La résistance du piment (*Capsicum annum* L.) à *Phytophthora capsici* Léon. X. - Influence de la température sur l'accumulation du capsidiol et les variations de l'induction de résistance

Paul-Michel Molot, Pierre Mas

► To cite this version:

Paul-Michel Molot, Pierre Mas. La résistance du piment (*Capsicum annum* L.) à *Phytophthora capsici* Léon. X. - Influence de la température sur l'accumulation du capsidiol et les variations de l'induction de résistance. *Agronomie*, 1983, 3 (1), pp.39-44. 10.1051/agro:19830106 . hal-02728378

HAL Id: hal-02728378

<https://hal.inrae.fr/hal-02728378>

Submitted on 2 Jun 2020

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.

La résistance du piment (*Capsicum annum* L.) à *Phytophthora capsici* Léon. X. - Influence de la température sur l'accumulation du capsidiol et les variations de l'induction de résistance

Paul Michel MOLOT & Pierre MAS

I.N.R.A., Station de Pathologie végétale, Centre de Recherches d'Avignon,
Domaine St Maurice, F 84140 Montfavet

RÉSUMÉ

Capsidiol,
Capsicum annum,
Phytophthora capsici,
Résistance induite,
Température,
Transfert thermique,
Vitesse de progression.

Après contamination par *Phytophthora capsici*, les tiges de piment manifestent un état de résistance induite. Cet état peut être mis en évidence non seulement par une étude de la vitesse de progression de la nécrose externe (tabl. 1), mais encore par une 2^e contamination effectuée au front de progression des hyphes de la 1^{re} contamination (tabl. 3).

Les études réalisées à différentes températures montrent que, chez les variétés résistantes, l'induction est excellente à 22° et nulle à 32 °C ; cependant, si les températures ne demeurent pas constantes (transferts thermiques : 4 jours à 22°, puis 4 jours à 32 °C ou vice versa), l'induction demeure à un niveau très satisfaisant. Des dosages de capsidiol, effectués au front de progression de la 1^{re} (C1) et de la 2^e (C2) contaminations, tendent à montrer que cette phytoalexine, dont la synthèse est nulle à 32 °C, n'est pas un déterminant primaire de la résistance induite.

SUMMARY

Capsidiol,
Capsicum annum,
Phytophthora capsici,
Induced resistance,
Temperature,
Temperature transfert
Speed of fungal
invasion.

Resistance of pepper, Capsicum annum L., to Phytophthora capsici Leon. X. Action of temperature on capsidiol concentration and level of induced resistance.

Pepper stems showed an induced resistance if they were contaminated by *Phytophthora capsici*. This was demonstrated not only by a gradual decrease in speed of invasion (table 1), but also by inhibition of a second inoculation made at the advancing front of the first infection (table 3).

Studies at different temperatures showed that, with the resistant varieties, induced resistance was high at 22 °C and nil at 32 °C, while, if temperatures were alternated (4 days at 22 °C and 4 days at 32 °C or vice versa), the induced resistance remained appreciably high.

Determination of capsidiol concentration at the advancing front of the first (C1) and the second (C2) infections shows that the phytoalexin, whose synthesis at 32 °C was nil, did not apparently take a prominent part in the induced resistance mechanism.

I. INTRODUCTION

A 22 °C, quand on contamine des tiges de piment par *Phytophthora capsici* Leon., les longueurs de nécrose observées chez la variété sensible « Yolo Wonder » progressent à vitesse constante tandis que, chez la variété résistante « Phyto 636 », cette vitesse est ralentie à partir du 3^e ou 4^e jour et tend à devenir progressivement nulle (POCHARD *et al.*, 1976). De plus, en comparant, chez ces 2 variétés, le développement d'une infection au niveau de tiges ayant ou n'ayant pas subi d'infection préalable, on a pu montrer un accroissement de résistance dans les tissus situés au-delà du front d'avance du parasite : celui-ci est beaucoup plus intense chez la variété résistante « Phyto 636 » que chez la

variété sensible « Yolo Wonder » (CLERJEAU & NOURRISEAU, 1976). Dans ces conditions, une nette activité antifongique paraît associée à la présence de plusieurs phytoalexines dont le capsidiol semble jouer le rôle le plus important (MOLOT *et al.*, 1976).

