

L'antracnose des Cucurbitacées

I. Pouvoir pathogène du *Colletotrichum lagenarium* (Pass.) Ell. et Hals.

Yacouba SERE*

Résumé

L'étude des effets de six souches de *Colletotrichum lagenarium* sur le Concombre, le Cornichon, la Courge, la Pastèque et cinq variétés de Melon ne révèle que des interactions entre hôte et parasite de type quantitatif. L'établissement d'une échelle de mesure de la quantité de maladie permet de comparer statistiquement l'agressivité des souches du parasite et le niveau de résistance générale des hôtes.

Mots-clés : *Colletotrichum lagenarium* — Anthracnose — Cucurbitacées — Résistance génétique.

Abstract

ANTHRACNOSE OF *Cucurbitaceae*. I. PATHOGENIC POWER OF *Colletotrichum lagenarium* (PASS.) ELL. ET HALS. The study of the action of six strains of *Colletotrichum lagenarium* on Cucumber, Gherkin, Vegetable Marrow, Water-Melon and five varieties of Melon reveal only quantitative host parasite interactions. Drawing up a measure scale of the quantity of disease allow to statistically compare the aggressivity of the parasite strains and the level of host general resistance.

Key words : *Colletotrichum lagenarium* — Anthracnose — *Cucurbitaceae* — Genetic resistance.

Introduction

Le *Colletotrichum lagenarium* (Pass.) Ell. et Hals. provoque sur les organes aériens des Cucurbitacées, des altérations nécrotiques connues sous le nom d'antracnose. Sur les végétaux malades, il est le plus souvent associé à d'autres parasites et ne semble pas constituer habituellement par lui-même un grave danger pour les cultures. Le risque existe cependant de le voir prendre une importance accrue si les conditions de milieu sont modifiées ou si des changements surviennent au niveau de l'hôte. Ainsi, en Caroline du Nord, le remplacement de variétés traditionnelles de Concombre, sensibles au mildiou poudreux, par d'autres, résistantes à cette maladie, fut suivi de forts dégâts dus à l'antracnose (BARNES et EPPS, 1952).

Des auteurs (GOODE, 1958; DUTTA *et al.*, 1960; JENKINS *et al.*, 1964) ont classé des isolats du *C. lagenarium* en « races » suivant le degré de résistance que diverses Cucurbitacées opposent à leurs attaques. Leurs résultats indiquent que ces différences de pouvoir pathogène entre isolats sont de nature quantitative. Les données chiffrées rapportées par GOODE (*loc. cit.*), DUTTA *et al.* (*loc. cit.*) ne révèlent pas d'interactions du type tout ou rien entre les souches du champignon et les hôtes. Les relations au sein de ces couples hôte-parasite se situeraient donc dans un cadre horizontal, selon la terminologie définie par VAN DER PLANK (1968), les isolats du parasite ne diffèrent que par leur agressivité et les variétés de l'hôte par leur niveau de résistance générale. Nous avons été conduit à la

* Laboratoire de Cryptogamie, Associé au C.N.R.S. (L.A. 115), Université de Paris-sud, 91 405 Orsay, France.

même conclusion en étudiant le pouvoir pathogène de mutants du *C. lagenarium* vis-à-vis de quatre variétés de Melon (SERÉ, 1975).

Toujours selon VAN DER PLANK (*loc. cit.*), le nombre des races agressives qu'on peut distinguer au sein d'une espèce parasite n'est limité que par notre aptitude à évaluer des différences quantitatives entre les isolats. Il est donc tributaire à la fois du nombre de génotypes hôtes utilisés et de la finesse du système de mesure. C'est pourquoi il nous a paru utile de mettre au point une méthode fine d'évaluation de l'agressivité du *C. lagenarium*.

