

# Expression du pouvoir pathogène chez le couple Phytophthora cryptogea - Gerbera

Loanna Athanassiou, Philippe Bonnet, Pierre Ricci

► **To cite this version:**

Loanna Athanassiou, Philippe Bonnet, Pierre Ricci. Expression du pouvoir pathogène chez le couple *Phytophthora cryptogea* - *Gerbera*. *Agronomie*, EDP Sciences, 1981, 1 (6), pp.495-502. <hal-00884286>

**HAL Id: hal-00884286**

**<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00884286>**

Submitted on 1 Jan 1981

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Expression du pouvoir pathogène chez le couple *Phytophthora cryptogea* - *Gerbera*

Ioanna ATHANASSIOU (\*), Philippe BONNET(\*\*) & Pierre RICCI(\*\*)

(\* Institut de Pathologie GR. Patras.

(\*\*) I.N.R.A., Station de Pathologie Végétale, Villa Thuret, B.P. 78, F 06602 Antibes.

## RÉSUMÉ

*Gerbera*,  
*Phytophthora cryptogea*,  
Inoculation,  
Sensibilité.

Des inoculations sont faites sur disques de feuilles de *Gerbera* blessés et maintenus en survie pour voir si ce test peut être un indicateur satisfaisant de la sensibilité du matériel végétal vis-à-vis de *Phytophthora cryptogea*, parasite tellurique. On constate, d'une part, que les 23 isolats de *P. cryptogea* inoculés sur clone sensible induisent tous des nécroses nettes mais à des degrés divers (tabl. 1), d'autre part, que l'inoculation avec une souche de *P. cryptogea* de 24 clones de *Gerbera* et de 80 descendants issus de 8 croisements montre des différences nettes de sensibilité au sein du matériel végétal (tabl. 2 et 3). Les premiers résultats d'inoculations clones végétaux - souches du parasite ne permettent pas de trancher sur l'existence possible d'une interaction clones-souches (fig. 1a et 1b). Dans la cinétique de l'infection les paramètres importants paraissent être la dose d'inoculum pour l'installation (tabl. 4), l'âge des feuilles (fig. 2) et les conditions d'éclairage durant l'infection (tabl. 5, fig. 3 et 4) ; quant à la relation entre réponses données par le « test feuille » et infection par voie racinaire, les résultats actuels (tabl. 6 et 7) paraissent relativement satisfaisants bien que, dans le détail, certaines réponses soient à vérifier ultérieurement.

## SUMMARY

*Gerbera*,  
*Phytophthora cryptogea*,  
Inoculation,  
Susceptibility.

### Assessing the pathogenicity of *Phytophthora cryptogea* on *Gerbera*

Inoculations are performed on discs of *Gerbera* leaves to state the susceptibility of *Gerbera* plants towards the *P. cryptogea*. Twenty three isolates of *P. cryptogea* were inoculated on susceptible variety and extended necrosis appeared varying with isolates (table 1). On the other hand, 24 varieties of *Gerbera* and 80 progenies from 8 crossings between parent plants differing in susceptibility were inoculated with a strain of *P. cryptogea* ; clear-cut differences were obvious in the necrosis observed (tables 2 and 3). First results obtained, when different varieties were inoculated with various strains of *P. cryptogea* (fig. 1a and 1b), are not sufficient to conclude whether an interaction varieties-strains exists or not. For the development of infection, important factors are the amount of inoculum (table 4), age of leaves (fig. 2) and the light (table 5, fig. 3 and 4). At last the relation between results obtained on discs of *Gerbera* leaves and results after inoculation on roots seems to be correct enough (tables 6, 7) though some results are curious and are to test again.

## I. INTRODUCTION

Décrite pour la première fois en 1937 par TOMPKINS & TUCKER, la pourriture du collet et des racines, provoquée sur *Gerbera* par *Phytophthora cryptogea* Pethyb. & Laff., apparaît comme la maladie la plus inquiétante depuis l'extension de cette culture.

En France, une enquête faite en 1979 dans le département du Var, principale zone de culture, a montré que le champignon était présent au moins dans le 1/3 des exploitations et, sur les 174 échantillons de *Gerbera* analysés à la Station d'Antibes durant l'année 1979, le *Phytophthora* a été mis en évidence dans plus de 50 p. 100 des cas. La lutte par les produits fongicides semblant jusqu'à présent assez aléatoire (GARIBALDI, 1975), la recherche d'un matériel végétal plus tolérant apparaît donc comme une possibilité de limiter l'extension de la maladie ; d'ailleurs, en Hollande, le caractère de résistance à *P. cryptogea* a été inclus dans les critères de sélection du *Gerbera* (SPARNAALJ, 1971-1975).

Nous avons abordé ce problème à la demande et avec la collaboration de la Station d'Amélioration des Plantes de Fréjus pour préciser la tolérance<sup>(1)</sup> des clones déjà existants et des plants utilisés comme géniteurs dans le programme de sélection.