Afin de préciser l'éventualité d'un lien entre les taux de capsidiol et l'effet de prémunition observé en 2^e contamination, nous avons pensé qu'il serait intéressant de travailler à 32 °C, car les températures élevées ne favorisent pas l'accumulation des phytoalexines (MOLOT *et al.*, 1977 ; ERSEK & SZIRAKI, 1980 ; MURCH & PAXTON, 1980). Nous nous proposons donc d'étudier l'influence des transferts thermiques d'une part sur le développement de l'infection (contamination simple) et, d'autre part, sur le développement de l'induction de résistance (contamination double).

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

A. Matériel végétal

Nous avons choisi une variété sensible « Yolo Wonder » (YW) et 2 variétés résistantes à *P. capsici* : « Iso Yolo Wonder » et « Phyo 636 ». Chez ces 2 dernières, la résistance au champignon est de même nature et dérive du géniteur 493-1 de Smith (P.M. 217). A la différence de « Phyo 636 », « Iso Yolo Wonder » très semblable morphologiquement à « Yolo Wonder » peut être considéré comme une lignée isogénique.

Les conditions d'élevage des plantes en serre ont été précisées par ailleurs (POCHARD *et al.*, 1976). Les expériences sont conduites en chambres climatisées (22 ou 32 °C, 8 000 Lux) sur plantes adultes (stade proche de la floraison).

B. Technique d'infection artificielle (fig. 1)

Les plantes sont contaminées artificiellement avec la souche 15 de *P. capsici* selon la technique dite de décapitation (POCHARD *et al.*, 1976). Une 1^{re} contamination est réalisée le « jour 0 » (J0) ; une 2^e infection est pratiquée 4 j (J4) ou 8 j (J8) après, au niveau du front de progression des hyphes (déterminé par des isolements mycologiques effectués au préalable). Des plantes témoins, non contaminées mais décapitées à J0, subissent également dans des conditions similaires cette « 2^e infection » (CLERJEAU & NOURISSEAU, 1976). Les longueurs de tige nécrosée résultant de cette 2^e contamination sont mesurées 4 j après et les résultats sont exprimés en p. 100 du témoin (taux d'attaque relatif = T.A.R.).

Par ailleurs, l'accroissement de la longueur de tige nécrosée sur une période donnée (environ 4 j) permet de calculer la vitesse moyenne journalière de progression dans les tiges (mm/j).

C. Dosage du capsidiol (fig. 1)

Sur 20 plantes en moyenne, on prélève 4 j ou 8 j après la 1^{re} infection le tronçon de 2 mm (C1) situé juste devant le front de progression des hyphes. La même opération est pratiquée 4 j après la 2^e inoculation ; il s'agit du tronçon C2.

Le matériel végétal est pesé, congelé, broyé dans une solution d'éthanol dans l'eau à 50 p. 100 (20 ml/g de tissu frais). Le surnageant est alors filtré sur papier, évaporé sous vide à 40 °C pour chasser l'alcool et repris 3 fois par un égal volume d'éther éthylique. Ces 3 reprises à l'éther sont évaporées à sec dans les mêmes conditions et le résidu,

Figure 1

Schéma de principe de la double contamination et des zones de prélèvement pour le dosage du capsidiol (toujours au front de progression des hyphes).

Diagram of double inoculation and capsidiol sample zones (always at advancing front of the mycelium).

A. Témoin n'ayant subi que la 2^e contamination. Control inoculated at the second time only (single inoculation).

B. Plantes ayant subi 2 contaminations. Plants inoculated twice.

i = inoculum, inoculum.

n = tissu nécrosé, necrotized tissue.

c = zone prélevée pour le dosage du capsidiol, zone sampled for capsidiol determination.

