

80/1
pas vu ds HZ

NOUVEAU
RECEP CS4

Perturbations microclimatiques apportées par des cages à insectes utilisées sur le terrain

M. Rougier

Institut National de la Recherche Agronomique,
C. N. R. A., route de Saint-Cyr, 78000 Versailles

J. F. Silvain

Centre ORSTOM de Cayenne, B.P. 165, 97301 Cayenne Cedex

RÉSUMÉ

Le climat à l'intérieur d'une cage à insectes de forme parallélépipédique (30 cm × 30 cm × 53 cm) recouverte de tissu polyester a été mesuré par rapport au climat extérieur (rayonnement global, rayonnement visible, vitesse du vent, température de l'air à 3 niveaux). Les mesures ont été réalisées pour 2 types de tissu. Avec le tissu à maille fine (85 μ), on enregistre une réduction de la vitesse du vent de 85 %, une réduction du rayonnement global de 69 %, du rayonnement visible de 63 %, un accroissement de température — de jour — de plusieurs degrés à l'intérieur de la cage. Avec le tissu à grosse maille (500 μ) la vitesse du vent est réduite de 60 %, le rayonnement global de 76 %, le rayonnement visible de 75 %, l'accroissement de température à l'intérieur de la cage est très inférieur à celui observé avec la maille 85 μ .

MOTS-CLÉS : Cage - Insecte - Microclimat.

SUMMARY

The climate within an insect cage consisting of a wooden frame 30 cm × 30 cm × 53 cm covered by polyester cloth was recorded in comparison with the climate outside (solar radiation, visible radiation, windspeed and temperature of the air at 3 levels). Measurements were made for two mesh sizes (85 μ m-500 μ m). With the 85 μ m mesh size, solar radiation is reduced by 69 %, visible radiation by 63 %, the reduction of windspeed is 85 %. The temperature inside the cage—by day—is greater than that outside, this increase may reach several degrees when radiation is at maximum. With the 500 μ m mesh size solar radiation is reduced by 76 %, visible radiation by 75 %, the reduction of windspeed is 60 %. The increase of temperature is smaller than that observed with the 85 μ m mesh size.

KEY-WORDS: Cage - Insect - Microclimate.

I. — INTRODUCTION

Certaines études de terrain nécessitent l'encagement de populations d'insectes, que celles-ci soient naturelles ou issues d'élevage au laboratoire.

Ceci permet de suivre pendant une période donnée le développement de l'insecte sans qu'il se disperse d'une part et sans qu'il soit attaqué par des prédateurs, d'autre part. C'est le cas, pour la mise au point de procédés de lutte biologique, notamment lorsqu'on veut étudier l'effet d'un champignon entomopathogène sur un insecte ravageur (FARGUES, 1975). C'est également le cas en protection des végétaux, lorsqu'il



est nécessaire de connaître de façon précise la date d'apparition d'un stade du développement d'un ravageur pour l'établissement des avertissements agricoles (TOUZEAU, 1977) ⁽¹⁾.

Les insectes placés dans les cages vont donc se trouver dans des conditions climatiques particulières. Il est donc important de savoir si le microclimat à l'intérieur de la cage est très différent de celui de l'extérieur.

WOODFORD (1973) et HAND & KEASTER (1967) ont étudié les modifications climatiques provoquées par la présence de cage, mais leurs résultats concernent des cages de grandes dimensions (plusieurs mètres cubes) et sont difficilement transposables à des cages présentant des caractéristiques différentes. C'est pourquoi nous avons entrepris une étude des perturbations microclimatiques apportées par un type de cage de faible dimension utilisé dans les études de terrain menées sur l'utilisation du champignon entomopathogène *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. contre le doryphore de la pomme de terre (FARGUES, 1975).

II. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

1) Les cages sont composées d'un cadre en bois parallélépipédique de 30 cm × 30 cm × 53 cm recouvert soit d'un tissu polyester ⁽²⁾ à maille de 85 μ , soit d'un tissu à maille plus large de 500 μ .

