



Influence de l'humidité relative sur l'agressivité et la viabilité des souches de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin et de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin, hyphomycètes pathogènes de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hübn

Guy Riba, Sylvie Marcandier, Jacqueline Goussard

► To cite this version:

Guy Riba, Sylvie Marcandier, Jacqueline Goussard. Influence de l'humidité relative sur l'agressivité et la viabilité des souches de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin et de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin, hyphomycètes pathogènes de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hübn. *Agronomie*, 1984, 4 (2), pp.189-194. <hal-00884626>

HAL Id: hal-00884626

<https://hal.science/hal-00884626v1>

Submitted on 11 May 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.



HAL Authorization

Influence de l'humidité relative sur l'agressivité et la viabilité des souches de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin et de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin, hyphomycètes pathogènes de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hübn.

Guy RIBA & Sylvie MARCANDIER

avec la collaboration technique de Jacqueline GOUSSARD

I.N.R.A., Station de Recherches de Lutte biologique, La Minière, F 78280 Guyancourt

RÉSUMÉ

Quelques heures d'exposition à des taux d'humidité relative compris entre 10 et 90 p. 100 réduisent considérablement l'activité des hyphomycètes entomopathogènes. Ainsi, la germination des conidies de *Beauveria bassiana* n'excède pas 20 p. 100 si elles ont été placées 25 j à 30 p. 100 d'hygrométrie. De plus, la durée de la pathogénèse de *B. bassiana* à l'égard des larves de pyrale du maïs est accrue de 3 j environ lorsque l'humidité relative décroît de 100 à 30 p. 100 ; dans ces conditions le champignon ne peut plus sporuler à la surface des cadavres. Si *Metarhizium anisopliae* est placé à moins de 90 p. 100 d'hygrométrie, il perd tout pouvoir infectieux à l'égard des œufs de la pyrale du maïs. Par ailleurs, une exposition de 1 j à des taux d'humidité inférieurs à 90 p. 100 suffit à réduire de 85 p. 100 le nombre d'œufs attaqués par ce champignon. Les conséquences de ces phénomènes sur l'épidémiologie des hyphomycètes entomopathogènes sont discutées.

Mots clés additionnels : Attaques des ooplaques, germination, sporulation.

SUMMARY

Influence of relative humidity on the aggressiveness and viability of conidia of Beauveria bassiana (Bals.) Vuill. and Metarhizium anisopliae (Metsch.) Sorokin, pathogens of Ostrinia nubilalis (Hüb.).

Metarhizium anisopliae could not attack the eggs of *Ostrinia nubilalis* if the relative humidity of atmosphere was under 90 %, even for a few hours. At low relative humidity, *Beauveria bassiana* was able to penetrate *O. nubilalis* larvae but the LT 50 was much increased and the fungus did not sporulate on the surface of host cadavers. In addition, the viability of conidia of *B. bassiana* and *M. anisopliae* was reduced by relative humidity between 5 and 70 %. After 25 days at 30 % RH not more than 20 % of conidia, without any preparation, were able to germinate. In the same way *M. anisopliae* exposed for one day to 30 % RH at 25 °C could not attack eggs of *O. nubilalis*. The implications of these results for epizootic development are discussed.

Additional key words : Egg penetration, spore germination, sporulation.

1. INTRODUCTION

La mise au point d'un procédé de lutte biologique contre un insecte ravageur des cultures implique une connaissance approfondie de l'influence des facteurs physiques du milieu sur les relations hôte-parasite. De telles études paraissent encore plus justifiées lorsqu'on envisage d'exploiter les potentialités d'auxiliaires tels que les hyphomycètes entomopathogènes, réputés particulièrement sensibles aux variations de température et d'humidité comme les autres champignons.

