

A MODEL FOR THE DEVELOPMENT OF GREY MOULD (*BOTRYTIS CINEREA*) IN SUNFLOWER HEADS

MODELE DE PROPAGATION DE LA POURRITURE GRISE (*BOTRYTIS CINEREA*) DANS LE CAPITULE DE TOURNESOL

S. STRIZYK¹, et CLAUDINE LAMARQUE²

¹ ACTA, 149, rue de Bercy 75596 Paris cedex 12

² INRA, Pathologie végétale, Route de Saint-Cyr 78000 Versailles. France.

ABSTRACT

Data from laboratory experiments on the effect of free water, with and without drying periods, on the development of grey mould (*Botrytis cinerea*) in sunflower heads, were used to formulate a model for grey mould development in sunflower crops. The model utilizes a conceptual analysis of the Climate x *Botrytis* x Sunflower system. The following concepts are used: 1 — Parasitic energy or infection potential; 2 — Host susceptibility; 3 — Damage caused by the parasite; 4 — The potential status of infection on evaluation of disease development within the Climate x *Botrytis* x Sunflower system. Assuming that *B. cinerea* is a parasite with a constant energy and a continuous action, it can be shown that disease development in the C x B x S system corresponds to development of *B. cinerea* within a capitulum. Therefore levels of damage as well as rates of infection under various climatic conditions can be determined. Thus it can be shown that dry periods can increase disease development.

RÉSUMÉ

Après applications empiriques au laboratoire, de différentes durées d'eau libre, interrompues ou non par des périodes de ressuyage, sur des capitules obtenus en serre et pollués par le *Botrytis cinerea*, nous avons essayé de construire par une analyse conceptuelle du système: "climat x *Botrytis cinerea* x Tournesol" un modèle de propagation de la pourriture grise dans le capitule.

Les concepts utilisés sont: 1. L'énergie du parasite ou pouvoir infectieux; 2. la réceptivité de la plante; 3. le dégât dû à l'action du parasite; 4. l'état potentiel d'infection ou l'évaluation des perturbations du système: "Climat x *Botrytis* x Tournesol".

En faisant l'hypothèse que le *Botrytis cinerea* est un parasite à énergie constante et que l'action du parasite est continue, on montre que les perturbations du système "climat x *Botrytis* x Tournesol" correspondent aux perturbations en *Botrytis* du capitule.

D'où l'évaluation possible de l'état interne des perturbations en *Botrytis cinerea* du capitule et la simulation des taux d'attaque que l'on obtiendrait en simulant des séquences climatologiques.

INTRODUCTION

Nous avons déjà relaté, dans une précédente communication (Torremolinos, 1980) l'expérimentation qui nous a permis, au laboratoire, sur des capitules maintenus en survie et n'ayant pas de réel passé climatique (plantes élevées en serre) de montrer que la progression de l'épidémie de *Botrytis cinerea* ne pouvait avoir lieu qu'à la suite d'une alternance souvent répétée de périodes humides et de périodes sèches. Les périodes sèches semblent d'ailleurs dans une première approche, contre toute attente, et contrairement à ce qui est souvent exprimé dans la littérature, jouer un rôle important dans l'extention de l'épidémie. Nous avons expliqué biologiquement ce phénomène par le fait, constaté au laboratoire, que si la production de conidies est plutôt favorisée par des hygrométries élevées ($\geq 97\%$), elle est toutefois bloquée par la présence d'un film d'eau persistant longtemps sur les taches sporulantes. Cependant l'application, au laboratoire, à l'intérieur d'une enceinte fermée, d'une brumisation déterminant sur les plantes des séquences d'humectation et de

séchage de durées respectives données, oblige l'expérimentateur à procéder par tâtonnement, à un grand nombre de combinaisons entre ces durées respectives d'humectation et de séchage afin de déterminer les conditions les plus favorables à la progression rapide de l'épidémie de *Botrytis cinerea*. Pour remédier à cela, on peut mettre au point un modèle.

DESCRIPTION DU MODÈLE

Les bases du Modèle de propagation de la pourriture dans le capitule de Tournesol sont exposées dans la communication: "Modèle d'état potentiel. Application au *Botrytis* du Tournesol". Le Modèle doit permettre de comprendre "globalement" la propagation de la pourriture de l'intérieur du capitule.

