospores et en appréciant la forme et l'ornement des cleistothèces.

Certaines souches peuvent présenter des dimensions de conidies (largeur et longueur) significativement différentes des autres.

FIGURE 1 : Courbe de Mills



La variabilité génétique de souches, étudiée par la technique d'amplification des régions ITS (Internal Transcript Spacers) et de leur séquençage, a montré sans ambiguïté qu'une seule espèce sévit dans les fraiseraies françaises : *Podosphaera aphanis* var *aphanis* host *Fragaria* (champignon, Ascomycota, Leotiomycetes, Erysiphales, Erysiphaceae).

LE CYCLE BIOLOGIQUE DU CHAMPIGNON EST MAINTENANT MIEUX CONNU

En conditions stabilisées de laboratoire (22 °C et hygrométrie saturante), il est montré que :

- les faces inférieures de toutes les variétés de fraisier testées sont plus propices aux contaminations ;
- la sensibilité des variétés intervient sur la croissance du mycélium et sur l'intensité de sporulation du champignon, mais en aucun cas sur la facilité de celui-ci à infecter ;
- le taux de germination, le taux d'infection, la croissance mycélienne et le temps de latence ont été quantifiés la figure 3 schématise le cycle :
 - la conidie germe en quelques heures ;
 - le mycélium apparaît et croît dès le 3^e jour (visible binoculaire à x50) ;
 - la sporulation débute au 4^e ou 5^e jour selon la variété (visible binoculaire x50) ;
 - les colonies sporulantes ne sont observables à l'œil nu qu'à partir du 10^e jour ;
 - l'eau est létale pour les spores, bloque les colonies sporulantes sans les empê-

cher de re-sporuler en cas de nouvelles conditions optimales.

LA VITESSE DE CROISSANCE DU CHAMPIGNON EST FONCTION DES CONDITIONS CLIMATIQUES

Le niveau d'humidité de l'air intervient dans la phase de contamination : la dissémination des spores est favorisée par une faible humidité relative de l'air (HR < 60 %) et doit être suivie pendant quelques heures d'une humidité supérieure à 70 % (le nombre d'heures est fonction de la température ; Figure 1 – Courbe de Mills) pour la germination des spores puis la pénétration du tube germinatif dans les cellules épidermiques de la feuille. Si l'humidité relative n'intervient pas sur la vitesse de croissance du mycélium, la température la contrôle complètement. La figure 2 présente le temps de latence en fonction de la température. En conditions contrôlées de laboratoire, le développement du champignon est optimal à 22 °C (délai de latence le plus court et intensité de sporulation la plus forte). En dessous de 7 °C et au-dessus de 28 °C, le mycélium croît mais la sporulation n'a pas lieu. En dessous de 5 °C et au-dessus de 35 °C, le champignon est complètement bloqué.

LE CHAMPIGNON RÉSISTE AU FROID

L'étude de suivi de l'oïdium en pépinière a montré que lorsque le champignon est présent sur les plantes-filles, il s'y maintient après leur repiquage ou durant leur conservation au froid à température positive (+ 2 °C) ou négative (- 2 °C).



