

Organisation des communautés de coccinelles (Coleoptera: Coccinellidae) dans le nord et le sud algérien

Lounes Saharaoui^{(1)*}, Jean-Louis Hemptinne⁽²⁾ & Alexandra Magro⁽²⁾

⁽¹⁾ Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Département de Zoologie Agricole et Forestière, El-Harrach, 16200 Alger, Algérie.

⁽²⁾ Ecole Nationale de Formation Agronomique, 2 route de Narbonne, BP 22687, F - 31 326 Auzeville Tolosane - Castanet Cedex, France.

* E-mail: sahlounes@yahoo.fr

Reçu le 3 mars 2015, accepté le 23 avril 2015.

Dans le but de voir s'il existe une compétition entre espèces de coccinelles pour les ressources alimentaires, des calculs de recouvrement de niches alimentaires ont été effectués. Cette étude vise également à décrire les mécanismes d'assemblage de peuplements de coccinelles en période de reproduction et de non reproduction dans le nord et le sud algérien. Il ressort des résultats obtenus que du nord au sud, on assiste à une communauté de coccinelles renfermant moins d'espèces avec une plus forte niche écologique. Au nord, nous avons relevé 78 recouvrements de niches chez les espèces aphidiphages contre 21 chez les coccidiphages avec des indices de recouvrement allant de 0,10 à 0,46 pour les aphidiphages et de 0,14 et 0,34 pour les coccidiphages. Par contre dans le sud, la communauté des coccinelles est moins importante avec 5 aphidiphages contre 3 coccidiphages. L'indice de recouvrement le plus élevé est enregistré chez les espèces *Pharoscymnus ovoideus* (Sicard 1929) et *Pharoscymnus numidicus* (Pic 1900). Ces coccidiphages peuvent éventuellement entrer en compétition pour le partage des ressources alimentaires dans certaines palmeraies lorsque la nourriture s'amenuise. Tous les recouvrements de niches entre espèces de coccinelles obtenus dans cette étude sont inférieurs à 0,50. Ceci s'explique par l'absence de fortes compétitions entre les coccinelles pour la nourriture. L'assemblage des coccinelles avec 1, 2 et 3 espèces sur une plante montre qu'il existe une certaine spécificité pour un type de nourriture en période de reproduction. En revanche, en période de non reproduction l'assemblage constitué d'adultes isolés et sexuellement inactifs devient beaucoup plus important. Durant cette période les coccinelles sont beaucoup plus attirées par la nourriture.

Mots-clés: Coccinelles, recouvrement de niche, assemblage de coccinelles, Algérie.

With the aim of seeing if there is a competition between sorts (species) of ladybirds for the food resources, calculations of coverings (collections) of food niches were made. This study also aims at describing the mechanisms of assemblies of populating of ladybirds in period of reproduction and not reproduction in the North and the Algerian South. It emerges from obtained results that from north to south, we attend a community of ladybirds containing fewer species with a strong ecological niche. In the North, we raised 78 coverings of niches to the aphidiphages species against 21 to coccidiphages with indications of covering going from 0.10 to 0.46 for aphidiphages and of 0.14 and 0.34 for coccidiphages. On the other hand in the South, the community of ladybirds is less important with 5 aphidiphages against 3 coccidiphages. The indication of the highest covering is registered at the species *Pharoscymnus ovoideus* (Sicard 1929) and *Pharoscymnus numidicus* (Pic 1900). These coccidiphages can possibly compete for the division of the food resources in some palm groves when the food diminishes. All the coverings of niches between species of ladybirds obtained in this study are lower than 0.50. This gives some explanation by the absence of strong competitions between ladybirds for the food. The assembly of ladybirds with 1, 2 and 3 species on a plant shows that there is certain specificity for a type of food in period of reproduction. On the other hand, in period of not reproduction the assembly Established by isolated adults and sexually inactive becomes much more important. During this period ladybirds are much more attracted by the food.

Keywords: Ladybirds, niche overlap, assembly of ladybirds, Algeria.

