

La répartition spatiale des différents stades de *Coccinella septempunctata* dans un champ de blé: variation au cours de la saison

A. Ferran, P. Gubanti, G. Ipert, A. Migeon & J. Onillon

I.N.R.A. Station de Zoologie et de Lutte Biologique, 37 Bd. du Cap, 06600 Antibes Cedex, France

Accepted: August 29, 1989

Key words: *Coccinella septempunctata*, Coccinellidae, wheat, egg laying, larva, adult, vertical distribution

Mots-clés: *Coccinella septempunctata*, Coccinellidae, blé, ponte, larve, adulte, répartition spatiale

Résumé

Au début du printemps les adultes de *Coccinella septempunctata* L. (Col., Coccinellidae) issus des sites d'hivernation, les larves et les nymphes qui en proviennent, fréquentent le sol et les parties basses du blé. En juin, les adultes nés dans le champ et leur descendance sont dispersés sur toute la hauteur des talles bien qu'une fraction non négligeable de leur population se rencontre à l'extrémité supérieure. La plupart des pontes sont déposées sous les mottes de terre, les pierres et les petites adventices qui constituent des sites privilégiés. Ces variations de la distribution de cette coccinelle peuvent être mises en relation avec le climat, en particulier la température, avec la thermophilie de cette espèce et avec la répartition sur les différentes parties des talles des 3 espèces de puceron qui se succèdent au cours de la saison. Ces observations sont importantes à considérer lors du choix ou de la mise au point d'une méthode d'échantillonnage.

Introduction

Les difficultés liées à l'échantillonnage des coccinelles aphidiphages dans les cultures, en particulier dans les champs de blé, demeurent encore un problème d'actualité (Sunderland *et al.*, 1987). La plupart des techniques utilisées à ce jour, pièges englués ou à succion (Dean, 1982), battage (Chambers *et al.*, 1982), comptage superficiel (Honěk, 1982), sont des méthodes générales appliquées au cas particulier des coccinelles aphidiphages: elles se traduisent, en général, par un nombre de captures très faible. La mise au point de méthodes d'échantillonnage précises ou même le choix éventuel d'une méthode pré-existante doit être basée sur une connaissance détaillée des variations au cours du temps de la

distribution spatiale (verticale et horizontale) du prédateur considéré.

Dans cette optique, nous avons étudié chez *Coccinella septempunctata* L., espèce la plus couramment rencontrée dans le blé, la répartition verticale des adultes et des différents stades pré-imaginaux (œufs, larves de dernier stade et nymphes). L'évolution au cours de la saison de la distribution horizontale de cette espèce dans le champ a déjà fait l'objet d'une publication (Ipert *et al.*, 1988).

Matériel et méthodes

Le champ expérimental (4,125 m²) est situé dans la vallée du Var (Alpes-Maritimes, altitude:

200 m). Le semis de blé est réalisé à l'automne avec la variété 'Gala'.

En 1987, année où ces travaux ont été réalisés, les adultes de *C. septempunctata* sont apparus le 14 avril et leur population a présenté 2 maxima, l'un, le 26 avril, correspond à la colonisation de cette culture par les adultes provenant des sites d'hivernation, l'autre, le 9 juin, est constitué essentiellement par les individus nés dans le champ. A ces 2 maxima correspondent 2 périodes de ponte (du 14 avril au 12 mai, du 9 au 23 juin), 2 pics de larves de dernier stade (12 mai, 23 juin) et de nymphes (26 mai, 23 juin).

La localisation des pontes a été étudiée dans des parcelles unitaires de 25 m² (5 × 5 m) dont le sol avait été préalablement modifié: soit débarrassé des mottes de terre et des pierres puis lissé (P.l.) soit, au contraire, enrichi en ces éléments de relief superficiel (P.e.). Ces parcelles ainsi qu'une parcelle témoin non modifiée (P.t.), ont été réparties sur le terrain selon un carré latin et deux répétitions de ce dispositif ont été contrôlées

simultanément au cours de chaque période de ponte.

Dans chaque parcelle et pour chaque ligne emblavée, les pontes ont été recherchées par un observateur qui, en un seul passage, a exploré systématiquement et sans limite de temps toute la hauteur de la strate végétale. Chaque ponte trouvée a été repérée grâce à une étiquette en plastique plantée à proximité dans le sol. Simultanément le nombre d'adultes présents a été enregistré.