FIGURE 2 : Temps de latence en fonction de la température

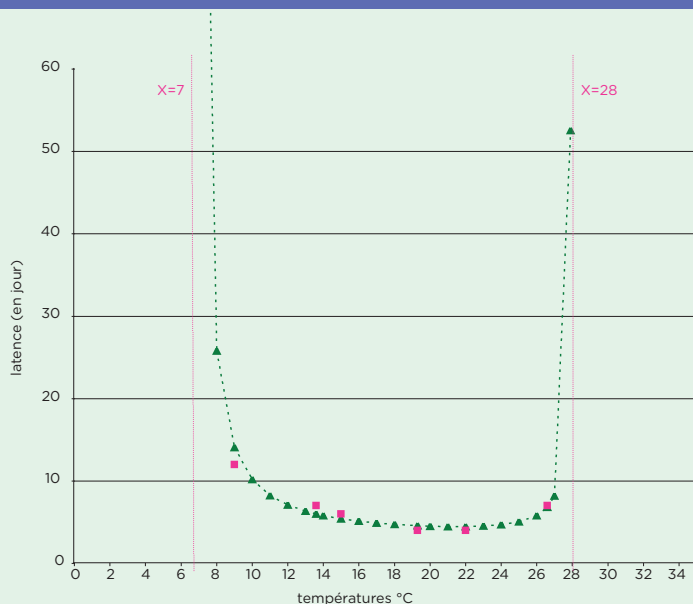


FIGURE 3 : Schéma synthétique du cycle de *Podosphaera aphanis*

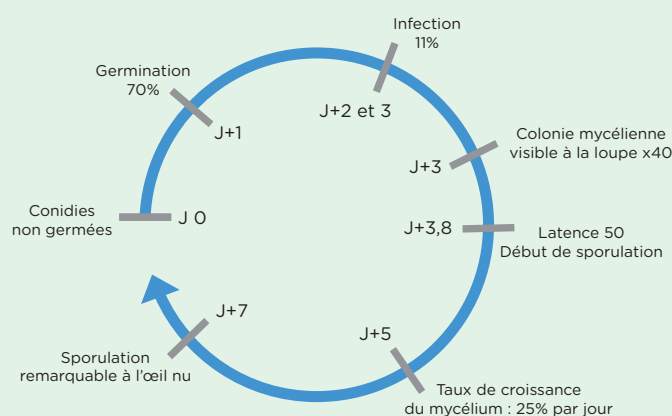
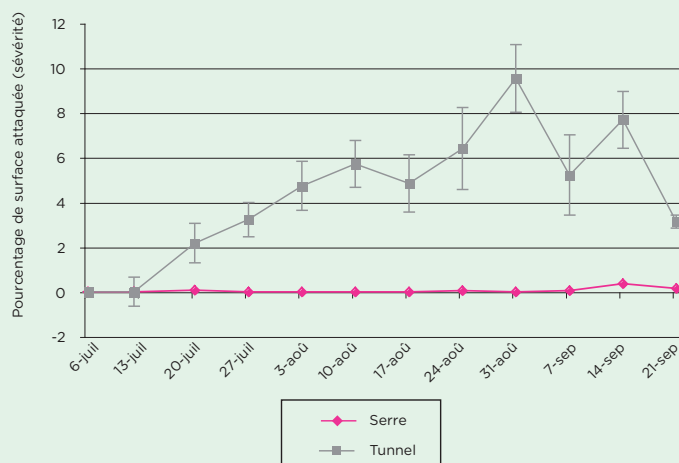


FIGURE 4 : Un développement différent selon l'abri



Les observations sur des lots de plants contaminés et conservés à + 2 °C pendant quatre à six semaines ne permet de diminuer que légèrement la fréquence de contamination des plants (de 25 % maximum). Le passage à - 2 °C pendant 2,5 mois supplémentaires a diminué encore de moitié cette fréquence. Dans le cas de plants frigo fortement contaminés en pépinière et conservés quatre mois à - 2 °C, les suivis n'ont pas révélé la survie du champignon.

LE SYSTÈME DE CULTURE N'EST PAS NEUTRE

Les essais au champ de plants soumis à l'apport d'inoculum identique montrent des différences de contamination entre les conditions de serre verre et de tunnel aéré. Le taux de contamination plus élevé et la dispersion des spores plus grande en tunnel qu'en serre sont à relier aux aspects climatiques différents selon le type d'abri (figure 4). Des hypothèses explicatives demandent à être vérifiées : différence de dissémination des spores, infection plus ou moins facile liée au climat plus ou moins favorable ou encore des plantes plus ou moins réceptives. Par ailleurs, l'épidémie est plus précoce sur les jeunes feuilles et beaucoup plus tardive sur les fruits.