1 INTRODUCTION

Du Nord au Sud de l'Algérie, nous passons des forêts, maquis et matorrals aux steppes semi arides et arides puis vers les écosystèmes désertiques, suivant des tranches pluviométriques (Djellouli, 1990; Cadi, 2001; Smadhi, 2001). Le gradient bioclimatique très marqué induit une zonation complète de la végétation (Barry *et al.*, 1976) qui conduit à modéliser les caractéristiques des habitats des coccinelles. L'hétérogénéité des milieux est également un filtre pour la diversité des peuplements (Barbault, 1981). Comme le rapporte Ipert (1965), les coccinelles suivent l'itinéraire de leurs proies, ceci implique que la ressource augmente avec la diversité de l'habitat des coccinelles.

Dans tout écosystème, il est fréquent que de nombreuses espèces puissent se rencontrer dans le même macro habitat et parfois occupent des microclimats très voisins sinon identiques. En revanche, une étude détaillée de leur histoire de vie confirme toujours qu'elles occupent chacune une niche écologique bien distincte (Vieira da Silva, 1979). Deux espèces peuvent occuper un même territoire, mais dans des niches différentes. Deux espèces peuvent aussi occuper des niches écologiques chevauchantes dans l'espace et dans le temps, c'est-à-dire que seulement une partie des dimensions de l'hyper volume de Hutchinson sont occupées de manière simultanée (Odum, 1971). On parle alors de recouvrement, et s'il n'est pas important, les deux espèces peuvent quand même cohabiter. Il en résulte tout de même une compétition qui réduit l'effectif de chacune des deux populations par rapport à celui qu'elles auraient en occupant seules toutes les dimensions (Odum, 1971).

L'importance de la compétition interspécifique a été très discutée en écologie spécialement au niveau de son rôle dans la structure des communautés d'insectes phytophages (Wiens, 1977; Connell, 1980; Lawton & Hassell, 1981; Schoener, 1982; Connell, 1983). Des revues bibliographiques récentes démontrent que la compétition interspécifique est largement répandue chez les insectes (Denno *et al.*, 1995; Stewart, 1996; Reitz & Trumble, 2002). Selon Dajoz (2000), la compétition interspécifique s'effectue entre individus appartenant à des espèces différentes, le plus souvent appartenant à un même niveau trophique. La compétition indirecte, ou par exploitation, se produit

lorsqu'un individu s'accapare les ressources aux dépens de l'autre

Dans tout peuplement, il existe de façon obligatoire un certain degré de chevauchement des niches écologiques, ce qui n'implique pas obligatoirement une compétition entre espèces voisines. En effet, si la ressource considérée est excédentaire par rapport à la demande, il n'y aura pas de compétition, même si le degré de recouvrement des niches est important. Cet état de fait s'observe pour de nombreuses ressources: alimentation, espace pour la nidification, micro habitat (Blondel, 1995). Un exemple classique concerne trois espèces de coccinelles algériennes: *Rodolia (Novius) cardinalis* (Mulsant 1850), *Nephus peyerimhoffi* (Sicard 1923) et *Chilocorus bipustulatus* (Linné 1758), ces trois coccinelles sont toutes coccidiphages et vivent dans le même habitat, les agrumes. Cependant, ces espèces occupent des niches totalement différentes car la coccinelle *R. cardinalis* se nourrit de la cochenille *Icerya purchasi* (Maskell 1878), *N. peyerimhoffi* développe des descendances viables au dépend des Pseudococcines, alors que l'espèce *C. bipustulatus* se reproduit au dépend des diaspines (Saharaoui *et al.*, 2001).

Dans le cadre des recherches menées sur la question de la performance des coccinelles aphidiphages, Martini (2010) a démontré que les femelles reconnaissent une phéromone d'inhibition de la ponte (ODP) contenue dans les traces que déposent les larves sur leur substrat. La reconnaissance de cette phéromone permet aux femelles des coccinelles aphidiphages de préserver leurs pontes du cannibalisme.