Or, la sélection après inoculation racinaire est une technique souvent malaisée, difficilement reproductible, détruisant des plantes existant souvent en nombre limité et susceptibles de posséder par ailleurs des caractères agronomiques intéressants. Par contre, la mise en évidence de la tolérance par le biais d'inoculations sur organes excisés a déjà été envisagée ou utilisée dans d'autres systèmes (IZARD, 1960 et WILLS, 1964, sur tabac ; TARJOT, 1972 sur cacao) et présente l'avantage de ne pas être destructif pour la plante. Des inoculations de fragments de feuilles en

(1) Tolérance est pris dans le sens de résistance partielle puisqu'aucun cas de résistance totale à l'infection n'a été observé.

survie de divers végétaux par plusieurs espèces de *Phytophthora* ont permis à PONCHET *et al.* (1975) de caractériser le pouvoir pathogène du parasite et de noter des réactions hôte-parasite différentielles ; parmi celles-ci, les feuilles de *Gerbera* donnaient des nécroses nettes essentiellement avec les 7 isolats de *P. cryptogea* essayés, les 3 autres espèces (*P. parasitica*, *P. capsici* et *P. palmivora*) ne provoquant aucune nécrose. Ce test d'inoculation de disques foliaires de *Gerbera* peut même fournir un test de diagnostic de l'espèce *P. cryptogea* (BONNET *et al.*, 1980). Enfin, dans deux essais préliminaires faits sur 13 clones de *Gerbera* avec 2 isolats de *P. cryptogea*, il semblait que les nécroses obtenues étaient variables suivant le matériel végétal et que ces différences étaient relativement reproductibles. Il paraissait donc important de préciser si l'inoculation de disques foliaires de *Gerbera* pouvait fournir un test suffisamment reproductible et révélateur de la sensibilité du matériel végétal en vue de la sélection tout en apportant certaines précisions sur les interactions hôte-parasite dans le couple *Gerbera-P. cryptogea*.

## II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### A) Cultures de *Phytophthora*: préparation des divers inoculum

On a utilisé 23 isolats de *P. cryptogea* dont 17 proviennent de *Gerbera* et 6 d'autres plantes (tabl. 1). Pour réaliser les diverses inoculations on se sert de 3 types différents d'inoculum :

- 1) culture sur milieu gélosé à 10 g/l avec 1 p. 100 de malt ; pour diminuer la densité de l'inoculum, on peut apporter des doses inférieures de malt ;
- 2) culture sur milieu son-perlite : un mélange de son

(10 g) et de solution aqueuse de malt (42 ml à 5 p. 100) est autoclavé 2 h à 120 °C dans des flacons de 500 ml ; il est ensemencé avec 2 explants de culture gélosée sur malt et incubé à 22-24 °C durant 20 à 25 j ;

3) broyat de mycélium : après 8 j de culture à 24 °C en milieu « V8 » liquide, le thalle est rincé à l'eau stérile ; il est ensuite broyé au « potter » dans la quantité d'eau retenue par le mycélium, jusqu'à disparition des agrégats mycéliens visibles à l'œil nu ; le broyat est enfin dilué en eau stérile.

### B) Inoculation de disques foliaires en survie (« test feuille »)

Des disques (50 mm), découpés dans des feuilles « adultes » de *Gerbera*, sont perforés en leur centre d'un trou (2 mm environ) sur les bords duquel on dépose un explant calibré (4 mm) prélevé en bordure d'une culture du champignon sur milieu gélosé. Les disques foliaires ainsi inoculés sont maintenus en survie sur une solution aqueuse de benzimidazole à 50 ppM. Les diamètres des nécroses se développant autour de l'explant mycélien sont mesurés généralement après 5 ou 6 j d'incubation (24-25 °C, avec 16 h de lumière à 4 500 lux).

### C) Inoculation de plantes entières cultivées en pot

Les plants, élevés en serre dans des pots remplis d'un mélange tourbe-perlite (50/50) neutralisé par de la dolomie, sont arrosés chaque semaine avec une solution nutritive. Pour éviter de blesser le système racinaire, on a choisi l'inoculation au collet du plant ; pour ce faire, on dégage le collet et on apporte tout autour 7 g environ d'inoculum son-perlite (cf. A2). On recouvre ensuite l'inoculum avec du substrat et on applique un arrosage léger au pied de la plante. On note le début du flétrissement (1<sup>re</sup> feuille flétrie) et la durée nécessaire au dépérissement total de la plante.

TABLEAU 1

Diamètre (mm) des nécroses obtenues sur disques de feuille (« Appelbloesem ») inoculés par 23 isolats de *P. cryptogea* isolés de *Gerbera* ou de plantes autres ; classement suivant le test de Duncan au seuil de 0,01

Diameters (mm) of necrosis observed on « Appelbloesem » leaves inoculated with 23 strains of *P. cryptogea* isolated from *Gerbera* or from other plants

N° Isolat	Isolé de	Origine géographique et année d'isolement	Type de compatibilité	Diamètre des nécroses (mm)
192	<i>Medicago</i> sp.	Grèce 1977	A <sub>2</sub>	8 a
46	<i>Gerbera</i>	Var 1972	A <sub>1</sub>	10 ab
73	<i>Gerbera</i>	Loire-Atlantique 1973	A <sub>1</sub>	11 abc
89	<i>Chamaecyparis</i>	Yvelines 1973	?	11 abc
108	<i>Solanum melongena</i>	Espagne	?	14 abcd
37	<i>Gerbera</i>	Alpes-Maritimes 1971	?	14 abcd
80	<i>Gerbera</i>	Alpes-Maritimes 1973	A <sub>2</sub>	15 abcd
91	<i>Gerbera</i>	Var 1973	?	16 abcd
141	<i>Gerbera</i>	Ille-et-Vilaine 1975	?	17 abcd
92	<i>Gerbera</i>	Yougoslavie 1974	A <sub>1</sub>	20 abcd
72	<i>Gerbera</i>	? 1973	?	23 abcd
93	<i>Gerbera</i>	Var 1974	A <sub>2</sub>	23 abcd
81	<i>Gerbera</i>	Alpes-Maritimes 1973	?	24 abcd
101	<i>Gerbera</i>	Italie 1974	A <sub>1</sub>	25 abcd
97	<i>Abies</i>	Alpes-Maritimes 1974	?	25 abcd
57	<i>Calceolaria</i>	Alpes-Maritimes 1973	A <sub>1</sub>	26 abcd
52	<i>Gerbera</i>	Alpes-Maritimes 1972	?	26 abcd
194	<i>Gerbera</i>	Alpes-Maritimes 1977	A <sub>1</sub>	28 bcd
53	<i>Gerbera</i>	? 1975	A <sub>1</sub>	28 bcd
39	<i>Gerbera</i>	Alpes-Maritimes 1972	A <sub>1</sub>	29 bcd
156	<i>Chrysanthemum</i>	Loire 1974	?	29 bcd
100	<i>Gerbera</i>	Espagne 1974	A <sub>1</sub>	30 cd
36	<i>Gerbera</i>	Alpes-Maritimes 1971	A <sub>1</sub>	33 d