L'OUTIL DE PRÉVISION BÉNÉFICIE DES AVANCÉES

Les résultats acquis sur la biologie du champignon ont été intégrés dans le modèle de prévision de l'oïdium du fraisier créé par le Ctifl et Hortis Aquitaine. L'équation du temps de latence en fonction de la température nouvellement acquise et introduite dans l'outil a permis de l'améliorer. C'est ce que montre les simulations effectuées à partir de nouveaux jeux de données climatiques et de notations d'oïdium de plants contaminés par inoculation précise et conduits sous trois conditions climatiques différentes chambre climatique (22 °C, HR à 50 % en phase jour et 70 % en phase nuit), en serre verre et en tunnel 8 m (fortement aéré) : dans le cas des données de la chambre climatique et de la serre verre les simulations sont en adéquation avec les observations visuelles. Dans le cas du tunnel la simulation devance un peu la réalité (de deux jours environ). L'hypothèse d'amélioration est de cumuler le temps de latence sur les données horaires et non à partir des



moyennes quotidiennes.

Par ailleurs les jeux de données climatiques et notations de dégâts d'oïdium des essais contaminés sous deux types d'abris très différents et répétés sur deux ans, ont permis d'approcher d'une part les valeurs seuils d'humidité relative pour les phases de dissémination ($HR < 60\%$) et d'infection ($HR > 70\%$).

UNE ENQUÊTE À LA PARCELLE DE PRODUCTION

Pour comprendre dans quel contexte les épidémies d'oïdium du fraisier se développent le plus fréquemment et analyser les conditions et contraintes de production actuelles rencontrées chez les producteurs, une enquête à la parcelle de production était nécessaire. Elle a pris en compte des contextes de production variés afin de considérer des situations diverses et contrastées. Elle a pris en compte l'ensemble des maladies du fraisier afin de replacer l'oïdium parmi les autres contraintes biotiques de production et inclu, dès son initiation, un protocole d'analyses statistiques clairement spécifié.

L'enquête a été réalisée en concertation et avec l'appui des chambres d'agriculture et des techniciens d'Organisations professionnelles (OP) des différents bassins de production (département 24, 29, 38, 41, 47 et 84). Elle s'est déroulée sur deux saisons consécutives (2006-2007 et 2007-2008).

L'enquête, présentée lors d'une réunion spécifique le 21/02/06 aux partenaires en charge de sa réalisation, est basée d'une part sur un questionnaire relatif aux pratiques et à la stratégie de protection phytosanitaire, et d'autre part sur des observations sur les niveaux d'attaque des maladies du fraisier au moment de la plantation et en tout début des phases de production. Parmi les nombreux systèmes de culture, les cinq les plus fréquents ont été choisis :

- fraisier de saison en sol ;
- fraisier remontant en sol ;
- fraisier en hors sol chauffé ;
- fraisier en hors sol froid ;
- fraisier remontant en hors sol.

Les méthodes employées pour analyser les données, Analyse en Composantes Principales sur l'ensemble des données, Analyses Factorielles Discriminantes pour chaque profil et Analyses factorielles des Correspondances entre

groupes de profils ont permis d'acquérir des résultats complémentaires permettant de mettre en avant des fréquences de niveaux de variables liées à l'absence ou la présence de la maladie due au champignon oïdium (*Podosphaera aphanis*).

Ainsi l'absence (ou la très faible présence) d'oïdium sur les parcelles est la plus fréquemment observée avec les caractéristiques suivantes : variétés de saison ; abri performant (grand tunnel, multi-chapelles, serres verres), généralement chauffé ; plantation d'été (plant frigo ou A+) ; déchets de culture éliminés de la parcelle ; peu d'oïdium l'année précédente ; protection phytosanitaire soutenue avec des fongicides à mode d'action multi-sites et/ou inhibiteur de la chaîne respiratoire et/ou inhibiteur des stérols.