La distribution verticale des différents stades post-embryonnaires a été déterminée en parcourant le champ selon des transects parallèles aux raies et en appliquant la méthode de prospection précédente.

Pour chaque coccinelle rencontrée, les variables suivantes ont été notées: la date (DAT) de l'observation, la taille (HBL en cm) de la talle sur laquelle elle se trouve, sa position sur cette talle (HCO en cm par rapport au sol), son activité instantanée (ACO: mobilité, immobilité, toilette, prise alimentaire), la température de l'air (TCO en

Tableau 1. Etude de la distribution verticale de *C. septempunctata* sur le blé: codage des variables notées pour chaque coccinelle rencontrée

Table 1. Study on vertical distribution of *C. septempunctata* on wheat: codage of variables recorded for every encountered coccinellid (ACO and HCO: coccinellid activity and position on tiller, TCO: air temperature near each predator, HBL: tiller height, NPU and HPU: aphid number and localization on plant, DAT: sampling date)

Variables	Références des variables	Classes			
		1	2	3	4
Hauteur de la coccinelle (cm)	HCO	0 (sol)	1 à 19	20 à 39	> 40
Activité de la coccinelle	ACO	Mobilité (MO)	Immobilité (IM)		
Température à son voisinage (°C)	TCO	< 20	20 à 25	> 25	
Hauteur du blé	HBL	1 à 19	20 à 39	> 40	
Hauteur des pucerons	HPU	absence	1 à 19	20 à 39	> 40
Nombre des pucerons	NPU	absence	1 à 20	> 20	
Date des observations	DAT	avril mai	juin		

degré) dans le voisinage immédiat, la hauteur par rapport au sol (HPU) des différentes colonies de pucerons portées par la talle précédente ainsi que le nombre d'individus (NPU) qu'elles contiennent. Chaque variable a été subdivisée en plusieurs modalités (Tableau 1) qui ont été soumises à une analyse factorielle des correspondances (logiciel: STATITCF).

Ces observations ont été réalisées deux fois par semaine (de 9H à 16H) durant chaque maximum de population du stade considéré.

Résultats

Localisation des pontes

Lors de la première période d'observation, les adultes issus des sites d'hivernation sont présents dans les 3 types de parcelles considérées. La structure superficielle du sol est sans effet sur leur nombre (Tableau 2). Les parcelles enrichies (P.e., nombre moyen de mottes et de pierres $38,2 \pm 11,2$ par m^2) portent 64,2 p.cent du nombre total des pontes observées, valeur significativement supérieure à celle obtenue dans les parcelles témoins (P.t., 31,4 p.cent, nombre moyen de mottes et de pierres, $22,5 \pm 6$ par m^2) et dans les parcelles au

sol lissé (P.l., 3,2 p.cent). Ces pontes sont déposées sous les mottes (62,6 p.cent) et les pierres (34,2 p.cent), plus rarement sur les adventives de petite taille et sur le blé (3,2 p.cent).

En juin, la rareté des pontes ne permet pas de confirmer la localisation observée en début de saison bien que la même tendance apparaisse dans le 2ème dispositif (Tableau 2). Toutefois, même lorsque le blé a atteint sa taille maximale, les femelles de *C. septempunctata* continuent à déposer leurs œufs au niveau du sol.

La diminution du nombre des pontes à cette époque provient, de l'état physiologique des adultes nés dans le champ. La plupart d'entre eux, en effet, ne se reproduisent pas mais accumulent des réserves pour la migration estivale.

En conclusion, les mottes et les pierres qui couvrent le sol semblent être des sites privilégiés de ponte.

La localisation des stades post-embryonnaires

Les principaux résultats (p.cent d'inertie des axes et contributions absolues des variables à la détermination de ces axes) mis en évidence par l'analyse factorielle des correspondances figurent dans le Tableau 3. En raison de l'absence fréquente de pucerons sur la talle portant la coc-

Tableau 2. Dénombrement des adultes et des pontes de *C. septempunctata* dans des parcelles de blé de 25 m^2 dont le sol est non modifié (P.t.) ou enrichi en mottes de terre et en pierres (P.e.) ou lissé (P.l.) (S: différence significative à $P = 0,05$)