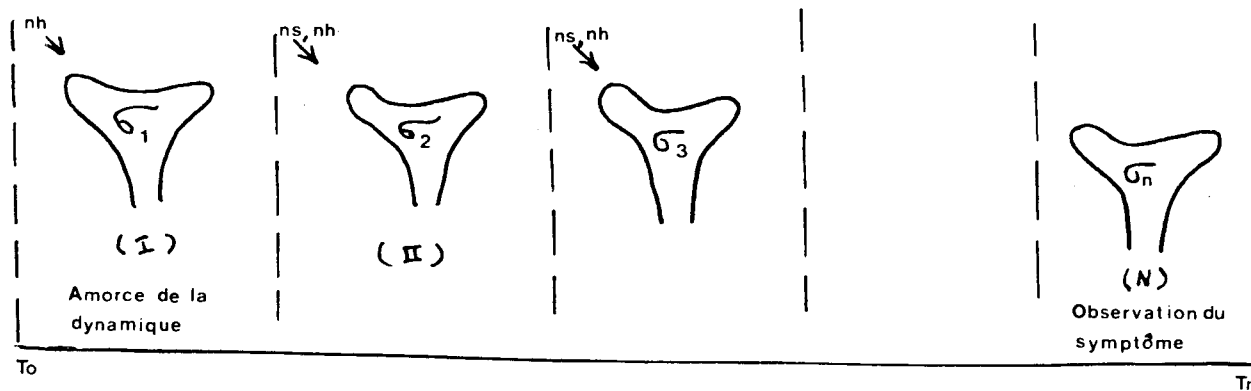
Le Modèle doit servir à déterminer quantitativement l'importance d'un instant ou d'une séquence d'humecté ou de sec et leurs rôles respectifs dans l'évolution de la maladie.

Rappel des hypothèses: 1. le *Botrytis cinerea* est un champignon omniprésent, à énergie constante.

2. les facteurs climatologiques influant sur l'épidémie sont: — l'humectation — le sec

Fonctionnement du système: "facteur climatologique x *Botrytis cinerea* x Tournesol".

Figure 1. Fonctionnement du système



Phase I: La dynamique est amorcée par une séquence d'humectation (nh) qui provoque dans le capitule du Tournesol une perturbation (σ) favorable à la propagation de la maladie.

Phase II: Le capitule se modifiera par application d'une séquence de sec (ns) qui, selon la durée, lui donnera la capacité d'être plus ou moins réceptif à l'action du parasite pendant la séquence d'humectation (nh) qui suivra.

L'état des perturbations passe de σ_1 à σ_2 . Cette phase est répétée autant de fois qu'il y a de séquences climatiques.

Phase N: Phase d'observation des symptômes. Ces symptômes sont l'extériorisation des perturbations dues à l'action du *Botrytis* sur la plante.

1. Action: "Humectation x *Botrytis cinerea* x capitule", le *Botrytis cinerea* a besoin de fortes hygrométries ($\geq 97\%$ HR) pour sporuler.

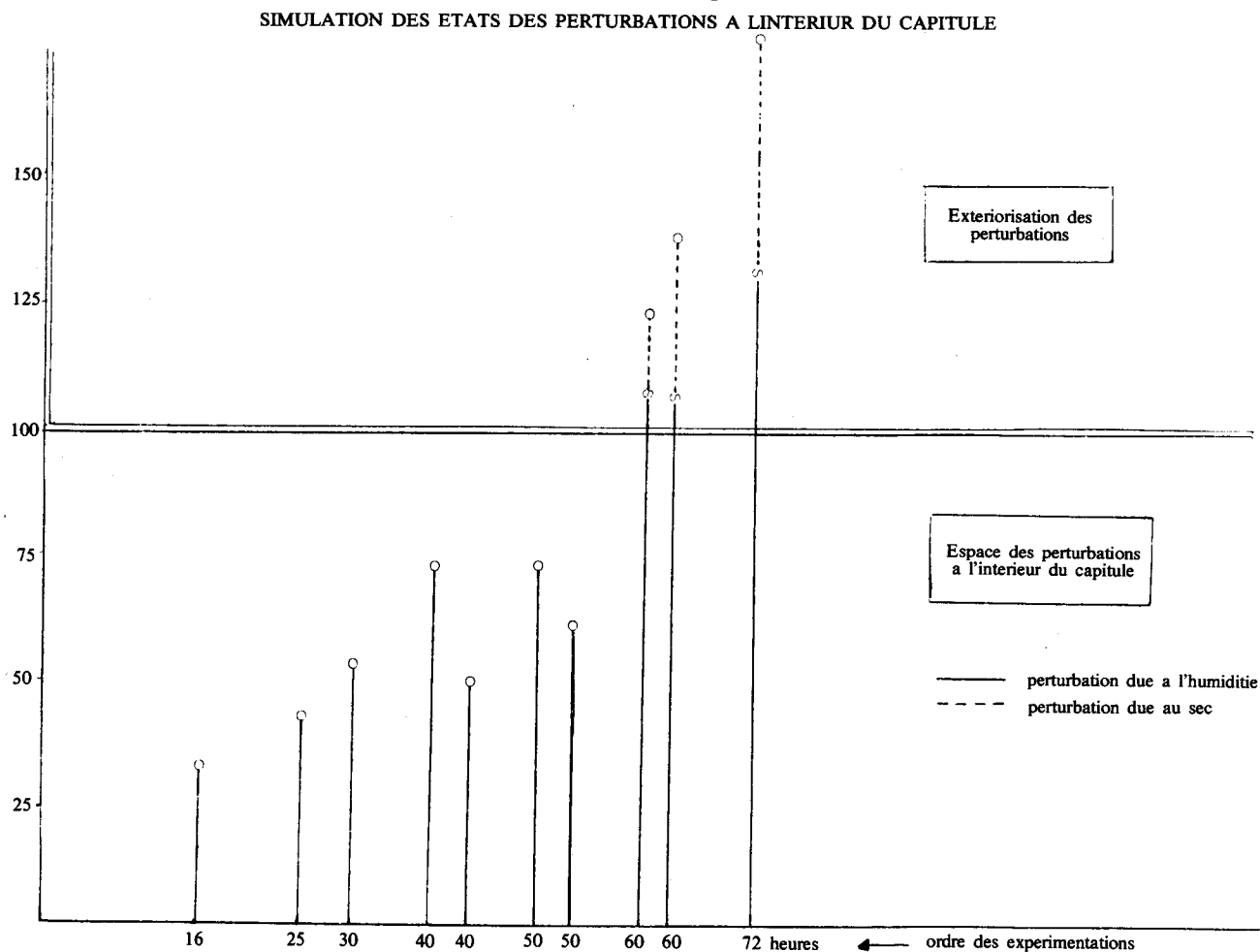
2. Action: "Sec x *Botrytis cinerea* x capitule" le sec permet la dissémination des conidies (dissémination impossible avec un film d'eau permanent sur les taches sporulantes) ce qui rend une nouvelle sporulation possible sur les conidiphores débarrassés de leurs spores au niveau de la tache sporulante.