Matériel et méthodes

1 LE PARASITE

La souche originelle (*C-l.*) du *C. lagenarium* nous a été aimablement fournie par A. TOUZE (Université Paul-Sabatier, Toulouse). Après clonage par isolement monospore, elle a été soumise à des traitements mutagènes (N-méthyl N'-nitro N-nitrosoguanidine) et des mutants ont été criblés pour leur auxotrophie. Quatre lignées révertantes prototrophes (*C₄67*, *C₄82*, *C₈30*, *C₈8*) issues de ces mutants ont été incluses dans les essais rapportés ici. Nous avons d'autre part utilisé une souche (*C-O*) de *Colletotrichum orbiculare* (Berk. et Mont.) Arx provenant de la mycothèque de Baarn (C.B.S. n° 172-59), considérée comme synonyme de *C. lagenarium*.

Toutes les cultures sont effectuées sur bouillon d'avoine gélosé (20 g de farine d'avoine et 10 g

d'agar par litre), à 26 °C et à l'obscurité, sous 60 % d'humidité relative. Dans ces conditions, les fructifications conidiennes apparaissent sur les thalles âgés de 4 à 7 jours sous forme d'acervules rose saumon à rose orangé.

2 L'HÔTE

L'expérimentation a porté sur le Melon (cinq variétés), le Concombre, le Cornichon, la Courge et la Pastèque.

A l'exception des melons « Charentais S » et « CM 17 187 » qui nous ont été fournis par la Station d'Amélioration des Plantes Maraîchères de l'I.N.R.A. (Montfavet, Vaucluse), toutes les semences proviennent de la Société des Graines d'Élite Clause (Brétigny-sur-Orge, Essonne).

Toutes les cultures sont conduites en serre, sur terreau, à 25 ± 4 °C.

3 INOCULATION EXPÉRIMENTALE

L'inoculum est constitué par une suspension de conidies (5.10⁵ spores par ml) prélevées sur des thalles âgés de 8 jours. Environ 18 jours après le semis, les plantules, qui possèdent alors deux feuilles post-cotylédonaires, reçoivent chacune 0,5 ml de cette suspension par pulvérisation fine sur les organes aériens et sont placées sous cage transparente. Pendant les trois jours qui suivent le dépôt de l'inoculum, les plantules sont maintenues sous une forte humidité rendue permanente par des pulvérisations d'eau.

TABLEAU I

Pouvoir pathogène des souches de *C. lagenarium* à l'égard de quelques Cucurbitacées

HOTES (Variétés)		POUVOIR PATHOGÈNE DES <i>COLLETOTRICHUM</i> *					TÉMOIN**
		<i>C-O.</i>	<i>C-l.</i>	<i>C₄67</i>	<i>C₄82</i>	<i>C₈30</i>	
MELON	Cantaloup Charentais.....	++	+	+	+	+	
	Charentais S.....	++	+	+	+	+	
	Doublon.....	++	+	+	+	+	
	CM 17 187.....	++	+	+	+	+	
	Ido.....	++	+	+	+	+	
CONCOMBRE (Marketer).....		++	±	±	±	±	
CORNICHON (Vert de Paris).....		++	±	±	±	±	
COURGE (Black Beauty).....		+	±	±	±	±	
PASTÈQUE (Sugar Baby).....		++	±	±	±	±	

*Blanc : pas de symptômes ; + : lésions plus ou moins importantes ; ± : traces ; ++ : mort des plantules.

**Les témoins sont constitués de plantules sur lesquelles a été pulvérisée de l'eau et qui sont maintenues dans les mêmes conditions que les plantules infestées par les souches de *C. lagenarium*.

Résultats

1 SPECTRE D'HÔTES

Les premiers signes de succès des inoculations se manifestent le plus souvent sur les différents hôtes (tabl. I) par de légers jaunissements qui évoluent en taches nécrotiques marron ou brunes; les nécroses s'étendent progressivement et peuvent provoquer la destruction des organes atteints.

L'observation des plantules, une semaine après l'inoculation, permet de les grouper en quatre catégories bien tranchées : les plantules saines, celles qui présentent des symptômes légers sur les cotylédons seuls, celles dont les autres organes aériens sont également lésés, et enfin les plantules mortes.

