

BELAROSA - Mise au point d'un test en routine d'identification de la sensibilité/résistance à la maladie des taches noires de variétés de rosier en vue de leur commercialisation

Soufflet-Freslon V.¹, Bonneau C.², Le Cam B.¹, Hibrand-Saint Oyant L.¹

¹ Univ. Angers, Institut Agro, INRAE, IRHS, SFR 4207 QuaSaV, F-49000 Angers

² CRD (Centre Recherche & Développement) Vegepolys Valley, 26 rue Dixmeras, F-49066 Angers

Correspondance : laurence.hibrand-saint-oyant@inrae.fr ; vanessa.soufflet-freslon@agrocampus-ouest.fr

Résumé

Le champignon *Diplocarpon rosae* est l'agent causal de la maladie des taches noires du rosier qui touche une grande proportion de rosiers de jardin. Dans cette étude, une collection de 77 souches monoconidiales du champignon, issues de rosiers cultivés (50 souches prélevées en Europe et en Asie) et de rosiers sauvages (27 souches prélevées au Kazakhstan) a été établie. Deux souches de *D. rosae* ont été séquencées par la technique Illumina®, et l'analyse comparative des séquences génomiques de ces deux souches a permis de développer 27 marqueurs microsatellites. L'analyse moléculaire des 77 souches a révélé une forte différenciation génétique entre les souches provenant du compartiment cultivé et celles provenant du compartiment sauvage. Un test de pathogénicité en conditions contrôlées (serres) a permis de définir le niveau d'agressivité de 10 souches fongiques d'origine française sur 19 cultivars de rosiers. Ce test a ensuite été appliqué pour définir le niveau de résistance/sensibilité de nouvelles variétés de rosier non commercialisées vis-à-vis de ces 10 souches fongiques. Une bonne corrélation entre le test en conditions contrôlées et les notes obtenues en plein champ permet d'envisager ce test pour une caractérisation rapide et fiable du niveau de résistance de nouvelles variétés de rosier.

Mots-clés : *Diplocarpon rosae*, *Rosa*, Test de résistance

Abstract : A greenhouse-based assay to study black spot disease in Rosa

The fungus *Diplocarpon rosae* is the causal agent of black spot disease on rose, a widespread and devastating disease in the outdoor landscape. In this study, a collection of 77 monoconidial fungal strains collected on cultivated roses (50 strains from Europe and Asia) and wild roses (27 strains from Kazakhstan) was established. Two strains of *D. rosae* were sequenced by using Illumina® technology. Based on nucleotide polymorphism of the two fungal strains, 27 polymorphic microsatellite markers were identified. Polymorphism analysis of the 77 strains revealed a strong genetic differentiation between strains from cultivated roses and those from wild roses. A pathogenicity assay in controlled conditions (greenhouse) was developed using 10 French fungal strains and 19 rose cultivars. Using this assay, new rose cultivars were evaluated for their resistance against these 10 fungal strains. Good correlation observed between resistance scoring in greenhouse conditions and in field indicates that pathogenicity assays in controlled conditions could be very useful in the near future to rapidly characterise the resistance of new rose varieties to black spot disease.

Keywords: *Diplocarpon rosae*, *Rosa*, Resistance assay

Introduction

La maladie des taches noires est l'une des principales maladies foliaires du rosier de jardin largement répandue en Europe. Elle est causée par le champignon ascomycète *Diplocarpon rosae* (anamorphe, *Marssonina rosae*). Son cycle de vie se caractérise par une phase asexuée avec production de conidies,

suivie en hiver, de manière non systématique, par une phase sexuée avec libération d'ascospores au printemps. La dissémination des conidies se fait par le vent ou par contact et dispersion des eaux de pluie ou de condensation (Horst, 1983).

Il est difficile d'évaluer les pertes causées par cette maladie puisque les problèmes interviennent essentiellement chez les particuliers. Toutefois, le chiffre d'affaires réalisé par la vente de rosiers de jardin est de 54 M€/an en France avec une estimation de présence de rosiers dans un jardin sur deux. Bien qu'une loi (loi J. Labbé, LOI n° 2014-110 du 6 février 2014), visant à mieux encadrer l'utilisation des produits phytosanitaires sur le territoire national, interdise l'utilisation des pesticides dans les jardins publics (2017) et privés (2019), des particuliers utilisent toujours et de manière non raisonnée des pesticides, et des traitements sont toujours appliqués dans les zones de production et dans certains espaces végétalisés. Les obtenteurs cherchent donc à créer des variétés résistantes en intégrant différentes sources de résistance dans des variétés modernes pour obtenir des résistances durables.