1. 1^{re} contamination (ou décapitation pour le témoin). First inoculation (or stem topping for control).

2. 2^e contamination. Second inoculation.

solubilisé dans l'éthanol à 95° (100 µl/g tissu frais), est chromatographié en couche mince. La révélation biologique de la zone d'inhibition correspondant à la présence du capsidiol est effectuée par une pulvérisation de spores de *Cladosporium herbarum* : le diamètre de cette zone est proportionnel à la quantité de capsidiol (MOLOT *et al.*, 1976 ; MOLOT *et al.*, 1981).

III. RÉSULTATS

A. Influence des transferts thermiques sur la vitesse de développement de la nécrose externe. Contamination simple (tabl. 1)

Des tiges de piment « Yolo Wonder » et « Phyo 636 » sont contaminées, après décapitation, par *P. capsici*. Le développement de l'infection est mesuré sur 12 j, soit 3 périodes de 4 j soumises alternativement à 22 ou à 32 °C.

TABLEAU 1

Vitesse de progression (mm par jour) de la nécrose externe sur piment transféré 3 fois (par période de 4 jours) à différentes températures (contamination simple).

Rate of development of necrosis (mm/day) on peppers transferred three times (each time for 4 days) to different temperatures (single inoculation).

3 périodes de 4 jours	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Température en °C	22°	32°	22°	32°	22°	32°		22° (témoin)		32° (témoin)		
Yolo Wonder	10,25	15,0	10,5	15,0	11,00	14,50	9,25	10,75	10,25	15,0	15,50	14,75
Phyo 636	6,00	3,5	3,0	11,00	6,75	6,30	6,25	2,00	1,25	11,00	9,25	9,25

Pour la variété sensible « Yolo Wonder », la vitesse d'évolution des nécroses pour chaque période de 4 j est constante et dépend essentiellement de la température ; elle est en moyenne de 10 mm/j à 22 °C et de 15 mm/j à 32 °C. Le fait d'alterner périodes chaudes et périodes froides ne modifie en rien ces données. Dès qu'on applique une température, les nécroses progressent à la vitesse caractéristique de cette température et ceci quel que soit le régime thermique antérieur.

Pour la variété « Phyto 636 », il y a, conformément aux résultats antérieurs (POCHARD *et al.*, 1976 ; MOLOT *et al.*, 1977), mise en place de la résistance rapide à 22 °C, pratiquement nulle à 32 °C (cf. « Yolo Wonder » à 22 °C). Par contre, l'alternance de périodes chaudes et froides entraîne des modifications importantes dans le régime des vitesses :

— si l'on prend pour référence la vitesse à la température constante de 22 °C, on observe que le fait d'introduire en milieu d'essai une période chaude entraîne une augmentation de la vitesse relative par rapport au témoin et que cette augmentation se poursuit après retour à 22 °C : d'abord 175 p. 100 du témoin (3,5/2), puis 240 p. 100 du témoin (3/1,25) ;

— si l'on prend pour référence la vitesse à la température de 32 °C, on remarque qu'une période intercalaire à 22 °C entraîne une diminution de la vitesse et que, là encore, l'effet s'accroît dans le temps : d'abord 73 p. 100 du témoin (6,75/9,25), puis 68 p. 100 du témoin (6,30/9,25).

La résistance s'exprime mieux après une période initiale à 22 °C qu'après une période initiale à 32 °C (voir plus loin).

Mais, dans les 2 cas, bien que moins intense, elle n'est pas supprimée par l'alternance de périodes chaudes et froides.

Des essais avec contaminations échelonnées s'avèrent indispensables pour mieux préciser la résistance induite, par une 1^{re} contamination, à une 2^e contamination subséquente.