Table 2. Counting of *C. septempunctata* adults and egg-clutches in wheat plots (25 m^2) with either unmodified (P.t.) or covered with more earth lumps and stones (P.e.) or flattened (P.l.) soil (S: significantly different result at $P = 0,05$ level)

Dispositif	Premier carré latin				Deuxième carré latin			
	P.t.	P.e.	P.l.	test F	P.t.	P.e.	P.l.	test F
<i>1ère période (du 14.04 au 12.05.87)</i>								
Nombre total d'adultes	31	41	44	1,6 (N.S.)	18	25	11	1,5 (N.S.)
Nombre total des pontes	61	119	10	34,2 (S.)	39	85	4	20,8 (S.)
<i>2ème période (du 9.06 au 23.06.87)</i>								
Nombre total d'adultes	92	80	72	0,8 (N.S.)	76	37	26	6,6 (N.S.)
Nombre total des pontes	5	6	1	1,0 (N.S.)	28	36	1	1,0 (N.S.)

Tableau 3. Pourcentage d'inertie des 2 premiers axes factoriels et contributions absolues ($\times 1000$) des variables intervenant dans leur définition

Table 3. Inertia percentages of the 2 first factorial axes and absolute contribution ($\times 1000$) of variables which explain them

Contribution aux axes	P.cent d'inertie	Variables				
		HCO	ACO	TCO	HBL	DAT
1 - Adultes						
- Axe 1	37,9	226	1	241	254	275
- Axe 2	16,1	83	141	400	373	0
2 - Larves						
- Axe 1	28,0	317	0	115	230	335
- Axe 2	15,7	387	1	332	270	8
3 - Nymphes						
- Axe 1	33,6	264	-	352	32	350
- Axe 2	19,1	420	-	67	510	1

cinelle considérée, les variables HPU et NPU ne sont représentées sur les graphiques qu'à titre illustratif.

Pour les 3 stades de développement de *C. septempunctata*, l'axe 1 oppose les dates (DAT) des maxima des effectifs par stade et les variables qui présentent un gradient au cours du temps: la taille du blé (HBL, exception faite des nymphes), la position des coccinelles (HCO) et la température de l'air à leur voisinage (TCO). La définition de l'axe 2 paraît plus complexe et semble dépendre du stade étudié. Pour la distribution des adultes interviennent la température (TCO) et la hauteur du blé avec les oppositions entre les modalités TCO1, TCO2 d'une part, HBL1 et HBL2 d'autre part. Chez les larves, la position (HCO) des individus (opposition entre HCO3 et HCO4) s'ajoute aux deux variables précédentes. Pour les nymphes, la localisation de la coccinelle sur les talles (opposition entre HCO3 et HCO4) et la taille du blé (opposition entre HBL1, HBL3 et HBL2) sont les principales variables de cet axe.

En début de saison, les adultes provenant des sites d'hivernation se trouvent essentiellement sur le sol (HCO1, 84,3 p.cent (Fig. 1). En raison probablement d'une plus grande mobilité liée aux températures du mois de juin, les adultes nés dans le champ présentent une distribution plus hétérogène: 39,5 p.cent de l'effectif total constitué par 114 individus sont au sommet des talles (HCO4),

15,8 p.cent sont situés à une hauteur comprise entre 21 et 39 cm (HCO3), 11,2 p.cent entre 1 et 20 cm (HCO2) et 3,5 p.cent sur le sol (HCO1).

Les larves de dernier stade (L4), comme les adultes, semblent suivre les populations de pucerons (toutes espèces confondues) dans leur progression vers la partie supérieure des talles (Fig. 2). En début de saison, elles sont préférentiellement situées sur le sol (32,3 p.cent de l'effectif total formé de 116 individus et sur les talles à une hauteur inférieure à 20 cm (HCO2, 54,0 p.cent). En juin, au contraire, la majorité d'entre elles (effectif total: 121) se trouvent au sommet du blé (HCO4, 60,3 p.cent) et sur la partie médiane des tiges (HCO3, 28,9 p.cent). Toutefois, un certain nombre (HCO1, 10,7 p.cent) ont été rencontrées sur le sol.