Inversement la forte présence d'oïdium est la plus fréquemment observée pour les critères suivants : variétés remontantes ; abri simple froid ; culture hors sol ; protection phytosanitaire « modeste » basée en priorité sur l'utilisation de fongicides à mode d'action Stimulation des Défenses Naturelles des Plantes, peu ou pas complétée d'autres substances actives à autres modes d'actions.

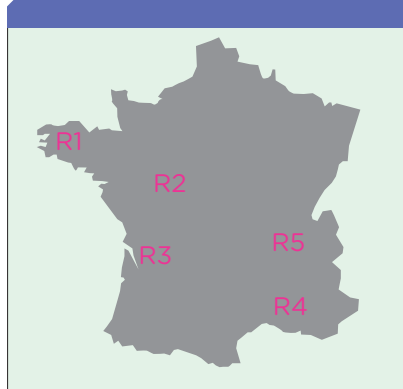
Certaines variables n'ont pu être incriminées dans la présence de la maladie soit pour cause de forte correspondance à d'autres variables, par exemple la densité est forte en hors sol et faible en sol, soit pour apparente indépendance par exemple les variables « précédent culturel », « désinfection de l'abri », « fraisier dans le voisinage » ou encore la « présence d'autres maladies l'année précédente » ou « l'année de l'enquête ».

COMPORTEMENT VARIÉTAL : RECHERCHE DE TOLÉRANCES ET/OU DE RÉSISTANCE

Les références bibliographiques précisent que si l'héritabilité du caractère « résistance à l'oïdium » est plutôt fort (0,6 à 0,8), il est important de tenir compte de l'héritage individuel et de l'effet interaction du croisement.

Dans un premier temps l'étude méthodologique a permis d'évaluer trois tests. Le test de contamination contrôlée sur plantules issues d'akènes obtenus par autofécondation doit permettre d'une

Régions des enquêtes



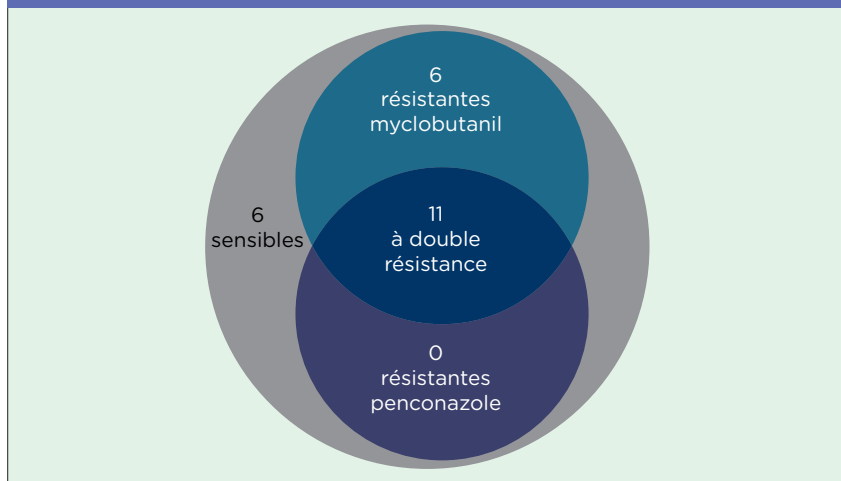
part l'évaluation du déterminisme génétique de la résistance et d'autre part de sélectionner les variétés dès la 1^{re} année d'un programme d'amélioration. Au champ, les essais de sensibilité variétale basée sur des notations de dégâts d'oïdium (échelle à 5 niveaux) en contamination naturelle des feuilles et des fruits, montrent une meilleure discrimination des génotypes pour la notation des dégâts d'oïdium sur feuilles de début juin. L'étude sera prochainement élargie aux cultivars des espèces *Fragaria chiloensis* et *virginiana* et aux géniteurs des variétés résistantes avec un plan de croisement factoriel pour approcher le déterminisme génétique. Les tests de contamination contrôlée à l'oïdium réalisés sur disques foliaires sont insuffisamment pertinents pour être poursuivis.