Si la maladie des taches noires du rosier est bien connue de par ses symptômes, il y a peu de données sur la diversité du champignon pathogène et sur des méthodes de caractérisation de la résistance/sensibilité des rosiers à cette maladie. Du fait d'une diversité génétique restreinte, la plupart des variétés modernes de rosier de jardin présentent un fort niveau de sensibilité et les sources de résistance sont essentiellement recherchées dans les variétés anciennes ou sauvages (Blechert et Debener, 2005). Ainsi, nous avons développé un test phénotypique en conditions contrôlées pour cribler les variétés de rosiers vis-à-vis de leur sensibilité/résistance à une collection de souches de *Diplocarpon rosae* préalablement identifiées au niveau moléculaire et représentative de la variabilité de ce champignon. Un set de 10 souches fongiques présentant différents niveaux d'agressivité a été défini et a été utilisé pour tester 46 variétés de rosier non commercialisées au moment du projet.

1. Diversité génétique de l'agent pathogène, *Diplocarpon rosae*

Une collection de 77 souches monoconidiales (une seule conidie prélevée) de *D. rosae* a été constituée à partir de feuilles infectées, échantillonnées sur le territoire français et au niveau international (essentiellement Europe et Asie). Dans cette collection, 27 souches de *D. rosae* ont été isolées à partir de rosiers sauvages prélevés au Kazakhstan. Pour évaluer la diversité génétique de cette collection, deux souches du champignon (une isolée sur rosier cultivé et l'autre isolée sur rosier sauvage) ont été séquencées (séquençage Illumina®). Les deux séquences ont été comparées et alignées pour identifier 27 marqueurs microsatellites (SSR).

Les 77 souches ont été analysées à l'aide des 27 marqueurs SSR et une analyse en composantes principales a montré que deux groupes génétiques se distinguaient ; l'un comprenait l'ensemble des souches isolées sur des rosiers cultivés (appelées « souches cultivées ») et l'autre comprenait toutes les souches isolées sur des rosiers sauvages (appelées « souches sauvages ») (Figure 1).

Il a été montré que la diversité génétique au sein des souches sauvages était plus importante que celle présente au sein des souches cultivées (résultat non montré).

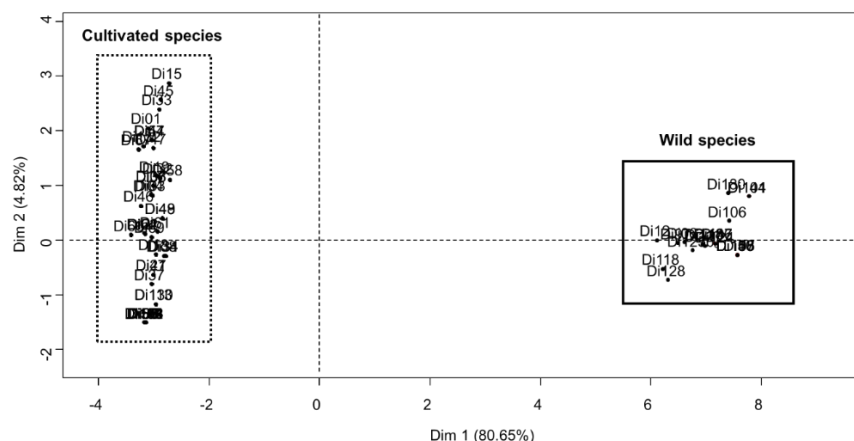


Figure 1 : Diversité génétique de 77 souches de *Diplocarpon rosae* collectées sur des feuilles infectées de rosiers cultivés (cultivated species) ou rosiers sauvages (wild species). Une classification hiérarchique des données des 27 marqueurs SSR a été réalisée à l'aide du logiciel R (FactoMineR-package), permettant l'obtention d'une ACP (Analyse en Composantes Principales).

2. Mise en place d'un test en conditions contrôlées

2.1 Choix des souches de *Diplocarpon rosae*

Pour évaluer le niveau de résistance/sensibilité (R/S) de variétés de rosier, il convient de disposer d'un test en conditions contrôlées permettant de tester une large gamme de variétés de rosier, de disposer de souches représentatives de la pathogénicité du champignon, et de définir une échelle de notation précise. Dans la littérature, il existe différents tests pour évaluer l'interaction *Rosa-Diplocarpon rosae* en conditions artificielles (sur plantules, feuilles détachées ou disques foliaires) et ces essais sont menés à l'aide de différentes concentrations du champignon variant de 3.10^4 à 8.10^5 conidies/ml (Knight et Wheeler, 1978 ; Xue et Davidson, 1998 ; Whitaker *et al.*, 2007 ; Boontiang *et al.*, 2003).

Le test a été développé en utilisant des jeunes plants issus de boutures de rosier (jeunes plants de 3 à 4 mois) et non des feuilles détachées ou disques foliaires pour obtenir un test le plus proche possible des conditions de terrain. Une échelle de notation a été définie (Tableau 1) à partir de celle établie par Carlson-Nilsson et Davidson (2006).

Tableau 1 : Echelle de notation des symptômes

Note	Description
0	Absence de symptômes
1	$0 < x \leq 25\%$ du nombre de folioles de la partie basse infectée
2	$25 < x \leq 50\%$ du nombre de folioles de la partie basse infectée
3	$50 < x \leq 75\%$ du nombre de folioles de la partie basse infectée + jaunissement des feuilles
4	$75 < x \leq 100\%$ du nombre de folioles de la partie basse infectée + jaunissement des feuilles infectées + défoliation partielle de la partie basse
5	Défoliation totale de la partie basse

Nota : la partie basse de la plante correspond à la partie inoculée.