#### D) Inoculation de plants cultivés « *in vitro* »

Les jeunes plants sont sortis du milieu de multiplication et placés, en tube, sur un « pont de papier » plongeant dans le milieu liquide de rhizogenèse ; après 2 mois environ à 25 °C et 16 h d'éclairage (2.500 lux), le système racinaire est suffisamment développé pour être inoculé par un broyat de mycélium dilué (cf. A3). L'inoculation se fait en vidant le tube du milieu nutritif puis en le remplaçant, à la seringue, par 5 à 10 ml de broyat mycélien dilué en évitant de blesser les racines ou d'apporter l'inoculum sur la partie aérienne de la plante. Le premier indice de contamination est l'apparition de filaments mycéliens sur les racines ; il apparaît ensuite un noircissement du collet suivi d'un étranglement de la base des pétioles et de la mort de la plante.

### III. RÉSULTATS

#### A) Mise en évidence, par le « test feuille », de divers niveaux de pouvoir pathogène chez le parasite et de sensibilité chez la plante-hôte

##### 1. Inoculation par divers isolats de *P. cryptogea*

Inoculés sur disques de feuille d'un clone sensible, « Appelbloesem », les 23 isolats de *P. cryptogea* ont tous donné des nécroses nettes mais de diamètres très variables puisque l'isolat n° 36 donne un diamètre de nécrose quatre fois plus important que l'isolat n° 192 (tabl. 1).

##### 2. Mise en évidence de divers niveaux de sensibilité dans le matériel végétal

Vingt-quatre clones en culture à la Station d'Amélioration des Plantes de Fréjus, dont certains largement commercia-

lisés (« Peter », « Fredaisy », « Clémentine », « Appelbloesem »), sont choisis pour prospecter une variation possible de la sensibilité dans le matériel végétal ; 3 essais d'inoculation avec la souche *P. cryptogea* (n° 194) ont été faits, échelonnés dans le temps (février, avril et mai). Les diamètres moyens des nécroses obtenues après 6 j d'incubation (tabl. 2) montrent une différence de sensibilité dans les clones ainsi testés.

Ont été également analysés par test foliaire (3 disques de feuille par plante, inoculés avec la souche 194) 80 plants provenant de 8 croisements différents (tabl. 3). Les parents étaient soit des clones commerciaux, soit des individus (I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>...) hétérozygotes, issus de 2 ou 3 générations de croisements (frère × sœur) sans sélection pour la tolérance. Parents et descendants ont été répartis dans 4 classes de sensibilité en fonction des nécroses obtenues. Les résultats font apparaître une variabilité dans chaque descendance et une répartition des descendants qui est différente suivant le type de croisement.

##### 3. Interaction clones-souches

Afin de préciser l'existence possible de réactions différentielles entre divers clones de la plante-hôte et les isolats de *P. cryptogea*, on a inoculé 2 souches de *P. cryptogea* (n° 93 et 194) sur 14 clones différents de *Gerbera* ; les valeurs obtenues (fig. 1a) se répartissent approximativement le long de la bissectrice montrant que les divers clones ont une sensibilité voisine, qu'ils soient inoculés par l'une ou l'autre souche. On a testé, d'autre part, le pouvoir pathogène des 23 isolats de *P. cryptogea* sur 2 clones : « Peter » et « Appelbloesem » ; dans ce cas (fig. 1b) les valeurs sont pratiquement toutes situées au-dessus de la bissectrice, le clone « Appelbloesem » apparaissant plus sensible que « Peter », mais à des degrés divers suivant les souches.

TABLEAU 2

Sensibilité de 24 clones de *Gerbera* ; diamètre (mm) des nécroses sur disques de feuille (5 répétitions) après 6 j d'incubation (souche 194) ; classement par test Duncan au seuil 0,01

Susceptibility of 24 varieties of *Gerbera* ; diameters (mm) of necrosis on discs from detached leaves (5 per treatment) 6 days after inoculation (strain n° 194)