En dépit d'une eurythermie assez prononcée chez la plupart des espèces responsables des muscardines, nous avons pu vérifier, par exemple, qu'une souche de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin, très agressive à l'égard de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hübn. (Lépidoptère *Pyralidae*), ne peut arrêter rapidement le développement des populations de ce ravageur dans nos conditions climatiques, faute d'une valeur suffisante des températures moyennes dans les conditions de l'expérimentation. En ce qui concerne l'hygrométrie, SCHAEFFENBERG signalait en 1966 que le déclenchement des épizooties naturelles dans les

populations d'insectes est lié à des situations climatiques ou microclimatiques caractérisées par des humidités relatives élevées. Les essais de modélisation portant sur l'incidence des épizooties à *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson sur les populations du lépidoptère *Noctuidae Anticarsia gemmatilis* (Hbn.), dans les cultures de soja en Floride, ont confirmé cette observation (KISH & ALLEN, 1978). En outre, FERON (1977) a montré que si l'agressivité de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin à l'égard des imagos de la bruche du haricot, *Acanthoscelides obtectus* Say (Coléoptère *Curculionidae*), n'est pas affectée par des valeurs extrêmes de l'humidité relative, l'automultiplication de l'inoculum entomopathogène par sporulation du mycélium à l'extérieur des cadavres est, au contraire, dépendante d'une hygrométrie proche de la saturation.

Etant donné la grande sensibilité des différents stades de la pyrale du maïs aux muscardines provoquées par les hyphomycètes entomopathogènes (RIBA *et al.*, 1983), l'analyse des perspectives d'utilisation pratique d'un tel procédé de lutte microbiologique contre ce ravageur nous a conduits à étudier l'influence de l'humidité relative sur l'agressivité, la viabilité et la sporulation des 2 espèces les plus agressives, *B. bassiana* et *M. anisopliae*.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les souches de champignons entomopathogènes étudiées ont été isolées, pendant l'année 1980, des populations de pyrale du maïs présentes en Beauce. Elles sont enregistrees sous les références *B. bassiana* 147 et *M. anisopliae* 139 dans la mycothèque du laboratoire. Il a été vérifié que les chenilles de pyrale sont particulièrement sensibles à l'isolat *B. bassiana* 147 alors qu'au contraire ce sont les œufs qui sont préférentiellement attaqués par l'isolat *M. anisopliae* 139 (RIBA *et al.*, 1983). C'est pourquoi, pour chaque espèce de champignon, les expériences, n'ont concerné que le stade le plus sensible.

Les différentes valeurs étudiées de l'humidité relative sont obtenues en enceinte close en présence d'eau pure ou de cristaux anhydres de CaCl_2 pour les extrêmes (0 et 100 p. 100 HR), de solutions saturées de Na_2CO_3 , 10 H_2O et de CaCl_2 6 H_2O pour les valeurs voisines respectivement de 90 et de 30 p. 100 HR ou d'eau glycérolée pour obtenir 95 p. 100 HR (O'BRIEN, 1948). Les faibles variations du degré hygrométrique en fonction de ces températures sont considérées comme négligeables, compte tenu de la gamme des hygrométries étudiées.

Les techniques employées ont permis d'évaluer, d'une part, l'influence de l'hygrométrie sur l'agressivité de *B. bassiana* à l'égard des larves ou de *M. anisopliae* à l'égard des œufs, d'autre part, de mesurer l'impact de ce facteur sur la viabilité des conidies.

A. Mesure de l'agressivité de *B. bassiana* et de *M. anisopliae*

L'agressivité des propagules de *B. bassiana* à l'égard des chenilles de pyrale est évaluée en contaminant par essai biologique des larves diapauses au 5^e stade larvaire, réparties en 4 lots de 20 individus et soumises à la pulvérisation, sous conditions contrôlées et reproductibles, d'une suspension aqueuse de conidies à 10^7 spores/ml, de façon à obtenir un dépôt uniforme de 2.10^4 spores/cm² selon la technique proposée par BURGERJON (1956). Le matériel biologique ainsi contaminé est placé sous diverses conditions de température et d'humidité. Etant donné les actions

combinées de l'hygrométrie, de la température et du temps, les valeurs respectives de ces paramètres seront précisées pour chaque expérience.

L'agressivité de *M. anisopliae* à l'égard des œufs de pyrale est mesurée après contamination d'ooplaques âgées au plus de 24 h : celles-ci, fixées sur des languettes de papier, sont trempées pendant 30 s dans des suspensions de conidies de titre connu. Pour chaque variante 4 lots de 6 ooplaques sont examinés. Après 5 j d'incubation dans des conditions hygrométriques déterminées et variables suivant le protocole expérimental adopté, les œufs éclos ou atteints de mycose sont contrôlés par observation sous la loupe binoculaire.