Les ressources attirent de nombreux consommateurs mais leur abondance est limitée dans le temps ce qui provoquera des risques de compétition intra / interspécifique qui conduit soit au cannibalisme soit à la prédation. La question est de savoir comment les différentes espèces de coccinelles évoluent face à ces contraintes. La réponse à la question nous conduira à étudier les recouvrements de niches des différentes espèces de coccinelles.

Dans le cadre de ce travail, on va calculer des indices de recouvrement de niches alimentaires entre les espèces de coccinelles, afin de voir s'il existe une compétition entre elles pour les ressources alimentaires. Nous allons vérifier également si les zones climatiques influent sur le degré de recouvrement de niche des coccinelles algériennes. L'étude des choix d'habitat a montré

que certains taxons de coccinelles se rencontraient fréquemment sur plusieurs plantes alors que d'autres restaient fidèles à l'une ou l'autre plantes hôtes. Il en résulte des largeurs de niches de taille différente selon l'espèce dont les recouvrements ne coïncident donc pas parfaitement. C'est la raison pour laquelle des mesures de recouvrement asymétrique ont été utilisées.

Deux populations ne peuvent coexister que si leurs niches sont suffisamment différentes, c'est à dire lorsque les valeurs de recouvrement sont inférieures à 0,7 (Josens & Meerts, 2000).

Les communautés animales sont sous la dépendance de peuplements végétaux, de leur répartition spatiale, de la topographie et du climat. Les coccinelles n'échappent pas à la règle. Chaque espèce occupe une niche écologique propre mais qui peut varier selon les caractéristiques écologiques du biotope fréquenté (Chaubet, 1992). Nous allons vérifier dans ce chapitre l'incidence des caractéristiques écologiques du nord et du sud algérien sur l'assemblage des coccinelles en période de reproduction et non reproduction. Nous allons également voir par différents tests de Chi², si il existe une dépendance entre les périodes de reproduction et non reproduction comme variables lignes et les espèces 1, 2 et 3 comme variables colonnes.

2 MATERIEL ET METHODES

Afin d'expliquer l'organisation des communautés des coccinelles dans le nord et le sud algérien, deux écosystèmes particulièrement différents, nous avons adopté la technique d'échantillonnage aléatoire et par strate végétale. Nous avons choisi quatre stations dans le secteur algérois (Boufarik, Chréa, Médéa et l'E.N.S.A. d'El – Harrach) et quatre autres dans le Sahara septentrional (Biskra, Ouargla, Bechar, El-Oued).

Les relevés sont effectués dans des milieux naturels ouverts et semi-ouverts, ainsi que dans plusieurs milieux cultivés en adoptant des prélèvements stratifiés (strates arborescente, arbustive, herbacée). Chaque station a été visitée deux fois par mois pendant deux heures en suivant l'itinéraire des proies des coccinelles à partir du début février à la fin décembre. On a utilisé le parapluie japonais comme instrument de capture pour les arbres et les arbustes et le filet fauchoir pour la végétation herbacée. Des

échantillons de plantes hôtes et des proies de coccinelles ont été récupérés pour chaque prélèvement en vue de les déterminer au laboratoire.

Pour chaque échantillon nous avons noté la date, la plante hôte (strate végétale), les espèces de coccinelles (adultes et les larves) ainsi que leurs proies. Les résultats des prélèvements vont nous permettre de calculer les indices de recouvrement de niches écologiques et le mécanisme d'assemblage des espèces de coccinelles dans deux secteurs géographiques d'Algérie, l'un au nord et l'autre au sud algérien.

2.1 Analyse des données

Calcul de l'indice de recouvrement de niche écologique

Pour le calcul de l'indice de recouvrement de niche nous avons utilisé la formule proposée par Honek (1985):

$$\alpha = \sum pia . pja / [(\sum pia^2) (\sum pja^2)]^{1/2},$$

où pia et pja sont les proportions de l'espèce i et j dans l'échantillon a, un échantillon correspondant à une espèce de plante hôte.