Clones	Essai n° 1 (février)	Essai n° 2 (avril)	Essai n° 3 (mai)
Peter	12 (a)	9 (a)	11 (a)
6168-5 (Fresamande)	—	10 (a)	—
5191-III	20 (ab)	11 (ab)	30 (cd)
6151-3	15 (a)	—	12 (a)
3032-20	—	11 (ab)	—
6163-2	16 (ab)	12 (ab)	23 (bc)
7269-5	—	14 (abc)	—
3100 (Fresultane)	15 (a)	17 (abcd)	16 (ab)
5244-5	21 (ab)	—	23 (bc)
Elégance	—	18 (abcde)	—
351-1	25 (abc)	19 (abcdef)	30 (cd)
6168-7	30 (abc)	20 (abcdef)	27 (bcd)
Zonesprasch	—	21 (abcdef)	—
4007-9	23 (abc)	—	26 (bcd)
6226-1	24 (abc)	—	29 (cd)
Fredaisy	23 (abc)	25 (bcdef)	34 (cd)
Fredorella	28 (abc)	27 (cdef)	30 (cd)
Sympathie	—	27 (cdef)	—
Clémentine	—	28 (cdef)	—
3169-19	—	29 (def)	31 (cd)
7235-18	—	31 (efg)	—
Fredimo	36 (bc)	33 (fg)	37 (d)
CC9 × CN6	42 (c)	41 (g)	37 (d)
Appelbloesem	43 (c)	42 (g)	39 (d)

TABLEAU 3

Sensibilité des descendants de 8 croisements réalisés entre plants géniteurs de sensibilité faible (T), moyenne (MS), forte (S) ou très forte (TS)  
 Susceptibility of 80 progenies from 8 crossings between parent plants differing in susceptibility varying from low (T) to high (TS)

Plantes parentales et sensibilité		Descendants — Nombre et distribution fonction — Sensibilité				
		Nombre	T (6 à 16 mm)	MS (17 à 26 mm)	S (27 à 36 mm)	TS (37 à 46 mm)
Peter (T)	× I <sub>2</sub> (T)	10	7	3		
I <sub>3</sub> (T)	× I <sub>4</sub> (T)	3	2	1		
I <sub>3</sub> (T)	× I <sub>5</sub> (T)	10	8	2		
I <sub>2</sub> (T)	× I <sub>9</sub> (T)	9	3	4	2	
I <sub>3</sub> (T)	× I <sub>6</sub> (MS)	10	7	3		
I <sub>1</sub> (T)	× Clémentine (S)	9	4	4	1	
I <sub>7</sub> (T)	× Appelbloesem (TS)	10	1	1	4	4
I <sub>2</sub> (T)	× I <sub>8</sub> (TS)	19	2	6	11	

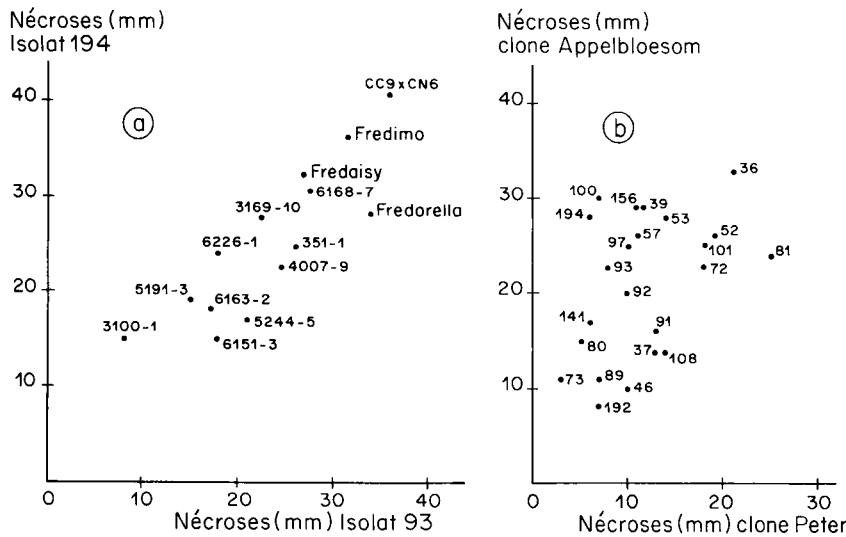


Figure 1

Nécroses obtenues par inoculations de 2 isolats de *P. cryptogea* (194 et 93) sur disques de feuilles prélevées sur 14 clones différents (1a) et par inoculation de 23 isolats de *P. cryptogea* sur clones « Appelbloesem » et « Peter » (1b).

Necrosis obtained after inoculation of 2 isolates of *P. cryptogea* (194 and 93) on disc of leaves picked off from 14 varieties of *Gerbera* (1a) and after inoculation of 23 isolates of *P. cryptogea* on leaves of « Appelbloesem » and « Peter » plants (1b).

## B) Cinétique de l'interaction hôte-parasite dans le test feuille

Lorsqu'un disque de feuille est inoculé, après blessure centrale, par un explant de culture mycélienne gélosée de *P. cryptogea*, l'apparition et le développement de la nécrose sont fonction de divers facteurs liés à l'inoculum, au matériel végétal et aux conditions d'environnement dans lesquelles la confrontation est réalisée.

### 1. Influence de la pression d'inoculum

Des disques de feuille du clone « Fredaisy » sont inoculés par l'isolat n° 194 cultivé sur milieu gélosé à 1 p. 100 mais avec diverses concentrations de Maltea Moser. Les nécroses obtenues et leurs diamètres (tabl. 4) montrent que la pression d'inoculum influe sur l'installation du champignon (1 seul disque avec nécrose sur 6 à la concentration la plus

TABLEAU 4

Nombre de diamètres des nécroses obtenues après 5 j par inoculation sur clone « Fredaisy » (6 disques/traitement) de la souche 194 cultivée au préalable sur milieux gélosés à diverses concentrations de malt

Necrosis (number and diameter) obtained by inoculation of isolate n° 194 grown on various concentrations of malt-agar medium on variety « Fredaisy »

Concentrations Malt (%)	0,1	0,25	0,50	0,70	1
Inoculations positives (nécroses)	1/6	4/6	4/6	4/6	6/6
Diamètre (mm) moyen des nécroses	19	19,5	19	17,2	20

faible) et non sur la progression ultérieure du champignon dans les tissus puisque, lorsqu'il y a nécrose, elle est sensiblement identique quelle que soit la « dose d'inoculum » apportée.