Au mois de mai, 57,1 p.cent des nymphes (effectif total: 41 individus) sont sur le sol (HCO1) très exactement sur les mottes de terre, les pierres et les adventices de petite taille (Fig. 3). Les autres sont fixées sur les tiges du blé à une hauteur inférieure à 20 cm (HCO2, 42,9 p.cent). En relation avec la plus grande mobilité des larves du mois de juin, à laquelle peut s'ajouter la chute fréquemment observée des individus de grosse taille sur le sol ou sur les feuilles basses des talles, les nymphes de cette époque (effectif: 40) se rencontrent sur toute la hauteur de la strate végétale: 2,5 p.cent sur le sol (HCO1), 45,0 p.cent à moins

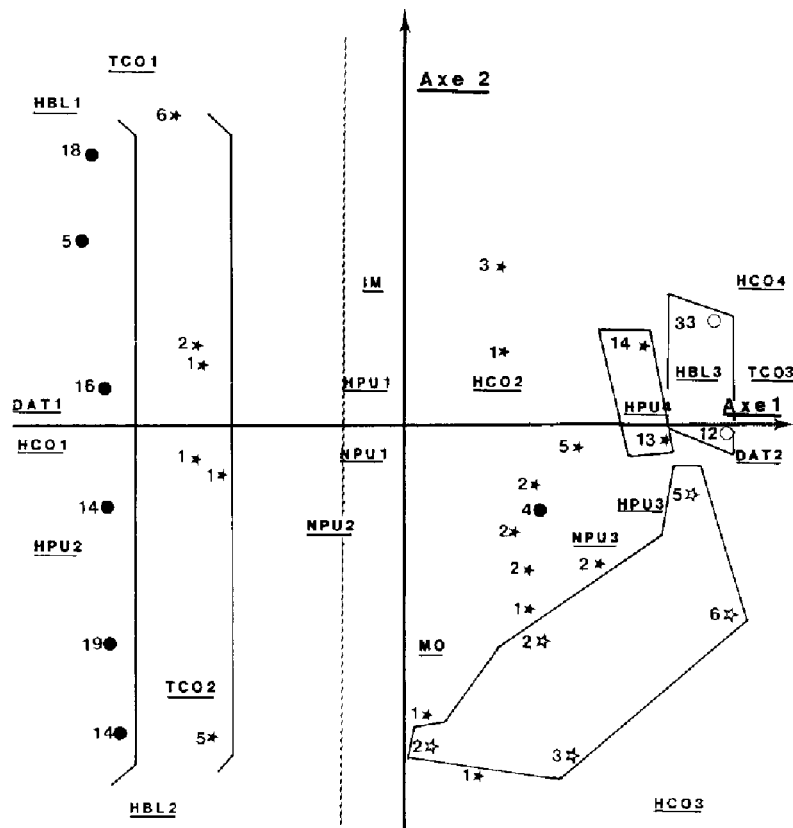


Fig. 1. Adultes de *C. septempunctata*: variation de leur distribution verticale au cours de la période de croissance du blé (coccinelle sur le sol: ●, sur le végétal à moins de 20 cm: ★, entre 21 et 39 cm: ☆, à plus de 40 cm: ○ - - - : ligne de séparation des 2 maxima de population).

Fig. 1. *C. septempunctata* adults: change of their vertical distribution during wheat growing time (Coccinellid on ground: ●, on plant, less than 20 cm high: ★, between 21 and 39 cm high: ☆, more than 40 cm high: ○ - - - : line which separates the two population peaks).

de 20 cm (HCO2), 30,0 p.cent entre 21 et 39 cm (HCO3) et 22,5 p.cent à une hauteur supérieure (HCO4).

Discussion et conclusion

Dans les régions céréalières du Nord de l'Europe *C. septempunctata* est une espèce univoltine qui apparaît seulement en juin (Basedow, 1982; Heathcote, 1978; Honěk, 1982). En zone méditerranéenne, la colonisation des champs de blé se fait en avril et chaque stade présente 2 maxima d'effectif au cours de la période de culture.

Les adultes provenant des sites d'hivernation,

leurs pontes, les larves et les nymphes qui en sont issues, se rencontrent essentiellement sur le sol et les parties basses des pieds de blé. En juin les pontes sont encore localisées au niveau du sol. Par contre, les stades post-embryonnaires présentent une distribution plus hétérogène sur le végétal bien que le plus grand nombre d'individus se situe sur la dernière feuille et sur l'épi.