B. Variation du niveau de résistance induite. Double contamination

Afin d'apprécier le niveau de résistance induite, il est commode de pratiquer une 2^e infection au site de progression des hyphes de la 1^{re} contamination. L'efficacité de cette 2^e contamination (qui mesure l'induction) devrait être conditionnée par les quantités de capsidiol en C1 et C2 (fig. 1), C1 intervenant au début de la 2^e contamination et C2 quelques jours après. Nous allons examiner les concentrations en capsidiol à ces 2 niveaux dans différentes conditions expérimentales :

1. Influence de l'intervalle de temps séparant les 2 contaminations (tabl. 2)

Si l'on pratique la 2^e contamination 4 j ou 8 j après la 1^{re}, la température étant toujours maintenue à 22 °C, on ne constate, chez les 3 variétés étudiées, aucune modification du niveau de résistance induite qui semble avoir atteint son optimum dès le 4^e j. Ces résultats confirment les données obtenues antérieurement (MOLOT *et al.*, 1981).

Cependant, à ces 2 dates, il existe des différences importantes dans les quantités de capsidiol C1 (lignes B du tabl. 2). Quatre jours après la 1^{re} contamination, les taux

TABLEAU 2

Variations du niveau de résistance induite et quantités de capsidiol en fonction de l'intervalle entre la 1^{re} et la 2^e contamination (double contamination voir fig. 1).

Variation in the level of induced resistance and in the quantity of capsidiol in relation to the time interval between first and second inoculations (double inoculation, see fig. 1).

Intervalle entre la 1 ^{re} et la 2 ^e contamination		4 jours (J4)			8 jours (J8)		
		TAR	C1	C2	TAR	C1	C2
Yolo wonder	A	100	0	23	100	0	22
	B	95	22	20	94	3	20
Iso Yolo wonder	A	100	0	26	100	0	26
	B	73	26	23	70	12	25
Phyto 636	A	100	0	28	100	0	27
	B	45	27	25	47	14	26

TAR, taux d'attaque relatif (longueur des nécroses en p. 100 du témoin). Relative susceptibility on re-inoculation, as percentage of the non pre-inoculated control.

C1, Quantité de capsidiol au front de dépôt du 2^e inoculum (estimée par le diamètre en mm de la zone d'inhibition de *C. herbarum*). Capsidiol quantity at site of second inoculation (diameter in mm of *C. herbarum* inhibition with chromatographic bioassay).

C2, Quantité de capsidiol au front de progression des hyphes de la 2^e contamination (estimée par le diamètre en mm de la zone d'inhibition de *C. herbarum*). Les dosages sont effectués 4 j après la 2^e inoculation. Capsidiol quantity at advancing front of the mycelium of second inoculation (diameter in mm of *C. herbarum* inhibition with chromatographic bioassay), determined 4 days after the second inoculation.

A, 1 seule contamination à J4 ou J8. Témoin non pré-inoculé. Single inoculation after 4 or 8 days. Non pre-inoculated control.

B, 2 contaminations successives, l'une à J0, l'autre à J4 ou J8. Double inoculation, the second 4 or 8 days after the first.

TABLEAU 3

Variations du niveau de résistance induite et quantité de capsidiol en fonction de la thermopériode (double contamination voir fig. 1).
 Variation in the level of induced resistance and in the quantity of capsidiol in relation to period of exposure to high temperature (double inoculation, see fig. 1).

	8 j à 22 °C (témoin)			8 j à 32 °C (témoin)			4 j à 22 °C puis 4 j à 32 °C			4 j à 32 °C puis 4 j à 22 °C		
	TAR	C1	C2	TAR	C1	C2	TAR	C1	C2	TAR	C1	C2
Yolo wonder	92	21	20	93	0	0	92	21	0	95	0	18
Iso Yolo wonder	74*	25	21	96*	0	0	47*	26	ε	68	0	20
Phyo 636	47*	26	24	94*	ε	ε	53	28	ε	56*	ε	23

TAR, Taux d'attaque relatif (longueur des nécroses en p. 100 du témoin). Relative susceptibility on re-inoculation, as percentage of the non pre-inoculated control.