2) Les mesures ont été réalisées sur sol gazonné à La Minière, Yvelines (France).

3) Le travail a consisté à enregistrer simultanément les valeurs fournies par 2 capteurs identiques installés, l'un à l'intérieur de la cage, l'autre à l'extérieur. Les paramètres climatiques étudiés ont été : le rayonnement solaire — global et visible — la vitesse du vent et la température de l'air.

Une étude complémentaire a été effectuée afin d'évaluer l'atténuation du rayonnement solaire entraîné par la présence du seul tissu. Pour cela, des mesures de rayonnement global et du rayonnement visible ont été faites en disposant les capteurs correspondants sous un cadre de 50 cm × 50 cm recouvert successivement par l'un et l'autre des tissus étudiés.

La mesure du rayonnement solaire global, à l'intérieur de la cage a été faite au moyen d'un pyranomètre « Lambda » dont le principe est fondé sur l'effet photoélectrique d'une cellule solaire au silicium. Le capteur était situé au centre de la cage. Une thermopile de Moll (KIPP & ZONEN, constructeur) a été utilisée pour mesurer le rayonnement global extérieur. La similitude de la réponse fournie par ces deux types de pyranomètre lorsqu'ils sont placés dans les mêmes conditions a été vérifiée.

La mesure du rayonnement visible a été effectuée à l'aide de deux capteurs quantiques Lambda.

La mesure de la vitesse du vent a été effectuée au moyen d'un anémomètre à coupelles (M. C. B. Constructeur) dont le seuil de démarrage se situe au voisinage de 0,3 m/seconde⁻¹. L'anémomètre de référence extérieur étant installé à 2 m au-dessus du sol, les mesures de l'intérieur de la cage ont été faites en plaçant celle-ci au même niveau.

La température de l'air a été mesurée par un système à thermocouple représenté sur la figure 1. Un petit cache de métal poli était disposé au-dessus de chacune des soudures pour éviter l'échauffement de celles-ci par le rayonnement solaire (fig. 2).

4) Les différents capteurs utilisés ont été connectés à une acquisition de données qui effectuait pour chaque voie de mesure les moyennes horaires à partir des mesures effectuées toutes les secondes.

⁽¹⁾ Avertissements agricoles et lutte intégrée, observations, travaux et mise au point réalisés en 1976-1977. Service de la protection des végétaux 5-26. Étude des principaux paramètres biotiques et abiotiques nécessaires à l'établissement d'un modèle d'évolution du carpocapse des pommes (*Laspeyresia pomonella* L.) pour la région Midi-Pyrénées.

⁽²⁾ Tissu polyester Mono T. I., fabriqué par U. G. B. Panisnières.