Deux tests préliminaires ont été menés.

Un premier test a permis de définir la concentration optimale de champignon pathogène capable d'induire la maladie : le test a été mené sur une variété sensible de rosier *Rosa chinensis* 'Old Blush' avec deux souches d'origine française, DiFRA-50 et DiFRA-67. La sévérité de la maladie observée à 10^4 et 10^5 conidies/ml étant similaire (Figure 2), il a été choisi de poursuivre les essais à une concentration de 10^4 conidies/ml.

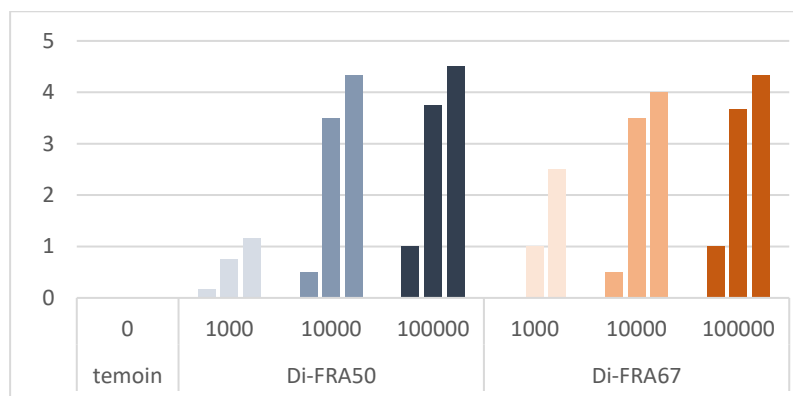


Figure 2 : Test de différentes concentrations d'inoculum de *Diplocarpon rosae* sur jeunes plants issus de boutures. Trois concentrations, 10^3 , 10^4 et 10^5 conidies/ml, de deux souches d'origine française, DiFRA-50 et DiFRA-67, ont été appliquées par pulvérisation sur le génotype *Rosa chinensis* 'Old Blush'. La notation a été effectuée à 7, 14 et 21 jours après inoculation.

Le niveau d'agressivité de 20 souches de *Diplocarpon rosae* d'origine française réparties sur le territoire a ensuite été évalué sur deux variétés de rosier (une sensible : *Rosa chinensis* 'Old Blush', notée OB, et une résistante : hybride de *Rosa wichurana*, notée RW) (résultats non montrés). Les niveaux d'infection sur la variété sensible allaient de 0 à 5, quelle que soit la souche fongique, alors que sur la variété résistante, seule la souche DiFRA-33 provoquait un symptôme de niveau 1 qui pouvait être assimilé à de l'hypersensibilité (spot noir dû à la nécrose des cellules en contact avec le champignon qui se nécrosent pour bloquer l'entrée du pathogène). Ce second test préliminaire a permis de sélectionner un set de 10 souches du champignon présentant un niveau d'agressivité variable sur le génotype sensible OB, une répartition géographique sur le territoire (Figure 3A) et une diversité génétique relative (Figure 3B) ; ce set a été utilisé dans la suite de ce projet.

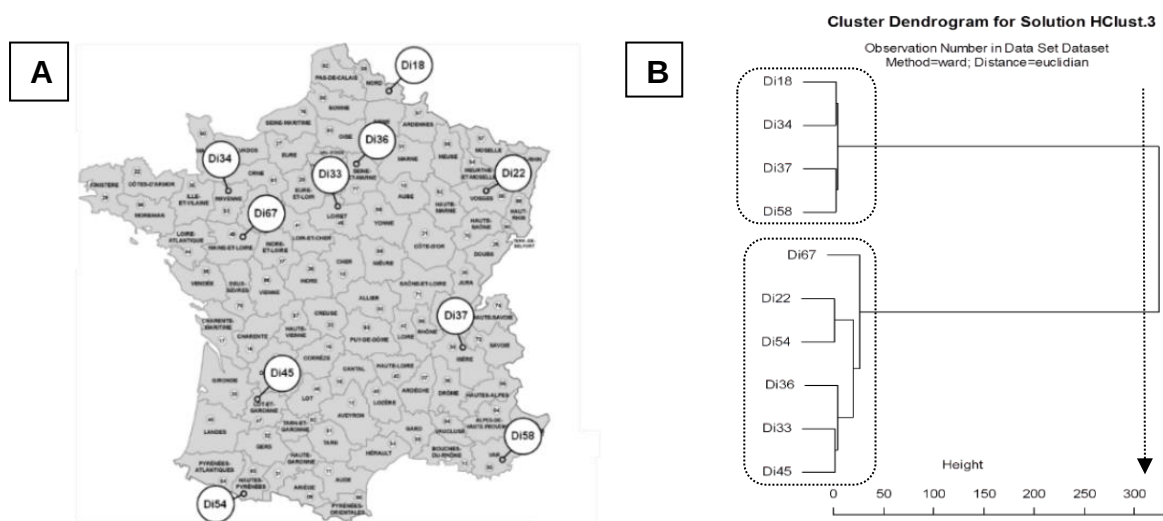


Figure 3 : Répartition géographique des 10 souches de *Diplocarpon rosae* (A) et diversité génétique observée à partir des données de génotypage de 27 marqueurs microsatellites (B).