Sur la base de ces observations, une lignée (*C.-0*) apparaît fortement pathogène, une autre (*C.₈₈*) ne provoque aucun symptôme sur aucun hôte, les quatre autres (*C.-1.*, *C.₄₆₇*, *C.₄₈₂* et *C.₈₃₀*) ont des effets intermédiaires.

Ce classement, et le fait que chacune des souches capables d'infecter l'une des espèces hôtes attaque également les autres avec succès confirment clairement la nature horizontale des interactions hôte-parasite, dans les limites de la présente expérimentation sur l'antracnose des Cucurbitacées. Mais il apparaît aussi que le type de réaction des plantes-hôtes à l'infection est un critère trop grossier pour détecter des différences d'agressivité, qui peuvent être minimales, entre souches de *C. lagenarium*. Une échelle de lecture plus fine est nécessaire.

2 AGRESSIVITÉ DES SOUCHES PATHOGÈNES

(a) détermination de la quantité de maladie

Si l'on admet que sur chaque organe atteint, la gravité de la maladie est fonction de la proportion lésée, la quantité de maladie peut être estimée sur une plante en effectuant la somme des degrés d'attaque de chacun de ses organes. Le tableau II présente une telle échelle de lecture.

Mais la valeur ainsi obtenue ne prend pas suffisamment en compte l'état pathologique réel des plantules. En effet, selon les génotypes de l'hôte et les souches du parasite, certaines plantules infectées forment de nouveaux organes et, à la longue, surmontent la maladie tandis que d'autres interrompent leur développement et finissent par mourir. Nous avons donc pondéré la quantité absolue de maladie, déterminée selon l'échelle proposée au tableau II, en tenant compte du nombre total des organes présents lors de la mesure. Une plantule parvenue au stade des deux feuilles post-

TABLEAU II

Quantification des symptômes en fonction de la proportion de surface de l'organe estimée couverte par la lésion nécrotique

PROPORTION DE SURFACE ATTEINTE	DEGRÉ ATTRIBUÉ À L'ATTAQUE
Aucun symptôme.....	0
Petites taches sur une surface estimée inférieure au quart de l'organe.....	1
Taches plus nombreuses et souvent confluentes, sur un quart de l'organe.	2
Nécroses couvrant la moitié de l'organe.....	3
Les trois quarts de l'organe sont atteints.....	4
Organe mort.....	5

cotylédonaire, par exemple, comprend six organes aériens sensibles à l'antracnose : 2 cotylédons, 2 feuilles pétiolées, 1 axe hypocotylé, 1 apex. Nous disposons ainsi d'un indice :

$$I = \frac{\text{Somme des degrés d'attaque}}{\text{Nombre d'organes présents}}$$

qui permet de comparer les agressivités de chacune des souches parasites vis-à-vis des divers hôtes. D'un point de vue pratique, il peut être utilisé comme indice d'agressivité.

(b) signification de l'indice d'agressivité

De très nombreux paramètres concourent à rendre une lignée parasite plus ou moins agressive. Le nombre des unités de dissémination selon la définition de RAPILLY (1976), la vitesse de colonisation de l'hôte et donc d'extension des nécroses, la durée du cycle de développement, l'intensité et la durée de la production des éléments infectieux, ne sont que quelques-uns des facteurs intrinsèques à prendre en compte. Il n'est cependant pas aisé de les faire entrer dans un indice simple à établir et de donner à chacun le poids qui lui revient dans la détermination de la quantité de maladie.

L'indice défini ci-dessus prend essentiellement en charge l'étendue des nécroses. Il caractérise donc très imparfaitement l'agressivité du *C. lagenarium*. Cependant, dans l'antracnose des Cucurbitacées, il semble que l'extension des lésions soit le paramètre le plus important. En effet, les acervules conidifères n'apparaissent que par temps pluvieux et les spores sont disséminées essentiellement par les éclaboussures tombant sur les fructifications (ROGER, 1953); la progression de la maladie se fait lentement à partir

des foyers initiaux (MESSIAEN et LAFON, 1963). Par conséquent, on peut raisonnablement admettre que les souches les plus agressives sont celles qui provoquent les plus grandes lésions dans un délai donné, c'est-à-dire celles pour lesquelles l'indice que nous venons de définir est le plus élevé.