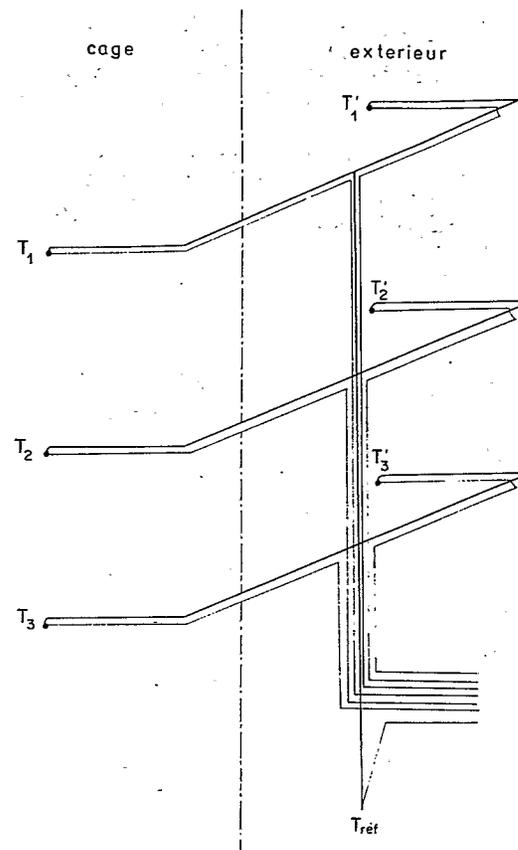


Fig. 1. — Système de mesure des températures de l'air par thermocouple Cu-Cst : T_1 - T_2 - T_3 : soudures à l'intérieur de la cage; T'_1 - T'_2 - T'_3 : soudures à l'extérieur de la cage; T_{ref} : soudure de référence (50 cm dans le sol).

III. — RÉSULTATS

1. Étude du rayonnement solaire

Rappelons que dans l'étude du pourcentage de transmission du rayonnement, nous avons introduit une variante expérimentale en utilisant conjointement les cages (maille fine et maille large) et les écrans correspondants.

Les résultats obtenus peuvent être résumés dans le tableau I.

Les pourcentages de transmission ont été calculés à partir de mesures de rayonnement effectuées entre 6 et 18 heures.

La différence de 10 % observée dans la transmission des rayonnements entre la cage et l'écran est certainement à mettre sur le compte d'un coefficient lié à la forme de la cage.

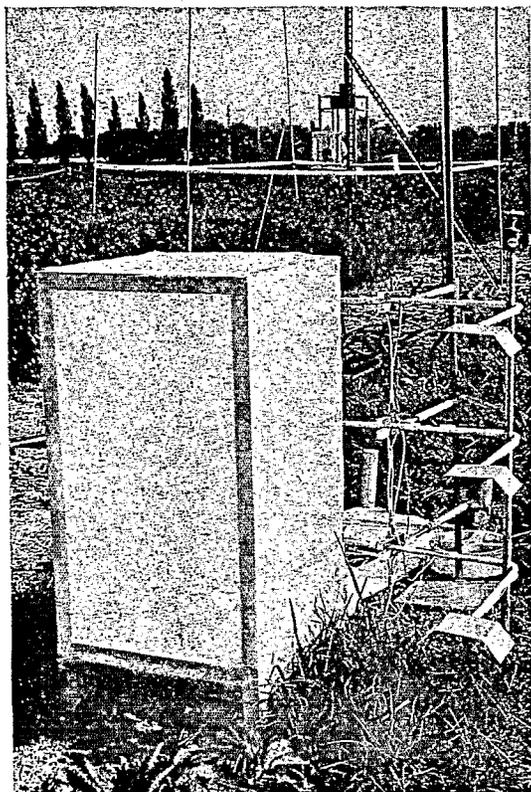


FIG. 2. — Dispositif de mesure des températures de l'air.

TABLEAU I

Proportion de transmission du rayonnement global en fonction du maillage utilisé.

	Mailles fines		Mailles larges	
	Cage	Écran	Cage	Écran
% de transmission du rayonnement global. . . .	69	78	76	85
% de transmission du rayonnement visible. . . .	63	75	75	86

2. Étude de la vitesse du vent

Dans la cage à maille fine, la vitesse du vent est fortement atténuée, cette atténuation atteint une valeur moyenne de 85 %; la relation entre la vitesse du vent à l'intérieur de la cage et la vitesse du vent à l'extérieur est linéaire (fig. 3).

Dans la cage à maille large, l'atténuation est moins forte (60 %). Une relation linéaire a aussi été établie (fig. 4).