B. Mesure de la viabilité de *B. bassiana* et de *M. anisopliae*

La viabilité des conidies de *B. bassiana* est déterminée par calcul du pourcentage de germination des spores placées, pendant des délais variables, en incubation dans des enceintes à humidité relative définie, à la température de $25^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$. Les conidies soumises à cette épreuve sont recueillies par grattage à l'anse de platine à la surface d'un milieu de culture gélosé. Elles se présentent sous la forme d'une poudre humide, à 93 p. 100 de teneur en eau. Cette poudre humide n'a pas été desséchée avant d'être répartie dans les différentes enceintes. Le pourcentage de germination est défini par le rapport entre le nombre de conidies dont la longueur du tube germinatif est supérieure ou égale à 2 fois le grand diamètre de la spore, d'une part, et le nombre total de propagules observées, d'autre part. Cette observation porte sur 4 fois 100 conidies incubées pendant 24 h à 25°C à la surface d'un milieu complet gélosé coulé en boîte de Petri (milieu complet = glucose 1 p. 100 et extrait de levure 0,5 p. 100).

Pour *M. anisopliae*, la viabilité des propagules a été calculée par la mesure de la rémanence de leur agressivité à l'égard des œufs de pyrale. A cet effet, une suspension de conidies est pulvérisée, dans les mêmes conditions expérimentales que précédemment, à la surface de feuilles de papier qui sont ensuite mises en incubation, pendant des délais variables, à 25°C dans des enceintes à hygrométrie régulée. A des intervalles de temps connus, une de ces feuilles est prélevée et placée à la face supérieure d'une cage de ponte pendant 24 h. Après la ponte des papillons, les ooplaques déposées sont individualisées, en découpant avec une paire de ciseaux le papier support, et mises en incubation pendant 5 j à 25°C dans une enceinte à hygrométrie saturée (= 100 p. 100 HR). Les œufs éclos ou atteints de mycose sont alors dénombrés sous la loupe binoculaire.

III. RÉSULTATS

A. Influence de l'humidité relative sur l'agressivité des champignons entomopathogènes

1. Cas de la muscardine blanche à *B. bassiana*

Après pulvérisation d'une suspension du germe titrant 1.10^7 conidies/ml à la surface de chenilles diapauses, celles-ci sont mises en élevage dans des enceintes régulées respectivement à 100 et 30 p. 100 HR aux températures de 15°C et de 25°C . Des lots non traités subissent les mêmes conditions expérimentales (tabl. 1).

On constate que la contamination artificielle par *B. bassiana* provoque un très net accroissement de la mortalité totale. Cette mortalité est obtenue d'une façon indépen-

TABLEAU 1

Influence combinée de l'hygrométrie et de la température sur la sensibilité des chenilles diapauses de pyrale à la muscardine blanche à B. bassiana.

Combined influence of relative humidity and temperature on the susceptibility of diapausing larvae of O. nubilalis to B. bassiana.

Conditions hygrothermiques		TL 50 (jours)		Taux final de mortalité totale	
		Moyenne	Intervalle de confiance	Taux %	Nombre de jours
Traités					
HR : 100 %	25 °C	6,6	6,4 - 6,9	100	11 ± 1
	15 °C	11,3	10,75-11,9	100	16 ± 1,5
HR : 30 %	25 °C	9,3	9,1 - 9,6	100	14 ± 1,5
	15 °C	58,0	52,6 - 64,0	100	128 ± 2
Témoins					
HR : 100 %	25 °C			18	
	15 °C			3	
HR : 33 %	25 °C			26	
	15 °C			15	

TABLEAU 2

Sensibilité des œufs de pyrale à Metarhizium anisopliae en fonction des valeurs de l'hygrométrie relative de l'ambiance (contamination assurée par trempage dans une suspension aqueuse de conidies titrant 1.10⁷ spores par ml).

Susceptibility of eggs of O. nubilalis to M. anisopliae to various relative humidity values (eggs treated by dipping in conidial suspension at 10⁷ spores/ml).