(c) *application de l'indice à l'étude des souches d'agressivité moyenne*

Les quatre lignées de *C. lagenarium* qui présentaient un pouvoir pathogène intermédiaire au cours de l'essai préliminaire ont été comparées en fonction de cet indice d'agressivité. Chacune a été inoculée à 30 plantules des deux variétés de Melon « Cantaloup Charentais » et « CM 17 187 ». L'expérience a été répétée quatre fois. Les observations faites une semaine plus tard sont résumées dans le tableau III où figure la moyenne des indices.

TABLEAU III

Indice d'agressivité des souches de *C. lagenarium* au cours de 4 essais sur les variétés de Melon Cantaloup charentais (C. Ch.) et CM 17 187 (CM.)

SOUCHES	1 ^{er} ESSAI		2 ^e ESSAI		3 ^e ESSAI		4 ^e ESSAI	
	C.Ch.	CM	C.Ch.	CM	C.Ch.	CM	C.Ch.	CM
Sauvage (C.-I.)	1,5	1,1	1,2	1,1	1,4	1,5	2,5	1,7
C ₆₇	1,4	1,0	1,2	0,6	1,0	0,5	1,6	1,5
C ₈₂	1,0	0,8	1,2	0,3	1,5	0,9	1,5	1,4
C ₃₀	0,9	0,1	0,8	0,1	0,9	0,6	1,4	1,4

Ce tableau fait apparaître des différences entre les souches précédemment classées dans un même groupe pour leur agressivité. Par ailleurs, l'une des variétés de Melon (« Cantaloup Charentais ») manifeste toujours des symptômes plus accentués que l'autre. Enfin, sur ces deux variétés, les quatre souches du parasite se classent généralement suivant le même ordre en fonction de leur pouvoir pathogène, ce qui s'accorde avec des relations de type horizontal entre les partenaires.

Une fois assuré de l'homogénéité des variances, il a été procédé à une analyse statistique pour apprécier la signification des différences constatées. Le tableau IV montre que ni les différences de pathogénie entre les souches (effet souche) ni les différences de comportement des deux variétés (effet variété) ne peuvent être attribuées aux fluctuations de l'échantillonnage. En outre, l'absence d'interaction différentielle variété x souche est confirmée (inter-

TABLEAU IV

Analyse de variance effectuée à partir des données expérimentales réunies dans le tableau III

ORIGINE DE LA VARIATION	d. d. l.	F calculé	F théorique*	CONCLUSION**
Variation totale.....	31			
Effet souche.....	3	16,4	3,86 (6,99)	HS
Effet variété.....	1	47,1	5,12 (10,56)	HS
Effet essai.....	3	8,7	3,86 (6,99)	HS
Interaction souche x variété.....	3	0,4	3,86	NS
Interaction souche x essai.....	9	1,1	> 3,13	NS
Interaction variété x essai.....	3	0,2	3,86	NS
Variation résiduelle...	9			

* Il s'agit des valeurs limites du rapport F données par la table de Snédécour pour les coefficients de sécurité de 95 % et (entre parenthèses) de 99 %.

** HS = Hautement significatif ; NS = Non significatif.

action souche x variété non significative) et conduit à conclure que les deux génotypes hôtes ne diffèrent que par leur niveau de résistance horizontale et les quatre souches du *C. lagenarium* par leur agressivité.