2.2 Développement du test en conditions contrôlées

Les tests ont été conduits en conditions contrôlées sous serre (photopériode 16h jour/8h nuit, T° jour 23-30°C/T° nuit 17-19°C, HR de 80% minimum) sur de jeunes plants issus de boutures de rosier âgés de 15 à 16 semaines. Les plantes ont été disposées en blocs (randomisation à l'intérieur des blocs) à raison de trois plantes/variété/souche (Figure 4). Les 19 variétés de rosier choisies sont présentées dans le Tableau 2. Les suspensions fongiques étaient préparées extemporanément dans de l'eau à partir des cultures monoconidiales à raison de 10^4 conidies/mL puis inoculées par pulvérisation. Les blocs étaient bâchés et maintenus sous hygrométrie saturante (HR entre 90 et 100%) pendant 72h. Les symptômes ont été notés une fois par semaine durant trois à quatre semaines après inoculation et selon l'échelle de notation décrite dans le Tableau 1.

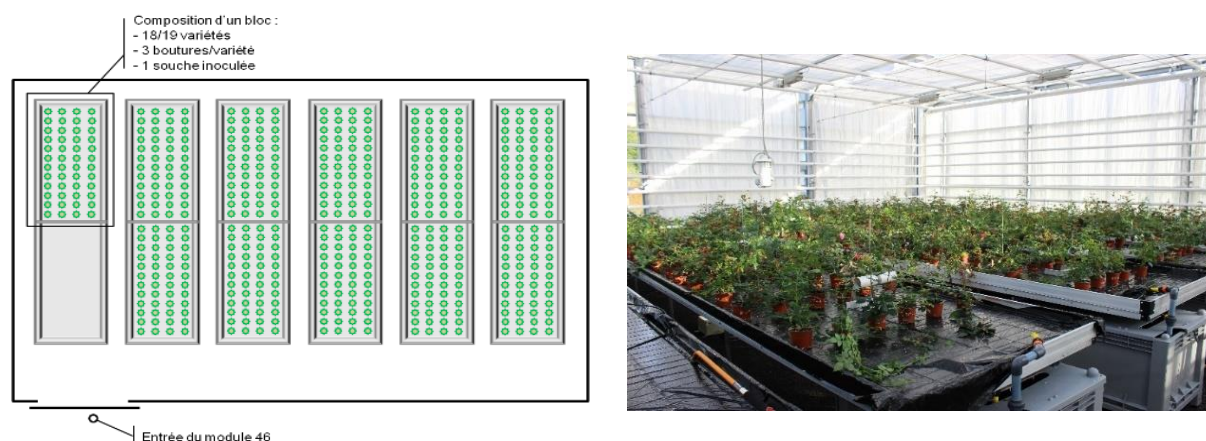


Figure 4 : Illustration du dispositif expérimental en serre permettant l'identification du niveau de résistance des variétés de rosier à la maladie des taches noires.

Deux variables ont été calculées : le pourcentage de plantes malades (quelle que soit l'étendue des symptômes et toutes souches confondues ; résultats non montrés) et la note moyenne de sévérité de la maladie des trois plantes inoculées par couple variété/souche (critère quantitatif) (Tableau 2). Une mise en forme conditionnelle a été effectuée afin de mettre en avant les variétés ayant un bon comportement face à la maladie des taches noires. Cette mise en forme permet de visualiser en vert les interactions hôte/pathogène nulles ou très faibles (inférieures à 1) et les notes d'interactions fortes en rouge (supérieures ou égales à 4).

Malgré une certaine variabilité entre les deux essais, vraisemblablement due à une saisonnalité dans la réalisation (plus forte pression fongique lors du test de juillet = conditions potentiellement plus favorables au développement de la maladie), le test de routine dans sa version actuelle permet clairement de discriminer des niveaux de résistance différents vis-à-vis de la maladie des taches noires. Ainsi les variétés telles que *Rosa* RADrazz Knock Out®, *Rosa* NOAtraum Emera® et *Rosa* DELgrarose Rose de Molinard® sont bien identifiées comme résistantes à la maladie. Il en va de même pour les variétés sensibles comme *Rosa* MASamcha Amandine Chanel®, *Rosa* MEIdebenne Black Baccara® et *Rosa* MASpaujeu Paul Bocuse® ainsi que pour les variétés ayant des profils intermédiaires telles que *Rosa* DELparviro Fragonard®, *Rosa* JALtopia Utopia®, *Rosa* MEIzizany Jazz Festival® et *Rosa* MEItroni Prince Jardinier®. Il est aussi possible d'interpréter ponctuellement le comportement d'une variété avec une souche donnée. Par exemple, *Rosa chinensis* 'Old Blush' semble plutôt résistante à la souche DiFRA-18, tout comme *Rosa* JALtopia Utopia® et *Rosa* MASamcha Amandine Chanel® vis-à-vis de la souche DiFRA-58. En revanche, la variété *Rosa* MEIclusif Line Renaud® semble sensible aux souches DiFRA-22, DiFRA-36, DiFRA-45 et DiFRA-67 mais résistante aux autres souches.