Les résultats combinés de deux années de notations de dégâts d'oïdium en contamination naturelle suggèrent que 6 à 11% des 144 génotypes observés sont plutôt résistants, 23 à 24% plutôt (très) sensibles et le reste, près des 2/3 des génotypes sont moyennement sensibles. La création de populations en ségrégation à partir de génotypes sensibles et résistants permettra d'analyser les déterminants génétiques indispensables pour définir les parents à utiliser pour la création de variétés résistantes à l'oïdium.

Dans le cadre des parcelles de collections variétales de fraisiers, en culture hors sol, sur le centre Ctifl de Balandran, des observations du développement d'oïdium en contaminations naturelles sont réalisées tous les ans. Le suivi débute dès le démarrage de la végétation et se poursuit jusqu'aux productions. Ce travail permet de classer les variétés selon leur degré de sensibilité à l'oïdium



FIGURE 5 : La résistance aux fongicides : Bilan du comportement de 23 souches de *P. aphani*



sur la végétation et sur fruits. Parmi les dernières sélections observées Donna, Diana et Kamma se sont comportées de façon plutôt tolérante à l'oïdium sur feuilles et fruits.

RÉSISTANCE AVÉRÉE AUX TRIAZOLES DE CERTAINES SOUCHES D'OÏDIUM

Une méthodologie a été mise au point pour l'étude de la sensibilité des souches d'oïdium à deux fongicides de la famille chimique des triazoles : penconazole et myclobutanil. Elle consiste à confronter à huit doses croissantes d'un fongicide une souche inoculée (concentration de 400 à 600 spores/cm²) sur la face inférieure de disques de feuille.

Les 23 isolats collectés sur le terrain ont subi le test. Les plus fortes pertes de sensibilité ont été observées pour le myclobutanil et chez les souches provenant de cultures de plein champ. Globalement trois groupes de perte de sensibilité significativement différente sont répertoriés avec un facteur de 1 à 12 dans le cas du myclobutanil et de 1 à 9 dans le cas du penconazole. Onze souches sont sensibles à la fois au myclobutanil et au penconazole ; six ne sont sensibles qu'au myclobutanil ; six ne sont pas sensibles aux deux substances actives et aucune souche n'est sensible qu'au penconazole (figure 5). Le niveau de sensibilité ne semble pas lié ni aux variétés ni aux saisons.

La bonne corrélation entre résistance et croissance relative à une dose discriminante permet de déterminer une dose seuil de 5 mg/l pour le myclobutanil et de 3 mg/l pour le penconazole, différenciant souches sensibles (plus de 50 % d'inhibition) et souches résistances (moins de 50 % d'inhibition) : à ces doses les souches sensibles ne poussent plus. Une souche d'oïdium posant problème en culture de fraisier dans le Sud-Est a subi le test « résistance aux fongicides » (dose spécifique) et a montré une résistance au penconazole et une tendance à résister au myclobutanil.

Les premiers tests préliminaires réalisés à l'UMR-SV de l'Inra de Bordeaux n'ont pas permis l'obtention du gène majeur impliqué dans la résistance des champignons aux fongicides IBS. Une recherche plus approfondie serait éventuellement à mener ultérieurement.

En conditions de laboratoire au Ctifl sur Lanxade, une première série de tests de positionnement de fongicides en préventif et curatif a pu être amorcée. Le bupirimate (Nimrod) et le soufre (poudre mouillable) ont manifesté un effet préventif durable sur 14 à 19 jours contre seulement 7 jours pour myclobutanil (Systhane). Ce dernier et le soufre appliqués en curatif bloquent momentanément le mycélium installé mais n'évitent pas la sporulation dans les 14 jours. Seul le bupirimate (Nimrod) a empêché cette sporulation sur les 21 jours d'ob-

servation.

Au cours de la deuxième série de tests le penconazole (Topaze) a montré un effet inhibant pour une application trois jours après inoculation et bloquant pour celle à 7 jours. L'azoxystrobine (Ortiva) a manifesté un effet curatif y compris à 7 jours. Le meptyldinocap (Karathane 3D) a présenté un effet très modeste en préventif et très peu d'effet en curatif appliqué à 4 jours.