Le sec permet en outre une accélération de la propagation du mycélium à l'intérieur de capitule. Toutefois cette action du "sec" est obtenue pour les longues durées de sec de notre expérience. Les simulations du modèle nous indiquent qu'une durée minimum de 20 heures de sec est nécessaire pour que cet effet ait lieu et l'effet ira en s'amplifiant avec l'allongement de cette durée, on devra toutefois situer le seuil maximum au-delà duquel la sécheresse aurait pour effet de faire avorter la maladie.

RÉSULTATS

Le symptôme final peut être considéré comme étant la composante de deux actions:

Figure 2. Simulation des états des perturbations à l'intérieur de capitule.



CONCLUSIONS

Le modèle permet une formalisation globaliste du comportement épidémique du champignon.

Le modèle permettra de déterminer, par simulation, les couples "durée d'humecté — durée de sec" qui provoquent les taux les plus élevés de contamination et leur interaction avec la température. Ce qui pourra être vérifié au laboratoire. Nous pourrons alors déceler et prévoir les événements climatiques toujours favorables à la maladie.

Enfin cette procédure permettra d'affiner l'évaluation du risque parasitaire et de mieux ajuster la stratégie de traitement.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le CETIOM pour son soutien moral et financier dans cette étude.

APPENDIX*

Duration of free water necessary to the contamination of the heads of Sunflower by *Botrytis cinerea*.

duration of free water	details about the treatment	% Botrytis on florets, only	% of infected tissues inside capitulum
16 H	(m:2H+d:22H) x 8	90	0
25 H	(m:5H+d:19H) x 5	85	0
30 H	m:30H	30,6	0
40 H	m: 40H	33,3	0
40 H	(m:20H+d:12H) x 2	80	0
50 H	(m:10H+d:14H) x 5	89,4	0
50 H	(m:5H+d:19H) x 10	80	0
60 H	(m:20H+d:24H) x 3	80	20
60 H	(m:20H+d:2 days) x 3	80	35
72 H	(m:48H+d:2 days +m:24H)	98	95

m: duration of moisture time

d: duration of dryness time

* Extract from a paper presented to the IX International Sunflower Conference Torremolinos, 1980.

BIBLIOGRAPHIE

LAMARQUE, Claudine, 1980. Evolution des études épidémiologiques du *Botrytis cinerea* sur Tournesol. IXe Congrès International du Tournesol. Torremolinos. Espagne.

LAMARQUE, Claudine, 1980. Facteurs biotiques et abiotiques impliqués dans l'épidémie de *Botrytis cinerea* du Tournesol. *La défense des végétaux* 204, 175 — 179.

PAUVERT, P. et LAMARQUE, Claudine, 1981. Réalisation d'un appareil simple permettant d'étudier l'influence du temps de mouillage des plantes sur la réussite des contaminations. Applications à *Erysiphe graminis* D.C.f. sp. hordei, *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, *Botrytis cinerea* Pers. *Agronomie*, 1, 2, 157 — 159.

STRIZYK, S., REGNAULT, Y. et PIERRE, J.G. 1982. Modèle d'état potentiel d'infection. Application au *Botrytis* du Tournesol. X Congrès International du Tournesol.