2. Age physiologique des feuilles

Du fait de sa morphologie de plante acaule, la détermination de l'âge physiologique des feuilles est difficile chez le *Gerbera*. De manière courante, il est toutefois assez aisé de distinguer les feuilles « jeunes » (n'ayant pas terminé leur croissance), les feuilles « adultes » et les feuilles « sénescentes » de couleur plus terne. Après inoculation de ces 3 types de feuilles, prélevées sur les clones « Appelbloesem » et « Peter », on constate que l'extension des nécroses est linéaire et que le comportement des feuilles « adultes » et « sénescentes » est sensiblement identique pour chacun des 2 clones ; par contre, les feuilles « jeunes » apparaissent plus sensibles, surtout pour le clone « Peter » (fig. 2).

3. Température

Des inoculations de disques de feuilles prélevés sur 3 clones différents et placés à 15 et 25 °C ne montrent qu'une très légère augmentation du diamètre des nécroses à 25 comparées à 15 °C ; par contre, en culture *in vitro*, la vitesse de croissance du champignon est beaucoup plus

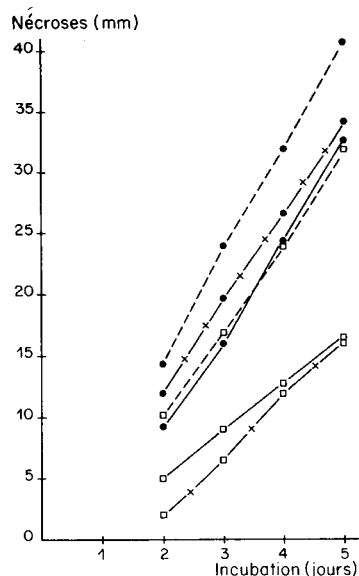


Figure 2

Diamètres des nécroses sur clones « Appelbloesem » (●) et « Peter » (□) après inoculation (isolat 93) de feuilles jeunes (---), adultes (—) ou sénescentes (- + -).

Diameters of necrosis on « Appelbloesem » (●) and « Peter » (□) leaves after inoculation of young (---), mature (—) or ageing leaves (- + -).

rapide à 25 qu'à 15 °C. Il semblerait donc que, dans ces limites, la température d'incubation du test ait une importance assez faible.

4. Photopériode et sensibilité du matériel végétal

Afin de démontrer l'influence possible de la lumière sur les nécroses obtenues par inoculation, 3 types d'essais ont été réalisés.

a) Des disques de feuilles, prélevés sur 3 clones différents, sont inoculés par l'isolat n° 194 et placés à 25 °C sous 5 conditions d'éclairage artificiel allant de l'obscurité à la lumière continue (tabl. 5) ; on peut constater que la durée de l'éclairage a peu d'influence pour le clone très sensible « CC9 × CN6 » (cf. tabl. 2) tant sur le nombre que sur le diamètre des nécroses mais qu'elle réduit à la fois le nombre

TABLEAU 5

Nombre et diamètre moyen des nécroses obtenues sur 3 clones en fonction des conditions d'éclairage durant l'incubation  
Number and mean diameter of necrosis obtained with 3 varieties inoculated with isolate n° 194 and placed under 5 different light conditions

Eclairage (heures)	Clones et nécroses	CC9 × CN6		3 100		6151-3	
		Nb/4	Diamètre (X̄)	Nb/4	Diamètre (X̄)	Nb/4	Diamètre (X̄)
0		4	38,5	4	30	4	21
8		4	33,5	2	9	2	23,5
12		4	39,2	2	16	3	12,6
16		4	32,7	0	(0)	1	16
24		4	31,5	0	(0)	1	10

et le diamètre des nécroses pour les clones tolérants « 6151.3 » et « 3.100 ».

b) L'inoculation de disques de feuilles adultes provenant d'un clone sensible, « Fredaisy », par un isolat à pouvoir pathogène fort (194) ou faible (192) donne des résultats différents suivant les conditions d'éclairage (fig. 3) ; avec l'isolat 194, les nécroses sont en effet très semblables à l'obscurité et en lumière continue tandis qu'avec l'isolat 192, peu pathogène, on observe un ralentissement très net de la nécrose quand l'inoculation a lieu en lumière continue.

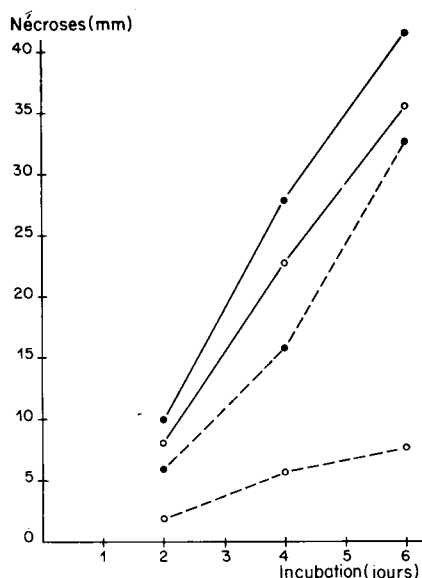


Figure 3

Evolution des nécroses sur clone sensible (« Fredaisy ») inoculé par une souche à pouvoir pathogène élevé (—) ou faible (- - -) et placé à l'obscurité (●) ou en lumière continue (○).