Cette évolution spatio-temporelle peut s'expliquer en fonction des variations des conditions climatiques et de la progression des différentes espèces de pucerons vers l'épi.

La première génération se développe très tôt (avril, mai) en début de saison alors que la température diurne moyenne est de l'ordre de 15 °C

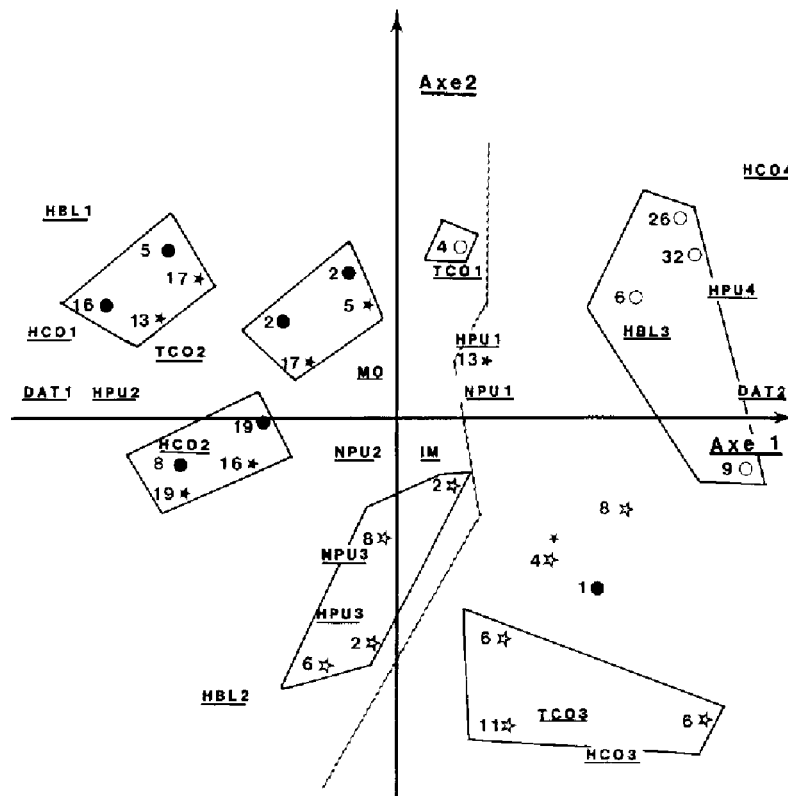


Fig. 2. Larves âgées de *C. septempunctata*: variation de leur distribution verticale au cours de la période de croissance du blé (même légende que pour la Fig. 1).

Fig. 2. Last instar larvae of *C. septempunctata*: change of their vertical distribution during wheat growing time (same legend as in Fig. 1).

(minima de 5 °C à 12 °C – maxima: 18 °C à 22 °C). Ces valeurs ne sont guère éloignées du seuil thermique inférieur d'activité de cette espèce qui est de l'ordre de 13 °C (Obrycki & Tauber, 1981) à 15 °C (Honěk, 1985). *C. septempunctata* qui est thermophile (Honěk, 1979) peut être amenée à rechercher, au début du printemps, les zones les plus chaudes de la strate végétale c'est-à-dire le sol dont l'ensoleillement est favorisé par une hauteur du blé inférieure à 40 cm. Selon Honěk (1985), l'amplitude thermique au sein de cette culture peut atteindre plusieurs degrés en fonction des conditions climatiques générales.

Dans cette hypothèse, il est possible de supposer que la couverture du sol (densité, hauteur, couleur) joue un rôle prépondérant dans l'attractivité de la culture pour les adultes et (ou) dans le processus de sédentarisation. D'autant plus que de nombreux travaux, notamment ceux de

Nakamuta & Saito (1985), ont montré que la détection des proies ne se produit que lorsque les 2 antagonistes sont pratiquement en contact.

Lorsque les adultes nés dans le champ et les larves du mois de juin apparaissent, les conditions biotiques ont changé radicalement. La température moyenne est voisine de 23 °C (maximum 28 °C à 30 °C, minimum 13 °C et 16 °C) et le blé dont les feuilles les plus âgées (feuilles 1, 2 et 3) sont desséchées, est en cours de maturation. La localisation des coccinelles pourrait alors dépendre plus étroitement de la distribution des pucerons sur les talles.