Tableau 2 : Notes moyennes de sévérité de la maladie des taches noires et mise en forme conditionnelle des valeurs (vert : note inférieure à 1, rouge : note supérieure ou égale à 4).

Cultivar	dénomination variétale		DiFRA_18	DiFRA_22	DiFRA_33	DiFRA_34	DiFRA_36	DiFRA_37	DiFRA_45	DiFRA_54	DiFRA_58	DiFRA_67
AMANDINE CHANEL®	MASamcha	juil-15	2.00	4.00	0.00	4.00	3.00	5.00	5.00	1.00	0.00	4.00
		oct-15	3.00	0.67	1.33	0.00	0.00	1.33	0.67	0.33	0.00	0.00
BLACK BACCARA®	MEIdebenne	juil-15	3.00	2.50	4.00	2.50	4.00	3.00	4.00	4.00	3.50	3.50
DOLCE VITA®	DELdal	juil-15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		oct-15	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00	0.00
EMERA®	NOAtraum	juil-15	0.00	0.00	0.33	0.33	0.33	0.00	1.67	1.00	1.33	1.00
		oct-15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00	0.33	0.33
FRAGONARD®	DELparviro	juil-15	0.67	1.67	1.67	2.00	3.00	1.33	3.33	3.00	1.33	3.00
		oct-15	0.67	2.67	1.33	0.33	2.00	0.33	1.00	1.00	1.00	0.33
GÉNÉRATION JARDIN®	DELrospal	juil-15	0.67	1.67	1.00	2.33	2.67	0.67	3.33	3.00	1.67	3.67
		oct-15	0.33	2.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00
HYBRIDE DE Rosa WICHURANA		juil-15	1.00	1.67	2.00	2.00	1.67	1.33	2.33	1.33	1.67	1.67
		oct-15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33
JAZZ FESTIVAL®	MEIzizany	juil-15	2.33	0.33	2.33	1.67	3.67	3.67	4.33	2.67	2.67	3.67
		oct-15	2.67	1.67	1.67	0.00	1.33	0.33	1.33	1.33	0.67	0.67
KNOCK OUT®	RADrazz	juil-15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.67	0.67	0.33	0.00
		oct-15	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LA ROSE DE MOLINARD®	DELgrarose	juil-15	0.00	0.00	1.00	0.67	1.00	0.00	2.00	1.00	1.33	2.00
		oct-15	0.00	0.67	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LINE RENAUD®	MEIclusif	juil-15	0.67	1.33	2.00	1.67	2.67	2.00	4.00	1.67	1.00	3.33
		oct-15	0.00	0.67	0.33	0.33	1.67	0.00	0.67	0.00	0.00	0.67
MARTINE GUILLOT®	MASmabay	juil-15	0.00	1.00	0.67	0.33	1.33	0.67	1.67	2.00	2.00	1.33
		oct-15	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00
MONA LISA®	KORmat	oct-15	0.67	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	0.67	0.00	0.33	0.33
Rosa chinensis 'OLD BLUSH'		juil-15	0.00	2.33	2.33	1.67	4.00	1.33	2.67	3.33	1.67	3.00
		oct-15	0.33	0.67	0.33	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33
PAUL BOCUSE®	MASpaujeu	juil-15	3.00	1.33	3.33	2.00	4.00	3.67	5.00	3.67	3.00	4.67
		oct-15	1.67	1.33	1.33	0.67	2.33	2.00	1.67	2.00	1.00	1.00
PINK PARADISE®	DELfluros	juil-15	0.50	2.50	1.50	1.50	3.50	3.00	2.50	1.50	3.00	3.50
		oct-15	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00
PRINCE JARDINIER®	MEItroni	juil-15	0.67	1.00	2.00	4.00	3.67	2.00	4.33	1.00	1.33	4.00
		oct-15	2.67	1.00	2.33	1.33	1.00	0.00	0.67	0.67	1.00	1.00
UTOPIA®	Jaltopia	juil-15	1.33	2.33	1.33	3.33	3.33	2.67	4.00	3.67	1.67	3.67
		oct-15	1.67	0.67	2.00	0.00	2.33	0.00	1.33	0.33	0.33	1.00
VELASQUEZ®	MEImirtylus	juil-15	1.67	1.67	2.33	3.67	4.33	3.00	4.67	3.33	2.67	3.67
		oct-15	2.00	1.33	1.33	0.67	3.00	0.00	2.00	0.33	1.33	0.67

De plus, ces essais ont permis de caractériser les souches de champignon :

- Les souches DiFRA-47, DiFRA-36 et DiFRA-67 sont les plus agressives car induisent l'infection moyenne la plus forte sur les génotypes résistants et sensibles. Ces souches sont donc peu discriminantes mais peuvent être utilisées pour des objectifs d'obtention de résistances vis-à-vis de souches agressives ;
- Les souches DiFRA-18 et DiFRA-34 sont les moins agressives car induisent les notes de sévérité de maladie moyennes les plus faibles ; la souche DiFRA-34 est également peu discriminante contrairement à la souche DiFRA-18 ;
- Les souches DiFRA-37, DiFRA-54 et DiFRA-67 apparaissent comme les souches les plus discriminantes entre variétés sensibles et variétés résistantes.