C1, Quantité de capsidiol au front de dépôt du 2^e inoculum (estimée par le diamètre en mm de la zone d'inhibition de *C. herbarum*). Capsidiol quantity at site of second inoculation (diameter in mm of *C. herbarum* inhibition with chromatographic bioassay).

C2, Quantité de capsidiol au front de progression des hyphes de la 2^e contamination estimée par le diamètre en mm de la zone d'inhibition de *C. herbarum*). Capsidiol quantity at advancing front of the mycelium of second inoculation (diameter in mm of *C. herbarum* inhibition with chromatographic bioassay).

* Différences significatives au seuil de probabilité de 5 p. 100 par rapport au témoin 22 °C de chaque variété de piment.

* Significant difference from the 22 °C control for each pepper variety, at the 5 % level.

sont élevés et vraisemblablement, d'après ce que l'on sait par ailleurs (MOLOT *et al.*, 1981), à leurs valeurs maximales ; en revanche, 8 j après la 1^{re} contamination, ils sont beaucoup plus faibles. Ces résultats indiquent que les variations de capsidiol en C1 n'ont qu'une influence assez limitée sur l'induction de résistance.

De plus, en effectuant des dosages 4 j après la 2^e contamination, on constate que les taux de capsidiol sont élevés et pratiquement identiques quelle que soit la date de cette 2^e inoculation. Ceci signifie que les quantités de capsidiol en C2 n'interviennent pas dans les variations de réceptivité des tissus chez des plantes ayant subi 1 contamination (ligne A) et 2 contaminations (ligne B).

Dans la suite de ce travail, nous pratiquerons systématiquement la 2^e contamination 4 j après la première.

2. Influence de la température appliquée au cours des 2 contaminations successives (tabl. 3)

La 2^e contamination étant pratiquée 4 j après la 1^{re}, les plantes sont soumises soit 8 j à température constante (22 ou 32 °C) soit 4 j à l'une ou l'autre de ces 2 températures, avec alternance au cours des 4 j suivants.

La variété « Yolo Wonder » n'est pratiquement pas inductible. En revanche, « Iso Yolo Wonder » et « Phyo 636 » présentent des variations importantes de réceptivité de leur tissu. A 22 °C constant, il y a une bonne induction de résistance ; à 32 °C constant, l'effet est nul. Quand on applique 2 régimes thermiques différents, l'efficacité de la protection est moyenne ; il semble alors préférable de soumettre les plantes d'abord à 22 °C, puis à 32 °C.

En ce qui concerne le capsidiol, il existe des différences bien connues entre variétés, « Yolo Wonder » étant en général moins riche en cette phytoalexine que les 2 lignées résistantes. A 22 °C constant, le capsidiol en C1 est en quantité légèrement supérieure à C2, phénomène déjà signalé dans un travail antérieur (MOLOT *et al.*, 1981). A 32 °C constant, il n'y a pas d'accumulation de capsidiol, ainsi que pour chaque période de 4 j où les plantes sont soumises à de hautes températures.

En se basant uniquement sur les régimes à température constante, on pourrait conclure, du moins chez les 2 variétés résistantes, qu'il y a induction à 22 et non à 32 °C en raison même de la présence ou de l'absence de capsidiol. Mais, en régime alterné, l'examen des concentrations en capsidiol, qu'il s'agisse du niveau C1 ou C2, montre que cette explication est sinon fausse, du moins insuffisante.

IV. CONCLUSION

Qu'il s'agisse d'une contamination simple ou d'une contamination double, nous avons appliqué 2 régimes thermiques (22 ou 32 °C) soit de façon constante, soit en alternance par périodes de 4 jours.

Il ressort tout d'abord que les températures élevées favorisent le développement de l'infection. Mais, tandis que chez « Yolo Wonder » il y a une inféodation stricte de la vitesse de progression du parasite au régime thermique (avec retour à la vitesse initiale dès que cesse l'action des hautes températures), rien de semblable ne s'observe chez « Phyo 636 ». Chez cette lignée, la mise en place de la résistance s'exprime rapidement à 22 °C, très faiblement à 32 °C ; en cas d'alternance du régime thermique, la plante ne retrouve pas le comportement qu'elle aurait eu si la température n'avait jamais changé. Autrement dit, tout se passe comme s'il y avait chez « Phyo 636 » un effet résiduel.