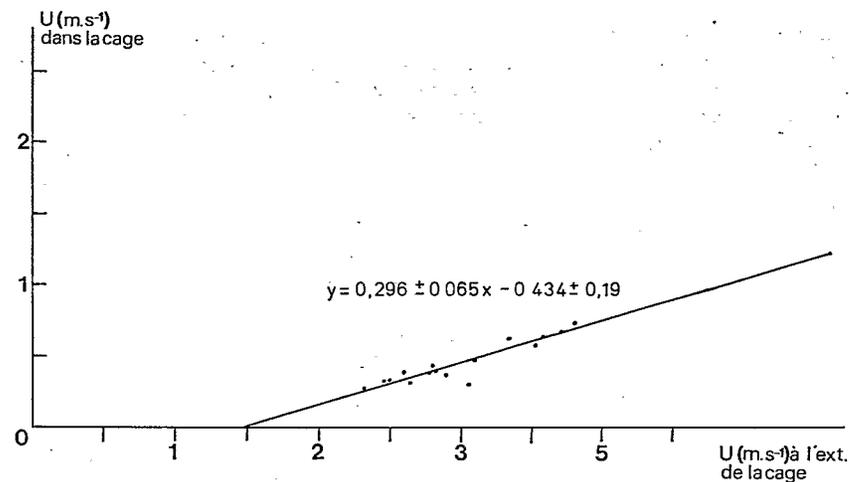


FIG. 3. — Cage à maille de 85 μm :
Vitesse du vent (U) à l'intérieur de la cage en fonction de la vitesse du vent (U) à l'extérieur de la cage.

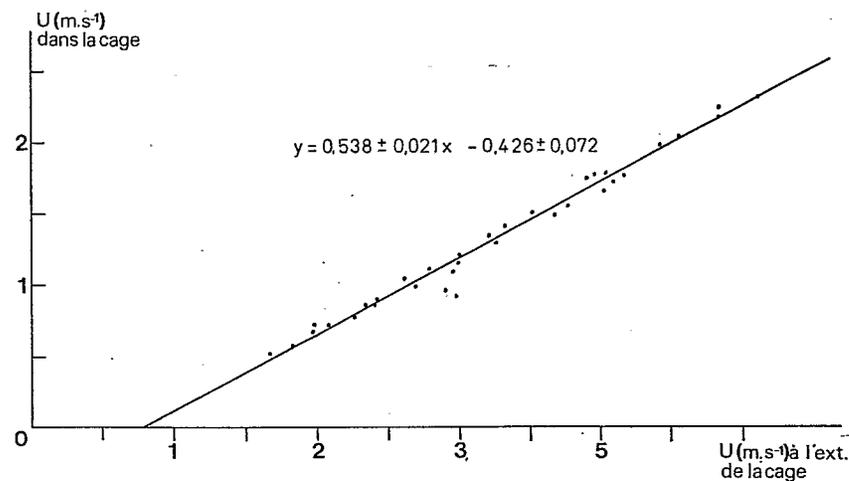


FIG. 4. — Cage à maille de 500 μm :
Vitesse du vent (U) à l'intérieur de la cage en fonction de la vitesse du vent (U) à l'extérieur de la cage.

Compte tenu du seuil de démarrage des anémomètres utilisés, pour le calcul des droites de régression, n'ont été retenues que les valeurs correspondant à des vitesses de vent $> 0,3$ m/seconde à l'intérieur de la cage.

3. Étude de la température

3.1. CAGE A MAILLE DE $85 \mu\text{M}$

3.1.1. Ciel clair

L'ensemble des données enregistrées montre que la température de l'air à l'intérieur de la cage est plus élevée que la température de l'air extérieur pendant la journée. On a représenté l'évolution des écarts thermiques ($T_{\text{air cage}} - T_{\text{air extérieur}} = \Delta t$) pour une journée type (3 juin 1979) définie par le rayonnement global (R_g) et la vitesse du vent (U) à 2 m (fig. 5).