Certains produits (non cités car absence d'AMM) formulés à partir d'extraits de plantes ont présenté un petit effet préventif.

Au champ les expérimentations conduites les années précédentes par Hortis Aquitaine ont montré l'efficacité de deux spécialités commerciales appartenant à deux familles chimiques différentes des fongicides autorisés. Ces produits en attente d'AMM offriraient l'intérêt d'une possible alternance des familles chimiques. Seul le Signum (boscalid + pyraclostrobine) a pu être utilisé au cours d'une dérogation de 120 jours entre le 1er juillet et le 30 octobre 2009.

AUTRES MÉTHODES DE PROTECTION DU FRAISIER

UTILISATION DE PRODUITS « ALTERNATIFS »

Dans le cadre de la recherche de produits fongicides « alternatifs », les expérimentations au champ d'Hortis Aquitaine et en laboratoire au Ctifl ont mis en évidence la possible efficacité de certains d'entre eux. Certains sont des formulations de sels métalliques. C'est le cas de l'Armicarb à base de bicarbonate de potassium qui manifeste une efficacité préventive en bloquant la croissance du mycélium et pour lequel une démarche d'AMM est engagée par la firme De Sangosse. Les préparations à base de silicate de potassium et de tallate de cuivre présentent une efficacité intéressante qui pourrait permettre de les intégrer dans une stratégie à base de fongicides classiques.

Certains autres produits formulés à partir d'extraits de plantes semblent très performants en période où la pression oïdium est modeste. Ils doivent toutefois

confirmer leur potentiel et passer le cap de l'homologation avec le soutien d'une firme pour espérer à terme une autorisation de mise sur le marché.

Rappelons que l'utilisation du soufre dans sa formulation poudre mouillable a une autorisation de mise sur le marché uniquement en pépinière de plants de fraisier. Son mode action multi sites limitant le risque d'apparition de souches résistantes, son efficacité avérée ainsi que son inscription au niveau européen avec les produits non soumis aux Limites Maximales de Résidus militent pour une autorisation facilitée de mise sur le marché en production de fraises. Un dossier est d'ailleurs en cours avec les pouvoirs publics pour faire reconnaître un usage par sublimation en lampe à soufre pour plusieurs cultures sous serres.

NATURELLE DES PLANTES

Suite à une étude bibliographique (M.-F. Corio-Costet) signalant qu'un certain nombre de molécules minérales (à base de silice par exemple) ou naturelles (composés organiques de type sucre, protéines, acide...) ou provenant d'extraits de végétaux (*Reynoutria sachalinensis*, algue) ont montré des efficacités significatives, pour la plupart en laboratoire et pour certaines au champ en cas de pression parasitaire faible à moyenne, en particulier contre l'oïdium de la vigne ou du fraisier, une méthode pour l'étude de produits stimulateurs des défenses naturelles des plantes (SDN) est en cours de validation pour le fraisier. Elle permet de travailler soit avec du matériel végétal préparé au champ (application des produits SDN en culture et test en laboratoire par inoculation artificielle de folioles) soit sur du matériel végétal (folioles en survie) préparé directement au laboratoire puis inoculé.

Rappelons que la spécialité commerciale Iodus 2CS (laminarine : substance active issue d'algues marines) est autorisée contre l'oïdium du fraisier. D'autres substances, en cours d'évaluation, semblent prometteuses.