Humidité relative (pourcentage)	M. anisopliae 139 % d'œufs			Témoin % d'œufs	non éclos	mycosés
	éclos	non éclos	mycosés	éclos	non éclos	mycosés
100	0	100	100	100	0	0
90	92	8	0	100	0	0
76	100	0	0	100	0	0
30	100	0	0	92	8	0
0	20	80	0	85	15	0

dante des taux d'humidité relative. Par contre, les processus pathologiques sont ralentis aux faibles hygrométries, le temps léthal 50 (TL 50) passant respectivement de 6,6 à 9,3 j à 25 °C pour des humidités relatives de 100 et 30 p. 100 HR, alors qu'à 15 °C le phénomène s'amplifie, le temps léthal 50 passant de 11,3 à 58,0 j dans les mêmes conditions expérimentales.

On a, en outre, confirmé les observations de FERRON (1977) concernant l'influence de l'humidité sur la sporulation du champignon à l'extérieur des cadavres de chenilles transformées en momies par le mycélium. En effet, le développement externe de ce mycélium et la formation des conidies ne sont obtenus que si les cadavres sont placés à une hygrométrie saturante. Dans des conditions d'humidité relative basse, le champignon survit cependant : après 3 mois d'incubation à 30 p. 100 HR et 25 °C, il se développe à l'extérieur des momies et sporule 3 à 6 j après son transfert en humidité saturée (100 p. 100 HR).

Pour cette raison, seuls les pourcentages de mortalité totale ont été analysés dans cette expérience puisque à 33 p. 100 HR par exemple, aucun cadavre ne se recouvre de champignon.

2. Cas de la muscardine verte à M. anisopliae

Après contamination par trempage dans une suspension titrant 1.10⁷ conidies par ml, les ooplaques sont incubées respectivement pendant 3 j à 0, 30, 76, 90 et 100 p. 100 HR, puis sont toutes placées pendant 2 j supplémentaires dans

une enceinte à 100 p. 100 HR pour éviter l'influence néfaste de la dessiccation sur l'éclosion des œufs. Les différentes variantes expérimentales sont placées à la même température de 25 °C ± 1 °C. Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau 2. Ils montrent que le développement de la muscardine n'est assuré qu'en présence d'une hygrométrie saturante permanente. On remarque que l'éclosion des œufs de pyrale est limitée seulement par la valeur la plus basse de l'hygrométrie (0 p. 100 HR) sans manifestation de la mycose.

Dans une 2^e expérience (tabl. 3), le séjour des ooplaques contaminées aux diverses hygrométries précédemment indiquées a été réduit respectivement à 15 h, 1, 2 et 3 j avant leur transfert dans une enceinte à hygrométrie saturante de façon que le délai total d'incubation soit, dans tous les cas, de 6 j. On constate alors que, même après seulement 15 h d'incubation à 90 p. 100 HR, le champignon n'infecte que 10 p. 100 des œufs. Le phénomène observé se manifeste donc très rapidement.

B. Influence de l'humidité relative sur la viabilité des champignons entomopathogènes

1. Cas des conidies de B. bassiana

Des conidies non déshydratées sont placées à 25 °C dans des enceintes à hygrométrie régulée respectivement à 0, 30, 76, 90 et 100 p. 100 pendant 3, 5, 8, 19 et 25 j. Conservées 25 j à ces hygrométries puis ensemencées sur milieu nutritif

TABLEAU 3

Influence de la durée d'exposition à des humidités relatives ambiantes différentes sur l'agressivité de M. anisopliae à l'égard des œufs de pyrale du maïs placés à 25 °C. Les pourcentages de mycose sont évalués le 6^e j après le traitement à 10⁷ spores/ml.
Influence of relative humidity on the aggressiveness of M. anisopliae to eggs of O. nubilalis at 25 °C. Percent mycosis calculated 6 days after treatment at 10⁷ spores/ml.

Durée	HR %	Œufs mycosés (pourcentages)				
		100	90	76	30	0
15 h		100	10	5	5	0
1 j		100	8	3	0	0
2 j		100	6	0	0	0
3 j		100	0	0	0	0

en boîte de Petri, on remarque que la viabilité des conidies est très sensiblement affectée par les valeurs de l'humidité relative voisines de 30 p. 100 HR (fig. 1) : en effet, dans ces conditions, le pourcentage de germination fluctue entre 18 et 10 p. 100 après 24 h de culture, alors qu'il dépasse 65 p. 100 pour les valeurs supérieures ou égales à 76 p. 100 HR ou au contraire voisines de 0 p. 100 HR.