Lors de l'arrivée des adultes hivernants, la population aphidienne est constituée par *Metopolophium dirhodum* Walker, espèce précoce de climat assez froid et humide (Honěk, 1987) et par *Rhopalosiphum padi* L. qui sont situés, respectivement, sur le limbe et dans les gaines des feuilles

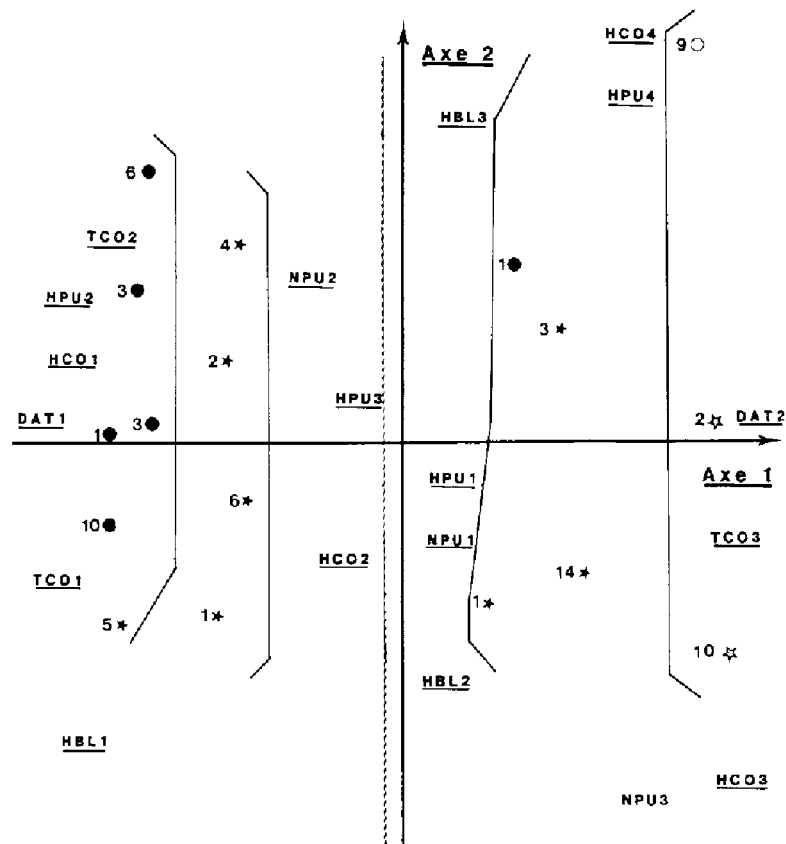


Fig. 3. Nymphes de *C. septempunctata*: variation de leur distribution verticale au cours de la période de croissance du blé (même légende que pour la Fig. 1).

Fig. 3. *C. septempunctata* pupae: change of their vertical distribution during wheat growing time (same legend as in Fig. 1).

basses des talles en croissance. En juin, en raison du dessèchement des feuilles basales, et d'une préférence pour des conditions thermiques élevées et sèches, *R. padi* et *Sitobion avenae* F. sont concentrés à l'extrémité supérieure des talles, en particulier sur les épis (Honěk, 1987).

Un niveau de population aphidienne relativement faible et, peut-être, une probabilité trop faible de trouver sur une même talle, à un instant donné, une coccinelle et une colonie de pucerons font que les relations spatio-temporelles entre ces antagonistes sont difficiles à mettre en évidence par cette approche expérimentale. Toutefois, les analyses témoignent de l'existence d'une certaine concomitance entre l'évolution spatiale des larves et des adultes de *C. septempunctata* et la progression vers les épis des pucerons.

En début de saison, le dépôt des pontes sous les mottes de terre et sous les pierres dépend très vraisemblablement de la localisation des adultes sur le sol (Honěk, 1983). Mais leur présence en ces mêmes endroits à la fin du printemps permet de supposer que les femelles recherchent des substrats ayant certaines caractéristiques physiques. Cette position des pontes qui les expose à certaines conditions climatiques défavorables telles que la pluie, aux prédateurs vivant sur le sol (carabes, araignées,...) et qui éloigne les jeunes larves de leurs ressources alimentaires, est probablement un facteur important de limitation des populations de cette coccinelle.