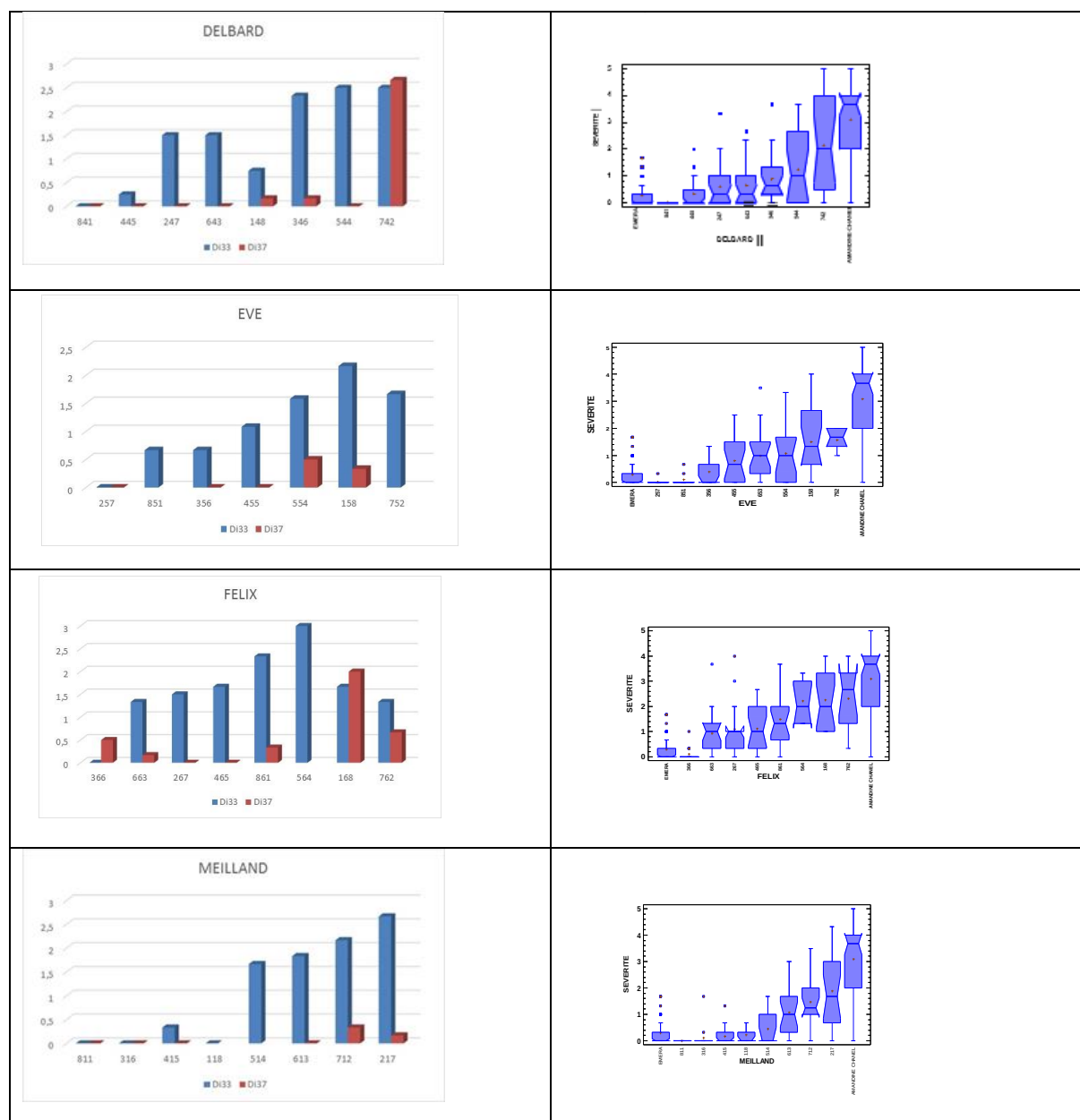
Ces résultats ont aussi permis de statuer sur le choix de neuf variétés de rosier « témoins » pour les essais prévus sur 46 variétés non commercialisées, en 2016 :

- Trois variétés résistantes : Rosa NOAtraum Emera®, Rosa MASmabay Martine Guillot, Rosa DELgrarose Rose de Molinard® ;
- Trois variétés ayant un niveau de résistance intermédiaire : Rosa MEItroni Prince Jardinier®, Rosa MEIclusif Line Renaud®, Rosa JALtopia Utopia® ;
- Trois variétés sensibles : Rosa MASamcha Amandine Chanel®, Rosa MASpaujeu Paul Bocuse®, Rosa MEImirtylus Velasquez®.