Evolution of necrosis when susceptible variety « Fredaisy » is inoculated with a high (—) or low (- - -) pathogenicity strain and incubated under no (●) or permanent (○) light.

c) Enfin, l'inoculation par le même isolat 194 (pouvoir pathogène élevé) d'un clone sensible, « Fredaisy », ou tolérant, « 3.100 », montre une similitude de réponse si le test est fait à l'obscurité ; l'inoculation en lumière continue entraîne, par contre, des nécroses beaucoup plus faibles chez le clone tolérant comparées à celles du clone sensible

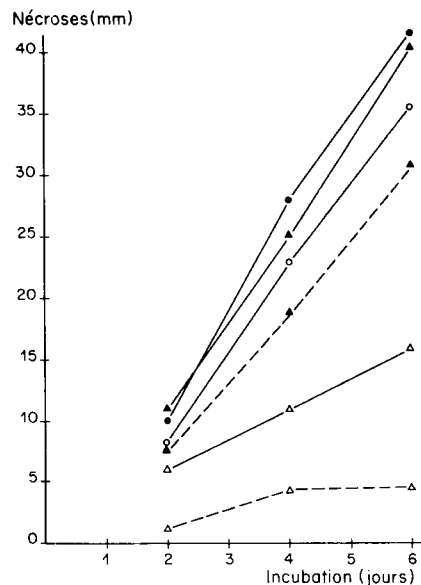


Figure 4

Inoculation avec souches à pouvoir pathogène faible (- - -) ou fort (—) sur clone sensible (○) ou tolérant (△) placé à l'obscurité (●, ▲) ou en lumière continue (○, △).

Inoculation with high (—) or low (- - -) pathogenicity strains on leaves from susceptible (○) or tolerant (△) varieties incubated under no (●, ▲) or permanent (○, △) light.

(fig. 4). Si ce même clone tolérant est inoculé avec l'isolat peu agressif (n° 192) et placé en lumière continue, on assiste à un arrêt total de la nécrose au 4<sup>e</sup> jour.

### C) Relation entre test feuille et infection racinaire

L'inoculation de disques de feuilles en survie est une technique simple permettant aisément des répétitions dans le temps ; toutefois, ce test porte sur les parties aériennes de la plante alors que l'infection naturelle par *P. cryptogea*, parasite tellurique, se fait au niveau de l'appareil racinaire. La validité du test foliaire pour la sélection est donc liée à une relation positive avec les résultats d'inoculations racinaires.

#### 1. Inoculation par l'isolat 194 de 5 clones de Gerbera

L'inoculation de plantes en pots (tabl. 6) par la souche 194 permet, dans l'essai 1 (10 plantes/clone), de

TABLEAU 6

Inoculation de l'isolat 194 sur 5 clones de Gerbera, élevés en pots ou en tubes de culture « in vitro »  
Inoculation with isolate 194 of *P. cryptogea* on 5 varieties of Gerbera cultivated in pots or grown on axenic-nutrient medium

Clones		Peter	3 100	Fredaisy	Fredimo	Appelbloesem	
Nécroses (mm) sur feuilles		6 à 12	15 à 17	25 à 34	33 à 37	28 à 43	
Plantes en pots	Mortalité 100 % après (nombre de jours)	Essai 1	28	(non inoculé)	(non inoculé)	(non inoculé)	12
		Essai 2	28	13	14	11	(non inoculé)
Plants « in vitro »	Inoculum 10 <sup>-2</sup>	{ Plants morts après (jours)	(non inoculé)	4/4 11 à 13	(non inoculé)	4/4 10 à 12	(non inoculé)
	Inoculum 10 <sup>-3</sup>	{ Plants morts après (jours)	(non inoculé)	3/6 15 à 16	2/4 13	6/6 13 à 16	2/4 12 à 13

séparer assez nettement le clone sensible « Appelbloesem » du clone tolérant « Peter » ; dans l'essai 2 (8 plants/traitement), la mortalité de « Peter » est encore la plus tardive mais aucune différence n'apparaît entre « Fredaisy-Fredimo » et « 3.100 » pourtant plus tolérant au niveau du test feuille. « Fredimo » et « 3.100 » ne se distinguent pas davantage dans les inoculations *in vitro*, quelle que soit la « dose » d'inoculum. En revanche, à  $10^{-3}$ , on observe 100 p. 100 de mortalité chez « Fredaisy » et 50 p. 100 seulement chez « 3.100 » après 16 j, ce qui paraît ici conforme aux résultats du test feuille (cf. tabl. 2).

## 2. Inoculation par 2 isolats de 3 clones de Gerbera

L'inoculation des plants de 3 clones « Peter », « Fredimo » et « Appelbloesem » par l'isolat agressif 194 fait apparaître (tabl. 7) une mortalité totale plus tardive chez le clone « Peter » que chez les 2 clones plus sensibles, « Fredimo » et « Appelbloesem » ; ces résultats sont très comparables à ceux obtenus précédemment (cf. tabl. 6). Lorsque des plants appartenant à ces 3 mêmes clones sont inoculés avec l'isolat peu agressif 192, la mortalité est beaucoup plus lente ; elle est plus rapide chez « Appelbloesem » que chez « Peter » ; toutefois, le clone « Fredimo » se montre ici plus tolérant que « Peter ».