2. Cas des conidies de M. anisopliae

L'infection des œufs de la pyrale du maïs par des conidies de *M. anisopliae* est extrêmement dépendante des conditions d'humidité relative. C'est pourquoi nous avons évalué la rémanence des conidies de *M. anisopliae* par la mesure de la persistance de leur pouvoir infectieux sur les œufs de l'hôte.

Pour cela, des feuilles de papier contaminées par une suspension de conidies sont incubées pendant 1, 2, 3, 7, 9 et 15 j à 20, 25 et 30 °C dans des encloses à hygrométrie réglée à 0, 30, 90 et 100 p. 100 HR, avant d'être utilisées comme support de ponte par les papillons de pyrale du maïs. Les pourcentages d'œufs éclos ou morts après 5 j d'incubation à 100 p. 100 HR et à 25 °C, suivant ces différentes variantes expérimentales, sont présentés dans le tableau 4.

On remarque, d'une façon générale, que la rémanence du germe est d'autant plus grande que la température d'incubation est plus basse : après 15 j d'incubation à 100 p. 100 HR, les pourcentages d'œufs éclos sont respectivement de 63, 26 et 18 p. 100 pour les températures de 30, 25 et 20 °C. D'autre part, cette rémanence est d'autant plus grande que les valeurs de l'hygrométrie sont plus élevées (fig. 2) : après 15 j d'incubation à 20 °C, les pourcentages d'œufs éclos sont respectivement de 94, 100, 6 et 18 p. 100 pour les humidités relatives de 0, 30, 90 et 100 p. 100. Ces différences sont encore plus nettes à 25 °C, valeur pour laquelle on observe 86 p. 100 des œufs éclos à 90 p. 100 HR contre seulement 26 p. 100 à 100 p. 100 HR.

Les valeurs intermédiaires de l'humidité relative (× 30 p. 100 HR) paraissent plus défavorables à la survie du germe que les valeurs extrêmes, même si celles-ci sont proches ou égales de la dessiccation. Ainsi après 7 j d'incubation du champignon à 20 °C et 33 p. 100 HR, 100 p. 100 des œufs pondus sur les feuilles contaminées avec le germe éclosent alors que ce pourcentage n'est que de 73 p. 100 à 0 p. 100 HR.

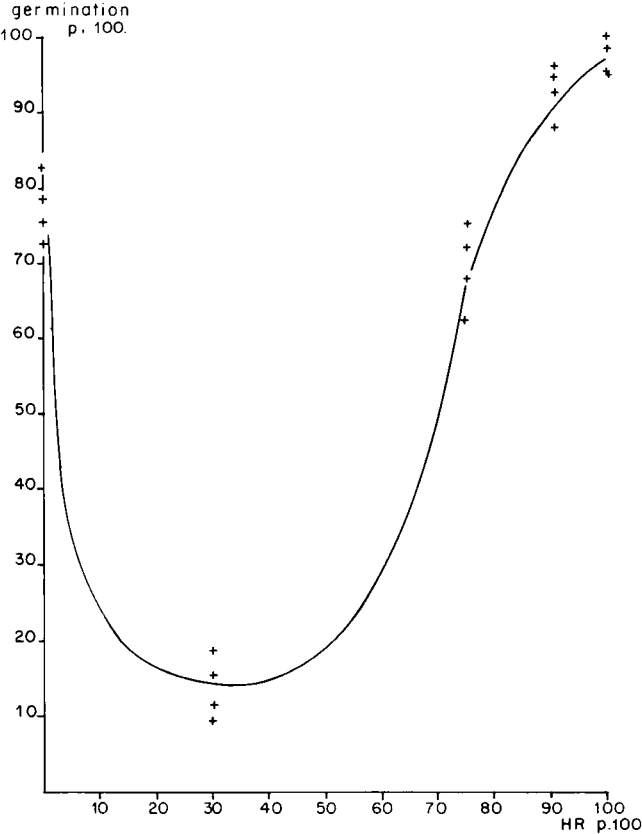


Figure 1
Influence de l'humidité relative sur le pouvoir de germination de conidies de Beauveria bassiana. La mesure est effectuée après 25 j de conservation des spores à 25 °C aux conditions hygrométriques citées.
Influence of relative humidity on conidial germination of Beauveria bassiana after 25 days'exposure at 25 °C.