3. Essais en conditions contrôlées de nouvelles variétés de rosier et de variétés témoins

Deux essais ont été menés dans les mêmes conditions que précédemment en inoculant les 10 souches monoconidiales du champignon sur neuf variétés de rosier « témoins » et 46 variétés fournies par les partenaires privés du projet. Ces essais en serre ont été comparés aux notations menées par les partenaires privés sur les neuf variétés « témoins » qui ont été plantées en plein champ et notées sur plusieurs années. Les analyses ont montré une bonne corrélation entre les données au champ (infection naturelle) et en serre (infection artificielle) (résultats non montrés, R^2 de 0,89 entre les notations terrain 2016 et les moyennes en serre, 0,91 pour l'année 2017).

La Figure 5 montre une analyse différenciée menée avec une souche discriminante (DiFRA-37) et une souche moyennement agressive (DiFRA-33) en conditions contrôlées et sur l'ensemble des variétés de rosier « témoins » et non commercialisées. L'analyse a révélé, pour chaque obtenteur, la présence d'une ou deux variétés résistantes vis-à-vis de la souche discriminante (sauf pour les obtentions Guillot) et de quelques résistances vis-à-vis de la souche moyennement agressive (entre une et trois variétés selon les obtenteurs).



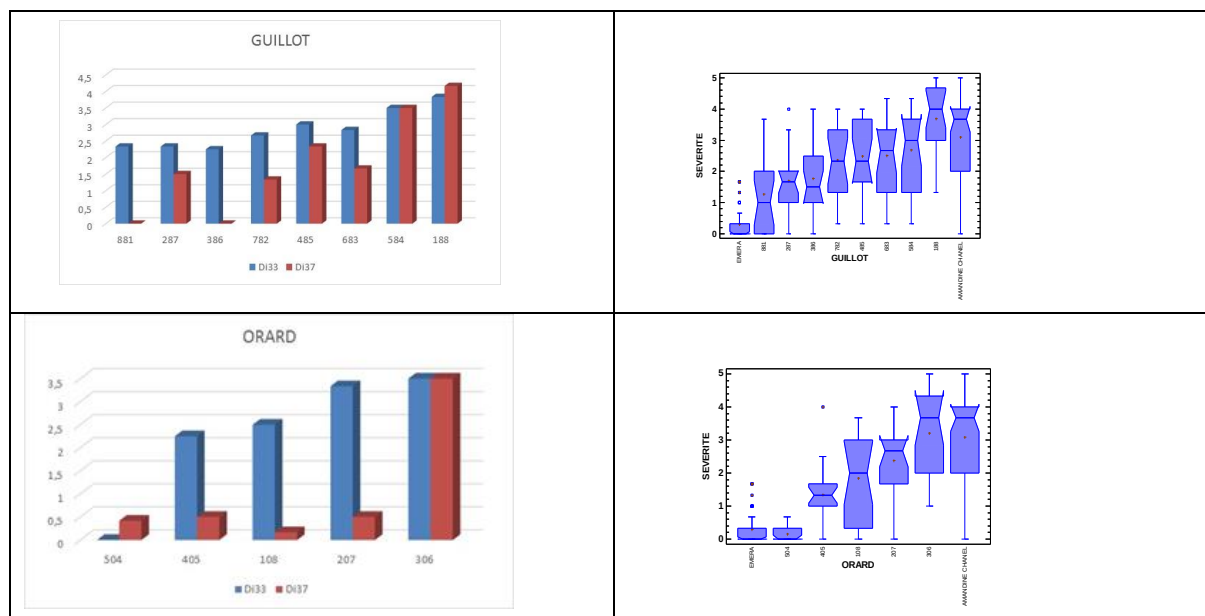


Figure 5 : Analyse du niveau de résistance des variétés de rosier de chaque obtenteur (comparé à un témoin sensible Amandine Chanel® et un témoin résistant Emera®). Un histogramme montre les notes de R/S vis-à-vis d'une souche discriminante (DiFRA-37) et d'une souche moyennement agressive (DiFRA-33). Le boxplot montre les notes moyennes des variétés vis-à-vis des 10 souches fongiques testées.

Conclusion générale

Ce projet a permis de caractériser une collection de souches monoconidiales du champignon responsable de la maladie des taches noires (*Diplocarpon rosae*) chez le rosier. A ce jour, il existe plusieurs collections de *D. rosae* dont une aux USA (Whitaker *et al.*, 2007) et une en Allemagne (Debener *et al.*, 1998). Cette collection de 77 souches monoconidiales est la première collection française et, de plus, comprend des souches isolées du compartiment sauvage. Les analyses de diversité génétique ont montré clairement deux groupes différenciés par l'origine de leur plante hôte, cultivée ou sauvage.