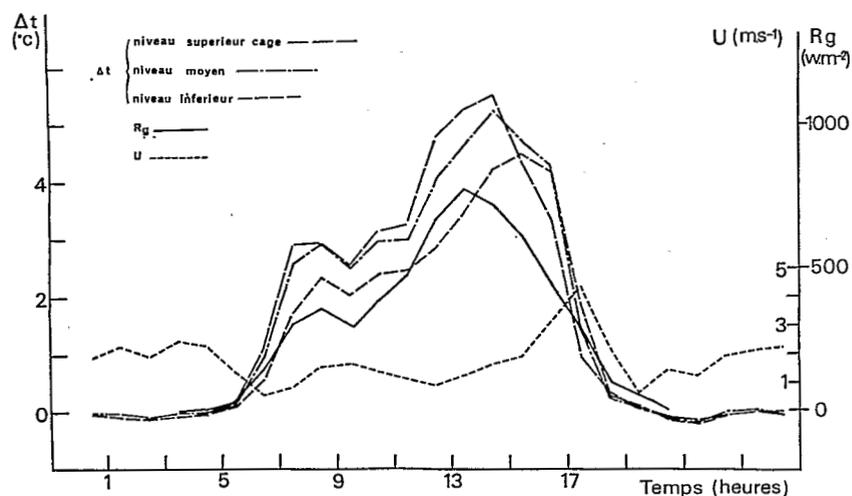


FIG. 5. — Cage à maille de $85 \mu\text{m}$: Écart de température (Δt) entre l'intérieur de la cage et l'extérieur, en fonction du temps, par ciel clair (3 juin 1979) à trois niveaux (supérieur, moyen, inférieur). Rayonnement global (R_g); vitesse du vent (U).

Au moment de la journée où le rayonnement est le plus fort, l'écart Δt peut atteindre $5,5^\circ\text{C}$ au niveau supérieur de mesure; au même moment, pour le niveau inférieur, l'écart atteint seulement 4°C .

A l'intérieur de la cage, on note un gradient thermique au moment où le rayonnement est le plus fort (fig. 6). L'écart de température entre le niveau supérieur et le niveau inférieur peut atteindre $1,5^\circ\text{C}$, alors qu'il est beaucoup plus faible tout au plus $0,5^\circ\text{C}$ à l'extérieur.

3.1.2. Ciel couvert

L'écart de température observé entre la cage et l'extérieur est plus faible : 3°C au maximum (journée type du 4 juin 1979, fig. 7).

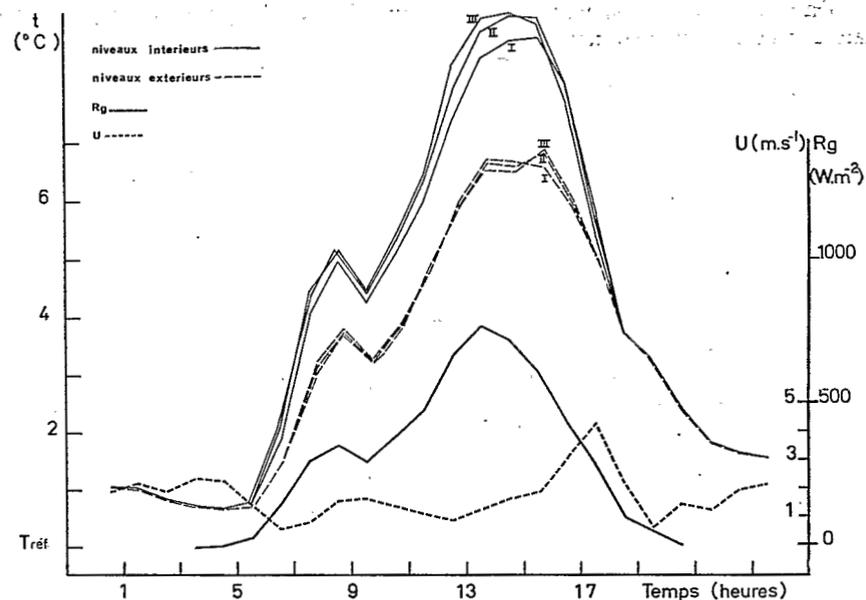


FIG. 6. — Cage à maille de $85 \mu\text{m}$: Température de l'air par rapport à une température de référence ($T_{\text{réf.}}$), à l'intérieur de la cage et à l'extérieur de la cage, en fonction du temps, par ciel clair (3 juin 1979). Rayonnement global (R_g); vitesse du vent (U).