La distribution des différents stades de *C. septempunctata* met en cause les techniques d'échantillonnage utilisées habituellement (bat-

tage, comptage superficiel, etc...) en particulier en début de saison et justifie la méthode approfondie décrite par Lapchin *et al.* (1988). En juin, le dénombrement des individus sur les parties hautes du blé peut être suffisant, le choix de la méthode d'échantillonnage dépendant alors de la précision souhaitée.

Summary

Vertical distribution of Coccinella septempunctata in wheat field: change during plant growth time

At the beginning of spring, post-hibernating adults of *Coccinella septempunctata* L. (Col., Coccinellidae), larvae and nymphs are found on the lower part of wheat plants. In June, adults born in the field as well as their progeny are dispersed all over the plant and a significant proportion of them is found on the apical parts of plants. Most of the egg clutches are laid on soil lumps, stones and small wild plants which represent preferential sites. Variations in coccinellid distribution may be influenced by climatic conditions, especially the temperature, by the thermophilic nature of this species and by the repartition of the three main aphid species on the plants. These results are relevant for the selection of a sampling methods.

Remerciements

Les auteurs remercient les membres du groupe 'Céréale' de la Station de Zoologie pour leur participation à ces recherches.

References

- Basedow, T., 1982. Untersuchungen zur Population Dynamik des Siebenpunktmarieenkäfers *Coccinella septempunctata* L. (Col., Coccinellidae) auf Getreidefeldern in Schleswig-Holstein von 1976 bis 1979. Z. ang. Ent. 94: 66–82.
- Chambers, R. J., Sunderland, R. D., Stacey, D. L. & Wyatt, J. J., 1982. A survey of cereal aphids and their natural enemies in winter wheat in 1980. Ann. appl. Biol. 101: 175–178.
- Dean, G. J., 1982. Phenology of aphidophagous predators. Ann. appl. Biol. 101: 182–184.
- Heathcote, G. D., 1978. Coccinellid beetles on sugar beet in eastern England, 1961–1975. Pl. Path. 27: 103–109.
- Honěk, A., 1979. Plant density and occurrence of *Coccinella septempunctata* and *Propylaea quatuordecimpunctata* (Col., Coccinellidae) in cereals. Acta Entomol. Bohemoslov. 76: 308–312.
- Honěk, A., 1982. The distribution of overwintered *Coccinella septempunctata* L. (Col., Coccinellidae) adults in agricultural crops. Z. ang. Ent. 94: 311–319.
- Honěk, A., 1983. Factor effecting the distribution of larvae of aphid predators (Col., Coccinellidae and Dipt., Syrphidae) in cereal stands. Z. ang. Ent. 95: 336–345.
- Honěk, A., 1985. Activity and predation of *Coccinella septempunctata* adults in the fields (Col., Coccinellidae). Z. ang. Ent. 100: 399–409.
- Honěk, A., 1987. Effect of plant quality and microclimate on population growth and maximum abundances of cereal aphids *Metopolophium dirhodum* Walker and *Sitobion avenae* F. (Hom., Aphididae). Z. ang. Ent. 104: 304–313.
- Iperti, G., Lapchin, L., Ferran, A., Rabasse, J. M. & Lyon, J. P., 1988. Sequential sampling of adult *Coccinella septempunctata* L. in wheat fields. Can. Ent. 120: 773–778.
- Lapchin, L., Ferran, A., Iperti, G., Rabasse, J. M. & Lyon, J. P., 1987. Coccinellids (Col., Coccinellidae) and Syrphids (Dipt., Syrphidae) as predators of aphids in cereal crops: a comparison of sampling methods. Can. Ent. 119: 815–822.
- Nakamuta, K. & Saito, T., 1985. Recognition of aphid prey by the ladybeetle, *Coccinella septempunctata bruckii* Mulsant (Col., Coccinellidae). Appl. Ent. Zool. 20: 479–483.
- Obrycki, J. J. & Tauber, M. J., 1978. Phenology of three coccinellid species: thermal requirements for development. Ann. ent. Soc. Am. 74: 31–36.
- Sunderland, K. D., Hawkes, C., Stevenson, J. H., Mc Bride, T., Smart, L. E., Scopp, P. I., Powell, W., Chambers, R. J. & Carter, O. C. R., 1987. Accurate estimation of invertebrate density in cereals. Bull. S.R.O.P./W.P.R.S./O.I.L.B./I.O.B.C. 10: 71–81.