L'importance du matériel génétique apparaît à nouveau dans le cas d'une double contamination. La lignée « Yolo Wonder » manifeste une très faible induction de résistance et ceci quel que soit le régime thermique adopté. En revanche, avec « Iso Yolo » et « Phyo 636 », il y a un net effet de protection à 22 °C, mais aucune réponse à 32 °C ; de plus, si l'on alterne période froide de 4 jours et période chaude de même durée, l'effet d'induction est comparable à celui que l'on observe à 22 °C constant ; il semble toutefois préférable de soumettre les plantes d'abord à des températures basses, puis à des températures élevées.

Dans la mesure où elles ne sont pas appliquées de façon

permanente, les températures élevées ne semblent donc pas nuire à l'expression de la résistance induite, bien qu'elles la modifient légèrement.

Ce résultat semble d'autant plus intéressant qu'il ne paraît pas devoir correspondre à l'idée souvent admise. Chez le melon, l'infection préalable par une race incompatible de *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* suivie d'une incubation de 4 j à 30 °C entraîne, après une 2^e contamination par une race compatible et retour à 22 °C, une diminution importante de l'effet de prémunition (MOLOT & MAS, 1975). Un phénomène analogue est signalé quand on protège le blé de la rouille brune (*Puccinia recondita*) par une contamination primaire avec *P. dispersa* (rouille brune du seigle) ou avec *P. coronifera* f. sp. *avenae* (rouille couronnée de l'avoine) (TYUTEREV & KSENDZOVA, 1979). De même, l'annulation par les températures élevées des effets des gènes dominants de résistance par hypersensibilité est bien connue (cas de la tomate et du tabac « Xanthi » infectés par le TMV).

En revanche, d'autres travaux aboutissent aux mêmes conclusions que les nôtres. Chez le kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.), il y a persistance de la résistance induite vis-à-vis de *Colletotrichum hibisci* non seulement à 15-20 °C, mais encore à 26 °C (FOLLIN, 1979). Sur *Gomphrena globosa* infecté par le TBSV (Tomato Bushy Stunt Virus), les températures élevées de l'ordre de 30 °C ne brisent pas la réaction d'hypersensibilité ; les lésions locales apparaissent tardivement ; elles sont moins nombreuses et, bien que le pouvoir pathogène persiste à l'intérieur des tissus, il n'y a pas d'infection généralisée (PENNAZIO *et al.*, 1976). Le

transfert à hautes températures de tabacs (*Nicotiana tabacum* var. « Samsun NN ») infectés par le TMV n'entraîne aucune modification qualitative dans l'apparition des nouvelles protéines b ; seules se manifestent des variations d'ordre quantitatif (VAN LOON, 1975). Enfin, à températures élevées, on n'observe chez *Vigna sinensis* aucune modification dans la réaction d'hypersensibilité au VMC (MARCHOUX *et al.*, 1976).

De cette étude des relations entre piment et *P. capsici*, il ressort 2 informations qui nous paraissent essentielles :

— les alternances de température haute et basse affectent différemment la réceptivité de l'hôte, ainsi que l'expression de la résistance induite, selon qu'il est résistant ou sensible ;

— le capsidiol ne peut être considéré comme un déterminant primaire ni de la mise en place de la résistance (MOLOT *et al.*, 1981), ni de l'induction de la résistance à la suite d'une 1^{re} contamination, ce qui ne signifie pas qu'il ne joue aucun rôle à ce niveau.