Par ailleurs, les différences entre les quatre répétitions (effet essai) sont significatives : les conditions expérimentales ont probablement varié d'un essai à un autre. Si certains facteurs ont été maintenus constants (milieu de culture du champignon, température subie pendant sa croissance, âge des thalles qui fournissent les conidies, taux d'inoculum, technique d'inoculation, stade de développement des plantules lors des inoculations, etc.), nous n'avons pas pu maintenir parfaitement stable la température de la serre. Ses variations (25 ± 4 °C) peuvent être responsables des fluctuations enregistrées dans la gravité de la maladie déclenchée par une même souche chez une même variété au cours des quatre essais qui se sont succédés. Mais l'absence d'interactions souche x essai et variété x essai indique que les changements de conditions expérimentales ont eu le même effet sur les deux variétés. Par conséquent, s'il n'est pas possible de caractériser une souche de *C. lagenarium* dans l'absolu, par une valeur fixe attribuée à son agressivité, il est en revanche possible de définir un élément de la population parasite par rapport aux autres dans une même série expérimentale.

Une comparaison de moyennes à l'aide du test de TUCKEY (1949) montre que la souche originelle (C.-I.) de *C. lagenarium* est plus agressive que les trois mutants qui en sont issus. La différence

d'agressivité entre les lignées C_467 et C_482 n'est pas significative. Les quatre souches doivent être classées, par ordre d'agressivité décroissante :

$$C-1. > C_467-C_482 > C_830$$

Conclusion

Le mode de notation proposé pour quantifier les dommages dus au *C. lagenarium* ne peut permettre de caractériser l'agressivité réelle du champignon. Celle-ci est d'ailleurs toujours dépendante des conditions expérimentales et ne s'exprime jamais qu'à travers la résistance générale que lui oppose l'hôte. Cependant, l'indice que nous avons défini peut servir à comparer, de manière fine, l'agressivité de différents isolats car il tient compte des paramètres

qui la déterminent de la manière la plus décisive. La valeur atteinte par l'indice est en effet fonction de l'étendue des nécroses, donc du taux de spores capables d'induire des lésions et de la vitesse d'extension du parasite dans les organes malades. Elle est également fonction de l'aptitude des plantules à surmonter la maladie et, de cette façon, l'indice permet de caractériser le niveau de résistance générale exprimé par l'hôte sous forme de barrières à la pénétration du parasite et de frein à l'extension des nécroses. Enfin, la possibilité d'estimer la quantité de maladie présente à un instant donné permet de suivre l'évolution d'une épidémie d'une manière simple et suffisamment précise.

Manuscrit reçu au Service des Éditions de l'O.R.S.T.O.M.
le 23 février 1981.

BIBLIOGRAPHIE

- BARNES (W. C.) et EPPS (W. M.), 1952. — Two types of anthracnose resistance in Cucumbers. *Pl. Dis. Repr.*, 36 : 479.
- DUTTA (S. K.), HALL (C. V.) et HAYNE (E. C.), 1960. — Observation on physiological races of *Colletotrichum lagenarium*. *Bot. Gaz.*, 121 : 163-166.
- GOODE (M. J.), 1958. — Physiological specialization in *Colletotrichum lagenarium*. *Phytopath.*, 48 : 79-83.
- JENKINS JR. (S. F.), WINSTEAD (N. M.) et Mc COMBS (C. L.), 1964. — Pathogenic comparisons of three new and four previously described races of *Glomerella cingulata* var. *orbiculare*. *Pl. Dis. Repr.*, 48 : 619-622.
- MESSIAEN (C. M.) et LAFON (R.), 1963. — Les maladies des plantes maraîchères I.N.R.A., Paris.
- RAPILLY (F.), 1976. — Essai de modélisation d'une épidémie de septoriose à *Septoria nodorum* Berk. sur Blé : recherche de critères de résistance horizontale. Thèse État Université de Paris-Sud, Orsay.
- ROGER (L.), 1953. — Phytopathologie des pays chauds. Encyclopédie mycologique, XVIII : 1801-1860.
- SERÉ (Y.), 1975. — Études sur le pouvoir pathogène du *Colletotrichum lagenarium*. Rapport de D.E.A., Amélioration des Plantes, Option Phytopathologie, Faculté des Sciences, Orsay.
- TUKEY (J. W.), 1949. — One degree of freedom for non-additivity. *Biometrics*, 5 : 232-242.
- VAN DER PLANK (J. E.), 1968. — Disease resistance in plants. Academic Press, New York, 206 p.