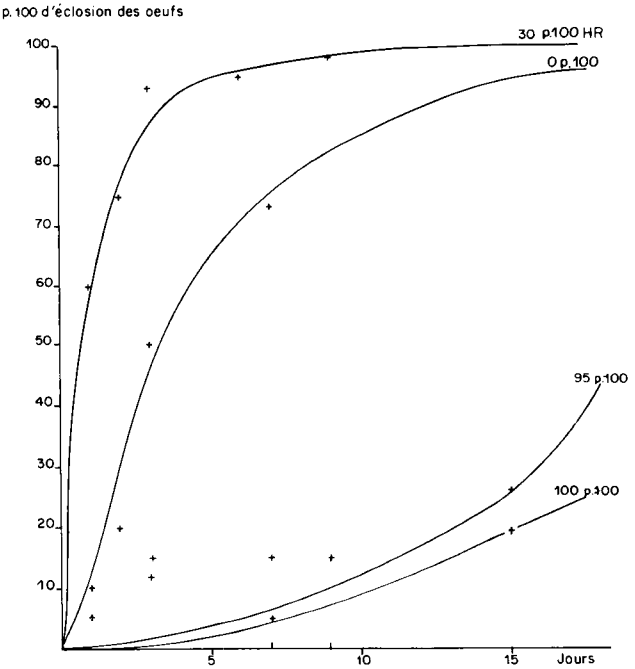


Figure 2
Persistance de l'agressivité des conidies de M. anisopliae en fonction de l'humidité relative ambiante à 20 °C.
Influence of relative humidity on the persistence of the aggressiveness of the conidia of M. anisopliae at 20 °C.

TABLEAU 4

Influence des conditions hygrothermiques sur la persistance de l'infectivité de M. anisopliae à l'égard des œufs de pyrale.
Influence of relative humidity on the stability of aggressiveness of M. anisopliae to eggs of O. nubilalis.

Durée (jours)	T °C		20 °C								25 °C								30 °C							
	HR %		100		90		30		0		100		90		30		0		100		90		30		0	
	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M
1	10	90	5	95	90	10	25	75	0	100	25	75	95	5	67	33	0	100	12	88	95	5	65	35		
2	10	90	5	95	95	5	49	51	0	100	30	70	100	0	93	7	5	95	26	74	97	3	76	24		
3	12	88	5	95	100	0	57	43	0	100	37	63	100	0	95	5	25	7	55	45	100	0	100	0		
7	15	85	55	45	100	0	73	27	5	95	42	58	100	0	97	3	40	60	75	25	100	0	100	0		
9	15	85	63	37	100	0	80	20	11	89	58	42	100	0	9	1	45	55	87	13	100	0	100	0		
15	18	82	67	33	100	0	94	6	26	74	86	14	100	0	100	0	63	37	97	3	100	0	100	0		

E = pourcentage éclosion - percent hatching.

M = pourcentage d'œufs mycosés - percent of mycosed eggs.

Complémentaire aux résultats du tableau 2, la figure 2 met en évidence la forte influence de l'humidité relative sur le maintien de l'infectivité de *M. anisopliae* à l'égard des œufs de la pyrale du maïs. L'effet néfaste des humidités relatives ambiantes intermédiaires sur la persistance de l'infectivité est donc très rapide.

IV. DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats présentés ci-dessus montrent que l'hygrométrie influence l'activité du germe puisque la germination, le pouvoir infectieux et la viabilité des conidies sont dépendants des taux d'humidité relative. Les conséquences de ces phénomènes sur l'épidémiologie de ces germes et la stratégie de leur utilisation en lutte biologique seront discutées.

Les faibles hygrométries ralentissent la germination des spores de *B. bassiana* (WALSTAD *et al.*, 1970). Nos résultats complètent cette affirmation puisque la pathogénèse est ralentie lorsque l'humidité relative décroît. Ainsi la différence des temps létaux 50 p. 100 entre 100 et 30 p. 100 HR est de 46,7 j à 15 °C. FERRON (1977) et KRAMER (1980) n'ont pas observé ce phénomène ; mais comme ces auteurs, nous confirmons que le pourcentage de mortalité de l'hôte n'est pas affecté par les variations de l'humidité ambiante.