## IV. DISCUSSION

Des résultats obtenus, il se dégage un certain nombre de conclusions :

1) En ce qui concerne le champignon parasite, on constate que tous les isolats de *P. cryptogea* testés se sont montrés pathogènes sur disques de feuilles mais à des degrés divers (tabl. 1) ; aucune relation directe n'apparaît entre la plante-hôte origine et le pouvoir pathogène : des 6 isolats provenant de plantes autres que le Gerbera, 3 sont à pouvoir pathogène faible (192, 89, 108) et 3 à pouvoir pathogène élevé (97, 57, 156). Inoculée sur le système

racinaire d'un clone sensible, l'espèce *P. cryptogea* entraîne, par ailleurs, la mortalité de ce plant en une quinzaine de jours (tabl. 6 et 7). Il faut noter ici que des disques de feuilles des clones sensibles « Fredaisy » et « Appelbloesem » ont été inoculés avec 60 isolats de *Phytophthora* représentant 12 espèces, différentes de *P. cryptogea*. L'absence totale de nécrose a été la règle générale (46 isolats/60), une douzaine d'isolats entraînant l'apparition de petites nécroses (diamètre inférieur à 5 mm) irrégulières ; apportés au niveau du système racinaire de plantes en pot, 4 de ces isolats (2 *P. parasitica*, 1 *P. parasitica* var. *nicotianae* et 1 *P. cinnamoni*) n'ont donné aucun symptôme de dépérissement après 2 mois d'observation ; ces résultats confirment — en les complétant — les conclusions précédentes de PONCHET (1975) et BONNET (1980).

Une mention spéciale doit toutefois être faite pour l'espèce *P. drechsleri* : les deux isolats donnent des nécroses de 5 à 6 mm sur disques de feuilles et l'un des 2 isolats, inoculé à des plantes en pot, a provoqué une certaine mortalité (2 plants/10) sans que le champignon puisse être réisolé des racines ; il est intéressant de rapprocher ces résultats des conclusions de BUMBIERIS (1974) et de HALLSALL (1976) concernant la similitude morphologique et sérologique des 2 espèces *P. cryptogea* et *P. drechsleri*.

2) Pour ce qui est du matériel végétal inoculé par la souche 194 (tabl. 2), le « test feuille » met en évidence des différences dans la sensibilité des 24 clones (les clones sensibles présentant des nécroses 3 à 4 fois plus importantes que celles des clones tolérants). D'autre part, dans les tests réalisés sur les descendants de divers croisements, on peut noter que si, pour chaque type de croisement, la sensibilité des descendants est variable, l'influence des caractères parentaux apparaît de manière nette : 20 individus sur 32 sont tolérants dans les descendants des croisements (tolérant × tolérant), 3 sur 29 seulement chez les descendants des croisements (tolérant × très sensible) ; ces résultats semblent en accord avec les résultats de SPARNAAI *et al.* (1975) sur l'hérédité de la résistance au *Phytophthora* chez le Gerbera.

TABLEAU 7

Mortalité dans le temps observée sur 3 clones de Gerbera cultivés en pot après inoculation par un isolat d'agressivité forte (194) ou faible (192) de *P. cryptogea*

Decaying of 3 varieties of Gerbera plants after inoculation with low (192) or high (194) pathogenesis strains of *P. cryptogea*

<i>P. cryptogea</i> (isolats)	194			192			
	Clones	Peter	Fredimo	Appelbloesem	Peter	Fredimo	Appelbloesem
Nécroses (mm) sur feuilles		6 à 12	33 à 37	28 à 43	7	7	8
	10	4	10	10	1	0	3
	12				3	0	5
	14	9	10	10			
Nombre de plants morts (10/traitement) après (jours)	17				4	2	8
	20				5	3	9
	25	10	10	10	6		
	34				8	3	9



3) Les résultats obtenus sur les relations clone-souche ne permettent pas, à l'heure actuelle, une réponse très nette en ce domaine. Il ne semble pas y avoir d'interaction clone-souche dans le cas de l'inoculation des 14 clones par les 2 isolats 194 et 93 (fig. 1a) mais ces 2 isolats semblent avoir un pouvoir pathogène assez voisin (cf. tabl. 1). Par contre dans la figure 1b on peut distinguer, peut-être, 3 groupes de souches suivant leurs réactions sur « Appelbloesem » et « Peter » ; mais ce résultat doit être interprété avec prudence car on a pu souvent observer sur le clone « Peter » des variations importantes de symptômes (lors d'inoculations avec le même isolat), allant « d'absence de nécrose » à « nécrose très évoluée ».

4) Sur la cinétique de l'infection chez le couple *P. cryptogea*-*Gerbera*, telle qu'on peut la comprendre par le test feuille, on peut faire 4 remarques essentielles :

a) la progression du parasite apparaît linéaire, donc de vitesse constante, dans la majorité des systèmes observés mais cette vitesse montre des variations importantes suivant les protagonistes et les conditions d'environnement dans lesquelles la confrontation a lieu ;

b) en présence de lumière, la vitesse de progression du parasite est notablement ralentie dans les systèmes : isolat à pouvoir pathogène faible + clone sensible (fig. 3) ou isolat à pouvoir pathogène élevé + clone tolérant (fig. 4) ; on peut arriver jusqu'à l'arrêt total de la nécrose en confrontant un isolat à pouvoir pathogène faible à un clone tolérant (fig. 4). On met donc en évidence un phénomène de tolérance dans le matériel végétal, lié à son état physiologique (diminution de la tolérance si le test est réalisé sur feuilles jeunes (cf. fig. 2) et en relation avec les conditions d'éclairement du test. Dans les confrontations peu compatibles — où l'infection a lieu mais se voit limitée — il faudrait désormais préciser si l'infection se trouve bloquée par des caractéristiques (morphologiques, vitesse de cicatrisation) propres au matériel végétal en dehors de toute inoculation ou par un mécanisme de défense apparaissant corrélativement à l'infection ;