Calcul des valeurs du Chi² (Logiciel – PAST, Hammer *et al.*, 2001)

Le calcul du Chi² va nous permettre de voir si les assemblages des espèces de coccinelles sur une plante en période de reproduction et non reproduction sont indépendantes ou non. On va voir si les réponses de l'une conditionnent les réponses de l'autre.

3 RESULTATS

3.1 Recouvrement de niche écologique des coccinelles pour les secteurs du Nord

L'étude des choix de l'habitat a montré que certaines espèces se rencontraient fréquemment sur plusieurs plantes, alors que d'autres restaient fidèles à l'une ou l'autre plante ou strate. Il en résulte des largeurs de niches de tailles différentes selon l'espèce considérée dont les recouvrements ne coïncident donc pas parfaitement. C'est la raison pour laquelle des mesures de recouvrement asymétrique ont été utilisées.

Cas des aphidiphages

Les résultats reportés dans le **tableau 1** indiquent que tous les recouvrements de niche alimentaire entre peuplements de coccinelles

aphidiphages obtenus dans cette étude se situent entre 0,10 et 0,46. Nous avons relevé 78 recouvrements entre 13 coccinelles aphidiphages. Les espèces *Coccinella septempunctata* (Linné 1758), et *Hippodamia (Adonia) variegata* (Goeze 1777) présentent l'indice de recouvrement le plus élevé (0,46). Elles cohabitent et partagent leur nourriture avec d'autres coccinelles sur divers habitats appartenant aux trois bandes végétales (herbacée, arbustive et arborée). Nous avons démontré dans une précédente étude qu'il existe un décalage dans l'ordre d'arrivée entre ces deux coccinelles sur plantes herbacées en période de reproduction, ce qui évitera la compétition entre elles (Saharaoui *et al.*, 2015).

Sur arbres fruitiers *C. septempunctata* et *H. variegata* cohabitent et partagent la même nourriture avec les espèces: *Scymnus (Pullus) subvillosus* (Goeze 1777), *Adalia (Adalia) decempunctata* (Linné 1758), *Oenopia doublieri* (Mulsant 1846), *Scymnus (Scymnus) pallipediformis* (Gunther 1958), *Scymnus (Scymnus) interruptus* (Goeze 1777) et *Hyperaspis algerica* (Crotch 1874) à partir de la fin du printemps. Des indices de recouvrement de niches variant entre 0,23 et 0,33 ont été calculés entre ces coccinelles. Ces mêmes espèces cohabitent mais sous forme adulte avec les coccinelles: *Oenopia lyncea* (Olivier 1808), *Scymnus (Scymnus) nubilus* (Mulsant 1850), *Calvia (Anasocalvia) quatuordecimguttata* (Linné 1758), *Myrrha (Myrrha) octodecimpunctata* (Linné 1758) et *Platynaspis luteorubra* (Goeze 1777) sur divers arbres et arbustes en été. Leurs indices de recouvrement de niche sont très faibles ne dépassant pas 0,19 ce qui justifie leur présence en état adulte et isolé.

Cas des coccidiphages

Dans la guildes des coccidiphages, nous avons relevé 21 recouvrements de niches entre sept (07) espèces de coccinelles coccidiphages avec des indices de recouvrement variant entre 0,14 et 0,34. L'espèce *C. bipustulatus* est la plus dominante dans le nord algérien, sa niche écologique est assez large par rapport aux autres coccinelles ce qui lui donne le statut d'espèce généraliste. Elle cohabite et partage sa nourriture (les Diaspines) avec les espèces *Pharoscygnus setulosus* (Chevrolat 1861) et *Rhyzobius lophantae* (Blaisdell 1892) enregistrant des indices de recouvrement respectifs de 0,24 et

0,34. La même espèce cohabite avec d'autres coccidiphages: *N. peyerimoffi*, *Scymnus (Mimopullus) marinus* (Mulsant 1850), *R. cardinalis* et *Brumus quadripustulatus* (Linné 1758) mais avec des recouvrements de niches assez faibles variant entre 0,14 et 0,19 (**Tableau 2**).