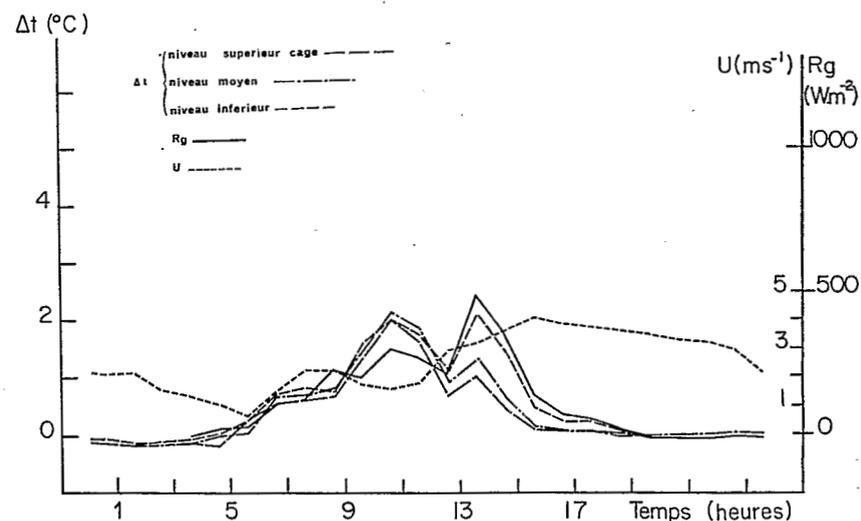


FIG. 7. — Cage à maille de $85 \mu\text{m}$: Écart de température (Δt) entre l'intérieur de la cage et l'extérieur, en fonction du temps, par ciel couvert. Rayonnement global (R_g); vitesse du vent (U).

Dans tous les cas, la nuit, la température de l'air à l'intérieur de la cage est égale à celle de l'air extérieur.

3.2. CAGE A MAILLE DE 500 μM

3.2.1. Ciel clair

La journée, même avec un rayonnement global élevé, l'écart thermique Δt n'excède pas 1°C à $1,5^\circ\text{C}$ (fig. 8).

En ce qui concerne les températures à l'intérieur de la cage (fig. 9), les différences observées entre les 3 niveaux sont très faibles.

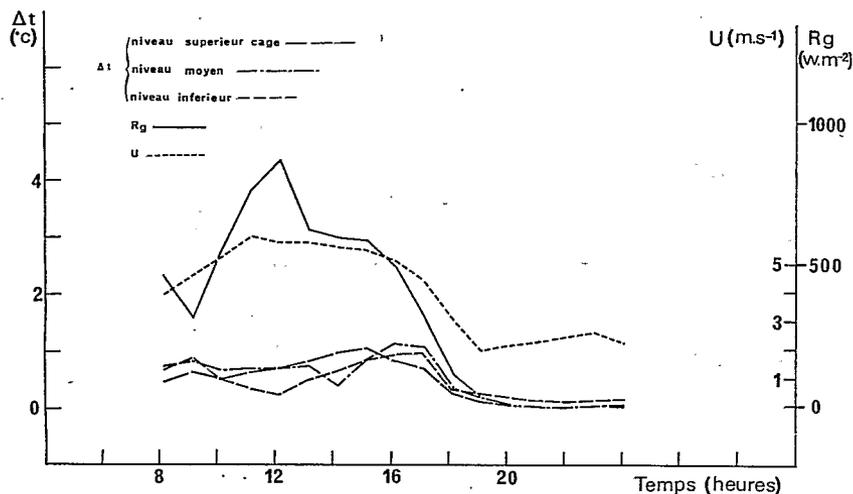


FIG. 8. — Cage à maille de 500 μm : Écart de température (Δt) entre l'intérieur de la cage et l'extérieur, en fonction du temps, par ciel clair. Rayonnement global (R_g); vitesse du vent (U).