Quelques heures d'exposition à des ambiances où le degré hygrométrique est inférieur à 90 p. 100 suffisent pour empêcher *M. anisopliae* d'attaquer les œufs de pyrale. On peut penser que cette surprenante sensibilité est due à l'absence de « niche micro-climatique » à la surface de l'ooplaque. A l'opposé, les replis tégumentaires créent des micro-environnements sursaturés et permettent ainsi au champignon de pénétrer la chenille. WAGGONER (1965)

soulignait aussi l'importance du microclimat à la surface de la feuille du végétal, dans les infections cryptogamiques. Outre l'agressivité, la viabilité des conidies est fortement influencée par le taux d'humidité relative. Ainsi, après 25 j de conservation à 20 °C et 30 p. 100 d'hygrométrie, seuls 15 p. 100 des conidies de *B. bassiana* peuvent germer. La conservation des conidies, en l'absence de toute formulation, doit se faire en atmosphère saturante ou en atmosphère très sèche dont le taux d'hygrométrie est inférieur à 5 p. 100.

Des conidies de *M. anisopliae* placées 48 h à 25 °C et 30 p. 100 d'hygrométrie ne sont pas tuées et pourtant cela suffit pour qu'elles ne puissent plus attaquer les œufs de la pyrale du maïs, même si elles sont mises en atmosphère saturante immédiatement après ce délai.

Le développement des processus épizootiologiques est fortement régulé par les conditions hygrométriques (IGNOFFO, 1981 ; KISH & ALLEN, 1978). Le champignon ne sporule à la surface des cadavres mycosés que lorsque l'humidité est saturante. Notons cependant que le germe survit au moins 3 mois dans l'insecte, même dans des conditions sèches. De plus, la mort des larves attaquées par le germe est différée de quelques jours en atmosphère non saturante tandis que l'infection des œufs de pyrale par *M. anisopliae* est devenue impossible. A la vue de ces résultats expérimentaux, on ne peut donc pas envisager de réduire dans la nature des populations de pyrale du maïs en appliquant ces champignons sur les ooplaques. Dans ces conditions, seuls les premiers stades larvaires pourront être tués par le champignon.

Reçu le 9 mai 1983.

Accepté le 20 septembre 1983.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Burgerjon A., 1956. Pulvérisation et poudrage au laboratoire des préparations pathogènes insecticides. *Ann. Epiphyt.*, **4**, 677-686.
 Ferron P., 1977. Influence of relative humidity on the development of fungal infection caused by *Beauveria bassiana* (Fungi Imperfecti, Moniliales) in imagines of *Acanthoscelides obiectus* (Col. : Bruchidae). *Entomophaga*, **22**, 393-396.

- Ignoffo C. M., 1981. The fungus *Nomuraea rileyi* as a microbial insecticide, p. 513-538. In Ed. H.D. Burges. *Microbial control of pest and plant diseases 1970-1980*. Academic Press.
 Kish L. P., Allen G. E., 1978. The biology and ecology of *Nomuraea rileyi* and a program for predicting its incidence on *Anticarsia gemmatilis* in soybean. I.F.A.S. Univ. of Florida, 48 p.

Kramer J. P., 1980. The house fly mycosis caused by *Entomophthora muscae*: influence of relative humidity on infectivity and conidial germination. *J.N.Y. Entomol. Soc.*, **88**, 236-240.

O'Brien F., 1948. The control of humidity by saturated salt solutions. *J. Sci. Instrum.*, **25**, 73-76.

Riba G., Marcandier S., Richard G., Larget I., 1983. Sensibilité de la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis* Hübn. *Lep. Pyralidae*) aux hyphomycètes entomopathogènes. *Entomophaga*, **28** (1), 55-64.

Schaerffenberg B., 1966. Können Pilzepidemien bei Insekten künstlich hervorgerufen werden. *Z. Angew. Entomol.*, **58**, 362-372.

Waggoner P. E., 1965. Microclimate and plant disease. *Annu. Rev. Phytopathol.*, **3**, 103-126.

Walstad J. D., Anderson R. F., Stambaugh W. I., 1970. Effects of environmental conditions on two species of muscardine fungi (*Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*). *J. Invert. Pathol.*, **16**, 221-226.