c) en absence de lumière au contraire, on constate qu'un isolat donné du parasite entraîne des nécroses sensiblement identiques sur clone sensible ou tolérant (fig. 3 et 4) ; cette suppression des réactions de tolérance du matériel végétal

permettrait de préciser l'« agressivité » des diverses souches du parasite ;

d) enfin, il ne faut pas oublier qu'avec le test feuille on ne tient aucun compte du facteur « pénétration » (puisqu'on fait une blessure juste avant inoculation) ; or ce facteur peut avoir une certaine importance puisque, même dans le cas d'une blessure préalable, l'infection devient irrégulière si on diminue la pression d'inoculum (tabl. 4).

5) Quant au problème important de la relation entre réponses données par le « test feuille » et infection par voie racinaire, on peut dire qu'elle apparaît jusqu'alors être globalement satisfaisante. Il faut pourtant faire certaines remarques sur les résultats obtenus. Dans la série de plants en pots inoculés par la souche 194 (tabl. 7), on a 100 p. 100 de mortalité après 10 j avec le clone « Appelbloesem », après 25 j avec le clone « Peter » ; mais 90 p. 100 des plants de « Peter » étaient déjà morts dès le 14<sup>e</sup> j. Par le test feuille, « Fredimo » est très sensible, plus sensible que « Fredaisy » et surtout que « Peter » (tabl. 2) ; or, « Fredimo », en inoculation racinaire *in vitro* avec la souche 194 (tabl. 6), apparaît plus tolérant que « Fredaisy » ; il se montre également plus tolérant que « Peter » lors des inoculations racinaires par la souche 192 sur plants en pots (tabl. 7). On peut, dès lors, se poser la question de savoir si l'inoculation des très jeunes plants *in vitro* est un reflet correct de la sensibilité et si l'inoculation des plantes en pot, faite par apport d'inoculum au collet de la plante, est le meilleur moyen de mettre une certaine tolérance en évidence (l'inoculation à l'apex des racines, imposant au champignon un trajet plus ou moins long dans les racines avant d'atteindre le collet, serait peut-être plus apte à mettre cette tolérance en évidence).

En conclusion, l'inoculation de disques de feuilles apparaît comme un test rapide, standardisé et non destructif pour la plante, qui met en évidence des différences de sensibilité au sein du matériel végétal et qui est immédiatement disponible pour le sélectionneur ; toutefois, il faut encore rester prudent car les différences de sensibilité ainsi détectées ne révèlent peut-être qu'un aspect du comportement du *Gerbera* et la tolérance au niveau racinaire met peut-être en jeu d'autres facteurs.

Reçu le 27 octobre 1980.  
Accepté le 12 mars 1981.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bonnet Ph., Ricci P., Mercier S., 1980. Le dépérissement du *Gerbera* causé par *Phytophthora cryptogea* Pethyb. & Laff. Diagnostic à partir du matériel végétal par isolement et détermination rapide. *Ann. Phytopathol.*, 12 (2), 27-36.
- Bumbieris M., 1974. Characteristics of two *Phytophthora* species. *Aust. J. Bot.*, 22 (4) 655-660.
- Garibaldi A., 1975. Tentativi di lotta contra il marciume basale della *Gerbera* causato da *Phytophthora cryptogae*. *Atti giornate Fitopatol.*, 589-592.
- Halsall D. M., 1976. Specificity of cytoplasmic and cell wall antigens from four species of *Phytophthora*. *J. gen. Microbiol.*, 94 (1) 149-159.
- Izard C., 1960. Sur une méthode de culture de *Peronospora tabacina* Adam au laboratoire. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 251, 25, 3063-3064.
- Middleton J. T., Tucker C. M., Tompkins C. M., 1944. A disease of *Gloxinia* caused by *Phytophthora cryptogea*. *J. Agric. Res.*, 68, 405-413.
- Ponchet J., Claudine Andréoli, Augé G., 1975. Essai de caractérisation du pouvoir pathogène chez quelques espèces du genre *Phytophthora*. *Ann. Phytopathol.*, 7 (2) 105-114.
- Sparnaaij L. D., Diny Lamers, 1971. *Gerbera* breeding at the Institute for horticultural plant breeding Wageningen. *Proc. Eucarpia meet. on Ornamentals*, 15-17 June 1971, 133-139.
- Sparnaaij L. D., Frida Garretsen, Bekker W., 1975. Additive inheritance of resistance to *Phytophthora cryptogea* Pethyb. & Laff. in *Gerbera jamesonii* Bolus. *Euphytica*, 24, 551-556.
- Tarjot M., 1972. Contribution à l'étude du comportement des feuilles de cacaoyer envers le *Phytophthora palmivora*. *Café, Cacao, Thé*, 16 n° 4.
- Tompkins C. M., Tucker C. M., 1937. Foot rot of China-aster, annual stock and Transvaal daisy caused by *Phytophthora cryptogea*. *J. Agric. Res.*, 55, 563-574.
- Wills W. H., Crews J. N., 1964. Expression of black shank resistance in leaves of flue-cured tobacco. *Phytopathology*, 54, 1356-1358.