3.2.2. Ciel couvert

Les écarts Δt entre la cage et l'extérieur sont très réduits.

La nuit, la température de l'air à l'intérieur de la cage est égale à la température de l'air extérieur.

3.3. COMPARAISON CAGE A MAILLE FINE PAR RAPPORT A CAGE A MAILLE LARGE

On retrouve les phénomènes décrits précédemment. Pour la journée du 27 mai 1979 représentée sur la figure 10, on peut observer un écart de température de 3°C , au niveau supérieur, entre les 2 cages.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Au terme de cette étude faite avec des matériaux à 2 dimensions de maille (85 μm et 500 μm) à une échelle microclimatique (à la différence des études précédentes

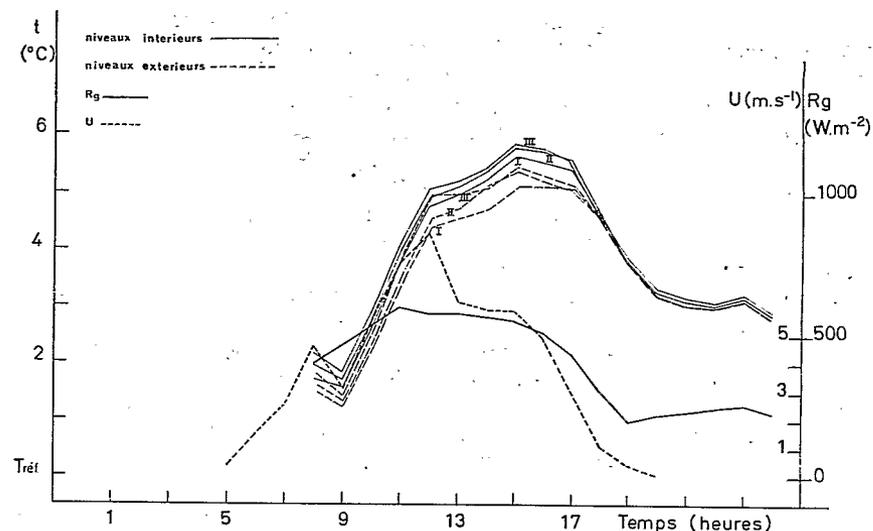


FIG. 9. — Cage à maille de 500 μm : Température de l'air (t) à l'intérieur de la cage et à l'extérieur de la cage, par rapport à une température de référence ($T_{\text{réf.}}$), en fonction du temps, par ciel clair. I : niveau inférieur, II : niveau moyen, III : niveau supérieur. Rayonnement global (R_g); vitesse du vent (U).

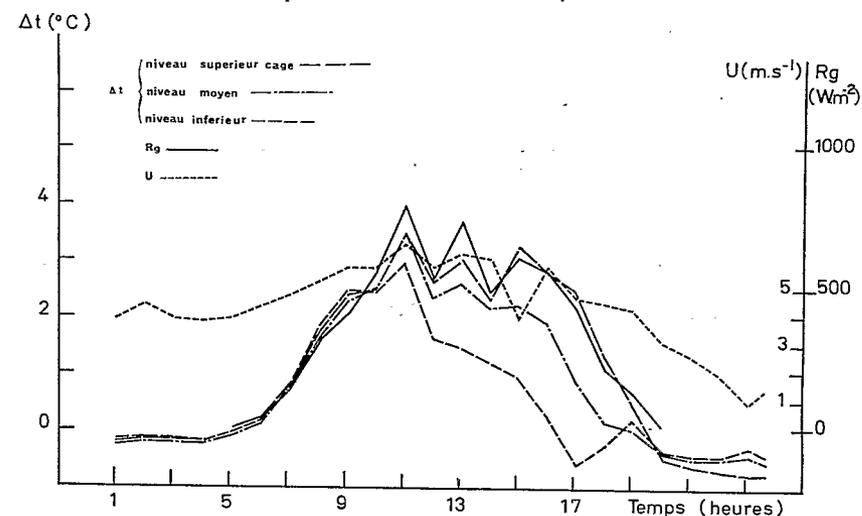


FIG. 10. — Écart de température (Δt) entre l'intérieur d'une cage à maille fine (85 μm) et l'intérieur d'une cage à maille large (500 μm). Rayonnement global (R_g); vitesse du vent (U).