Le fait que des températures élevées alternant avec des températures moyennes n'empêchent pas l'expression de la résistance induite semble difficile à expliquer. L'idée de WESTSTEIJN (1981), selon laquelle il existerait un facteur inducteur de résistance fonctionnel à 22 °C mais non à 32 °C (dans la mesure où il n'est pas actif, ce facteur serait progressivement détruit), mériterait d'être approfondie.

Reçu le 18 novembre 1981.

Accepté le 20 août 1982.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Clerjeau M., Nourrisseau J. G., 1976. La résistance du piment (*Capsicum annuum*) au *Phytophthora capsici*. II. Variations de la réceptivité des tissus voisins de la zone infectée, induites par la contamination. *Ann. Phytopathol.*, **8** (4), 389-397.
- Ersek T., Sziraki I., 1980. Production of sesquiterpene phytoalexins in tissue culture callus of potato tubers. *Phytopathol. Z.*, **97** (4), 364-368.
- Follin J. C., 1979. Persistance de la résistance induite après l'infection du kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) par *Colletotrichum hibisci* Poll. *Coton fibres trop.*, **34** (2), 205-213.
- Marchoux G., Douine Laurance, Quiot J. B., 1976. Comportement différentiel de certaines souches du virus de la mosaïque du concombre. Hypothèse d'un mécanisme pléiotropique reliant plusieurs propriétés. *C.R. Acad. Sc. Paris, D*, **283**, 1601-1604.
- Molot P. M., Clerjeau M., Mas P., Ricci P., 1977. Rôle du capsidiol dans la résistance génétique du piment (*Capsicum annuum*) au *Phytophthora capsici*. In : *Capsicum 77, C.R. 3^e Congrès EUCARPIA Piment*, Avignon-Montfavet, 5-8 Juillet 1977. Ed. E. Pochard I.N.R.A., Montfavet.
- Molot P. M., Clerjeau M., Nourrisseau J. G., Ricci P., 1976. La résistance du piment (*Capsicum annuum*) au *Phytophthora capsici*. III. Etude sur extraits de tiges sensibles et résistantes du pouvoir antifongique induit par la contamination. *Ann. Phytopathol.*, **8** (4), 399-409.
- Molot P. M., Mas P., 1975. Influence de la température sur l'efficacité de la prémunition du melon contre *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* par une race incompatible. *Ann. Phytopathol.*, **7** (2), 175-178.
- Molot P. M., Mas P., Conus Michèle, Ferrière Halina, Ricci P., 1981. Relations between capsidiol concentration, speed of fungal invasion and level of induced resistance in cultivars of pepper (*Capsicum annuum*) susceptible or resistant to *Phytophthora capsici*. *Physiol. Plant Pathol.*, **18** (3), 379-389.
- Murch R. S., Paxton J. D., 1980. Temperature and glyceollin accumulation in *Phytophthora* resistant soybean. *Phytopathol. Z.*, **97**, 282-285.
- Pennazio S., Redolfi P., Martin C., 1976. Hypersensitivity of *Gomphrena globosa* to tomato bushy stunt virus. *Phytopathol. Z.*, **87** (2), 161-170.
- Pochard E., Clerjeau M., Pitrat M., 1976. La résistance du piment (*Capsicum annuum*) au *Phytophthora capsici*. I. Mise en évidence d'une induction progressive de la résistance. *Ann. Amél. Plantes*, **26** (1), 35-50.
- Tyuterev S. L., Ksendzova E. N., 1979. Cross protection of wheats against brown rust. *Mikol. Fitopatol.* **13** (3), 236-240.
- Van Loon L. C., 1975. Polyacrylamide disk electrophoresis of the soluble leaf proteins from *Nicotiana tabacum* var « Samsun » and « Samsun NN ». III. Influence of temperature and virus strain on changes induced by tobacco mosaic virus. *Physiol. Plant Pathol.*, **6** (3), 289-300.
- Weststeijn E. A., 1981. Lesion growth and virus localization in leaves of *Nicotiana tabacum xanthi* n.c. after inoculation at 22 °C and 32 °C. *Physiol. Plant Pathol.*, **18** (3), 357-368.