L'EFFET DE L'EAU

Dans les fraiseraies en sol, où il est habituel d'assurer la reprise des plants en période estivale avec une irrigation par as-

persion quasi quotidienne durant environ 4 semaines, l'apparition de la maladie ne survient qu'au-delà de cette période. Les observations de laboratoire ont confirmé que l'eau libre avait un effet négatif sur la dissémination et la survie des spores. L'application pratique d'apport d'eau en culture par un système de micro-aspersion a été travaillée par Hortis Aquitaine. La technique tout d'abord basée sur des apports d'eau en fonction de l'intensité de rayonnement a évolué vers un fonctionnement quotidien limité à quatre périodes maximum, diminuant ainsi de 50% la consommation en eau. Sur un essai de variétés remontantes conduit en hors sol d'avril à septembre, les attaques d'oïdium ont débuté modestement en mai (préférentiellement sur hampes florales) puis progressé sur toute la végétation en juillet août et septembre. Les modalités avec micro-aspersion ont permis dans les conditions de l'essai la suppression jusqu'à trois à quatre traitements par rapport à celles sans pour les variétés Mara des bois et Cirafine tout en diminuant la pression du champignon. Sur Charlotte moyennement sensible à l'oïdium, la micro-aspersion n'a pas eu un effet agronomique positif entraînant même une baisse de production.

EFFET DU NIVEAU DE NUTRITION AZOTÉE

Le test de laboratoire pour l'étude du champignon a été utilisé pour évaluer l'incidence sur le développement de l'oïdium de quatre régimes azotés appliqués en culture hors sol : des folioles prélevées sur des plantes de chaque modalité ont été inoculées puis mises en incubation en chambre climatisée (22 °C, humidité saturante, nuit/jour = 12h/12h). Les tests montrent que la fréquence de feuilles présentant de l'oïdium sporulant est directement proportionnelle au niveau du régime azoté ce qui incite au raisonnement de la fertilisation azotée en fonction aussi du risque sensibilité à l'oïdium des variétés.

DÉTECTION PRÉCOCE

À partir des connaissances antérieures et acquises au cours du projet, l'idée de déceler le plus tôt possible l'apparition du champignon paraît être déterminante dans la protection du fraisier et complémentaire de la prévision.

Les piégeages des spores n'informent de la présence de la maladie que trop tardivement pour être pertinents. Seule l'observation directe de la végétation à la loupe binoculaire (grossissement x20 minimum) permet de détecter précocement l'apparition des conidiophores voire du mycélium rampant sur la surface des folioles. Pour être fiable la méthode doit être renouvelée chaque semaine et demande du temps. Elle permet d'agir à un stade où le champignon peut être facilement contrôlé. Dans le cas de l'utilisation de plants feuillus (frais ou motte ou tray plant) elle peut être appliquée dès la réception des plants. Pour évaluer la sensibilité variétale à l'oïdium, le test le plus pertinent correspond à réaliser des notations au champ en condition de contamination naturelle. Ainsi, 144 génotypes ont pu être caractérisés pour leur sensibilité au champignon. L'acquisition de nouvelles connaissances sur la biologie du champignon, en particulier la durée d'un cycle en fonction de la température et de la sensibilité des spores à l'eau libre ont permis respectivement d'améliorer l'outil de prévision dont le cœur est basé sur le temps de latence, et de mettre au point l'application pratique de la micro aspersion afin de protéger les fraisiers.

Parmi les produits de type SDN, certains ont présenté un niveau d'efficacité correct particulièrement en période de faible pression de la maladie.

L'enquête réalisée au niveau de parcelles de production réparties dans les cinq principaux bassins fraisicoles français (Aquitaine, Alpes-Côte d'Azur, Rhône-Alpes, Val de Loire et Bretagne) a permis de recueillir durant deux saisons consécutives un nombre important d'informations concernant les pratiques culturales. Ce sont au final 157 questionnaires complets correspondant à 233 observations qui ont été utilisées pour des analyses statistiques. Les méthodes de laboratoires mises au point dans le cadre de ce projet avec l'expertise des équipes de l'UMR SV et UREF de l'Inra de Bordeaux sont utilisées par les équipes fraise du Ctifl et du Ciref pour continuer à améliorer les connaissances des aspects biologiques, épidémiologiques, résistance du champignon aux fongicides, sensibilité variétale et permettre d'élaborer des stratégies de protection efficaces. ■