Un test d'infection artificielle, avec des souches fongiques monoconidiales, en conditions contrôlées (serre) sur jeunes plants issus de boutures de rosier a été mis en place et reproduit. Ce test a permis de définir le niveau d'agressivité de 10 souches d'origine française et de déterminer des souches discriminantes et de niveau d'agressivité variable. Dans la littérature, 13 races de *Diplocarpon rosae* ont été définies à partir d'une gamme composée de neuf variétés de rosier (Whitaker *et al.*, 2010) ; il serait nécessaire de tester les souches de notre collection sur cette gamme d'hôtes afin de les classer et d'identifier potentiellement de nouvelles races.

Le test en conditions contrôlées a été éprouvé sur des variétés non commercialisées et a permis de montrer les niveaux de résistance/sensibilité de nouvelles variétés de rosier montrant aussi l'effort fait par les obtenteurs pour créer des variétés résistantes. Un mode opératoire de ce test a été rédigé et transmis à l'ensemble des partenaires ; ce test est disponible auprès de Vegopolys Valley (co-propriétaire du test avec INRAE) dans le but de caractériser de nouvelles variétés de rosier.

En termes de valorisation, ce projet a permis :

- Une publication parue dans Plant Pathology : **Strong differentiation within *Diplocarpon rosae* strains based on microsatellite markers and greenhouse-based inoculation protocol on *Rosa***. Marolleau B., Petiteau A., Bellanger M.B., Sannier M., Le Pocreau N., Porcher L., Paillard S., Foucher F., Thouroude T., Serres-Giardi L., Aguilera G., Chastellier A., Bonneau C., Le Cam B., Soufflet-Freslon V., Hibrand-Saint Oyant L. (2020). Plant Pathology 2020; 69(6):1093-1107. DOI: 10.1111/ppa.13182.

- Une présentation orale à l'ISHS Rose en 2017 à Angers, finalisée par une publication dans Acta Horticulturae : **Development of tools to study rose resistance to black spot**. Soufflet-Freslon V., Marolleau B., Thouroude T., Chastellier A., Pierre S., Bellanger M.N., Le Cam B., Bonneau C., Porcher L., Leclerc A., Robert F., Felix F., Foucher F., Hibrand-Saint Oyant L. (2019). pp. 213-220. International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium.
- Un poster présenté au congrès RGC8 (Rosaceae Genomic Conferences) en 2016 à Angers. **Identification of new genomic regions for rose resistance to black spot**. Marolleau B., Soufflet-Freslon V., Thouroude T., Chastellier A., Bryone F., Robert F., Felix F., Foucher F., Leclerc A., Bonduelle D., Hibrand-Saint Oyant L.

Remerciements

Les auteurs remercient les obtenteurs et producteurs de rosier, Meilland International, Pépinière Chastel, Pépinière de la Saulaie, Roses Anciennes André Eve, Roseraie Felix, Roseraie Guillot, Roseraie Laperrière, Roseraies Orard, Roseraie Pilté Blin, Roseraie Reuter, Société Nouvelle des Pépinières et Roseraies Georges Delbard, pour la fourniture de matériels végétaux et fongiques.

Le projet a été soutenu par le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation via le financement CASDAR no. C-2014-06 « Semences et sélection végétale » 2014.

Références bibliographiques

- Blechert O., Debener T., 2005. Morphological characterization of the interaction between *Diplocarpon rosae* and various rose species. Plant Pathology 54, 82-90.
- Boontiang K., Ymaguchi S., Kakiyama F., Kato M., 2003. Black spot Resistance, Morphology and ploidy Analysis of *Rosa rugosa* cv. Pink Hybrids. Journal of Society of high technology in Agriculture 15, 72-9.
- Carlson-Nilsson B.U., Davidson C.G., 2006. Variation in resistance to *Marssonina rosae* Lib. Died. among different *Rosa* L. cultivars and species including three dogrose species *Rosa* sect. Caninae. Scientia Horticulturae 109, 353-360.
- Debener T., Drewes-Alvarez R., Rockstroh K., 1998. Identification of five physiological races of blackspot, *Diplocarpon rosae*, Wolf on roses. Plant Breeding 117, 267-270.
- Horst R.K., 1983. Compendium of rose diseases.
- Knight C., Wheeler B.E.J., 1978. The germination of *Diplocarpon rosae* on different rose cultivars. Phytopathologische Zeitschrift 91, 346-54.
- Whitaker V.M., Debener T., Roberts A.V., Hokanson S.C., 2010. A standard set of host differentials and unified nomenclature for an international collection of *Diplocarpon rosae* races. Plant Pathology 59, 745-752.
- Whitaker V.M., Hokanson S.C., Bradeen J., 2007. Distribution of rose black spot *Diplocarpon rosae* genetic diversity in eastern north America using amplified fragment length polymorphism and implications for resistance screening. Journal of the American Society for Horticultural Science 132, 534-540.
- Xue A.G., Davidson C.G., 1998. Components of partial resistance to black spot disease *Diplocarpon rosae* Wolf in garden roses. Hortscience 33, 96-99.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0).



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son URL ou DOI).