de HAND & KEASTER (1967) et WOODFORD (1973), les phénomènes suivants ont été mis en évidence :

Pour la maille fine, une atténuation importante du rayonnement et du vent, un accroissement de la température à l'intérieur de la cage au cours de la journée, l'existence d'un gradient vertical de température.

Pour le tissu à maille large, une atténuation du rayonnement un peu inférieur à celle enregistrée avec la maille fine a été notée. La notice technique du fabricant (U. G. B.) mentionne pour l'un et l'autre tissu un pourcentage de vide très proche : 39 % pour le 500 HD*⁽³⁾-37 % pour le 85 HP*⁽³⁾, ce qui expliquerait la faible différence entre les 2 tissus au niveau de la transmission du rayonnement. Par contre, la maille large est beaucoup plus perméable (ouverture des mailles) au vent. Au niveau de la température, la perturbation apportée dans la cage à maille large par rapport à la température extérieure est beaucoup plus faible que celle enregistrée avec la maille fine.

Considérons la température interne de la cage, sa valeur est la résultante des échanges d'énergie qui s'effectuent entre l'air extérieur et l'air intérieur à travers les mailles de la cage. On voit à ce niveau le rôle de la vitesse du vent. Mais la température de la cage résulte aussi des échanges entre les parois de la cage et l'air de la cage : c'est le rayonnement absorbé par le tissu de la cage qui provoque l'échauffement des parois; ceci explique sans doute le gradient de température observé dans la cage à maille fine aux heures de la journée où le rayonnement est le plus élevé : la face supérieure s'échauffe et cède de la chaleur à la couche d'air de la cage à son contact.

Une explication plus complète des perturbations enregistrées n'est possible que si l'on envisage une étude complémentaire avec comme objectif l'aboutissement à un modèle de prévision de la température à l'intérieur de la cage. Ce problème devrait pouvoir être abordé dans le futur, compte tenu du regain d'actualité que connaît cette question à travers le développement d'un marché des tissus insect-proof.

La modification de la température de l'air à l'intérieur de la cage dans le cas du tissu à maille fine est telle qu'il est logique de s'attendre à une modification de la vitesse de développement des insectes installés à l'intérieur de ces cages, surtout s'il s'agit d'un insecte à cycle court comme le doryphore (DE WILDE, 1948).

L'utilisation de la cage à maille large ne devrait pas provoquer de modifications importantes sur la vitesse de développement de l'insecte. Il ne faut cependant pas oublier que la température d'un insecte résulte de son bilan d'énergie et qu'une modification du rayonnement et de la vitesse du vent de l'air dans lequel vit l'insecte peut avoir une répercussion sur sa température donc sur sa vitesse de développement.

BIBLIOGRAPHIE

- FARGUES J., 1975. — Étude expérimentale dans la nature de l'utilisation combinée de *Beauveria bassiana* et d'insecticides à dose réduite contre *Leptinotarsa decemlineata*. *Ann. Zool. Écol. anim.*, 7, 247-264.
- HAND L. F. & KEASTER A. J., 1967. — The environment of an insect field cage. *J. Econ. Entomol.*, 60, 910-915.
- WILDE DE J., 1948. — Développement embryonnaire et postembryonnaire du doryphore (*Leptinotarsa decemlineata* Say) en fonction de la température. *Proceedings eight international congress of entomology*, 310-321.
- WOODFORD, 1973. — The climate within a large aphid proof field cage. *Ent. exp. and app.*, 16, 313-321.

⁽³⁾ Nomenclature U. G. B.