3.2 Recouvrement de niche des coccinelles pour les secteurs du sud

Cas des aphidiphages

L'activité des coccinelles est limitée dans le sud en raison des conditions climatiques rigoureuses et la dégradation de la végétation. Les recouvrements de niches se fait en générale entre les espèces: *C. septempunctata*, *H. variegata*, *S. nubilus*, *S. subvillosus* et *Exochomus (Exochomus) nigripennis* (Erichson 1843). L'analyse des résultats reportés dans le **tableau 3**, nous donne des indices de recouvrement variant entre 0,10 et 0,39. Le seul recouvrement important, concerne *C. septempunctata* et *H. variegata* (0,39). Ces espèces cohabitent et partagent la ressource sur divers habitats de la strate herbacée (fève, céréales, trèfle, luzerne et autres plantes cultivées et spontanées). Le deuxième recouvrement qui mérite d'être signalé concerne *C. septempunctata* et *E. nigripennis* (0,22). Ces deux espèces partagent la même ressource (*Acyrtosiphon pisum* Harris 1776, *Rhopalosiphum padi* Linné 1758), elles ont été récoltées sur quelques plantes herbacée cultivées comme la luzerne, le trèfle et le potiron. Les autres coccinelles en l'occurrence *S. subvillosus*, *S. nubilus* et *E. nigripennis* présentent des indices de recouvrement de niches très bas variant entre 0,10 et 0,14.

Tableau 1: Matrice des indices de recouvrement de niche des espèces aphidiphages pour les secteurs du Nord d'Algérie.

Espèces	C.sep	H.var	S.sub	A.dec	O.doub	O.lyn	S.pal	S.int	S.nub	Pl.lut	C.qua	M.oct	Hy.alg
C.sep	1												
H.var	0.4686	1											
S.sub	0.2852	0.3358	1										
A.dec	0.2991	0.3187	0.3314	1									
O.doub	0.2226	0.2486	0.3308	0.3038	1								
O.lyn	0.1162	0.1262	0.1709	0.2835	0.3281	1							
S.pal	0.3016	0.3227	0.3224	0.2478	0.2517	0.2186	1						
S.int	0.3076	0.3238	0.3317	0.3131	0.2817	0.1733	0.3056	1					
S.nub	0.1502	0.1450	0.2029	0.1135	0.1328	0.1076	0.2950	0.2842	1				
Pl.lut	0.1224	0.1221	0.2551	0.2111	0.1885	0.1618	0.1297	0.2460	0.2362	1			
C.qua	0.1884	0.1975	0.2126	0.1224	0.3257	0.2307	0.1167	0.2800	0.2881	0.2307	1		
M.oct	0.1753	0.1889	0.2204	0.2890	0.1015	0.1111	0.2698	0.1794	0.1953	0.1798	0.1798	1	
Hy.alg	0.2084	0.2900	0.3237	0.3035	0.2090	0.1266	0.2307	0.1272	0.1428	0.1870	0.1839	0.14754	1

C.sep: *Coccinella septempunctata*, H.var: *Hippodamia (Adonia) variegata*, S.sub: *Scymnus subvillosus*, A.dec: *Adalia decempunctata*, O.doub: *Oenopia doublieri*, O.lyn: *Oenopia lyncea*, S.pal: *Scymnus pallipediformis*, S.int: *Scymnus interruptus*, S.nub: *Scymnus nubilus*, Pl.lut: *Platynaspis luteorubra*, C.qua: *Calvia quatuordecimguttata*, M.oct: *Myrrha octodecimpunctata*, Hy.alg: *Hyperaspis algerica*.

Tableau 2: Matrice des indices de recouvrement de niche des espèces coccidiphages pour les secteurs du Nord d'Algérie.

Espèces	C.bip	N.pey	P.set	R.lop	S.mar	R.car	B.quaf
C.bip	1						
N.pey	0.1901	1					
P.set	0.3445	0.2053	1				
R.lop	0.2452	0.2416	0.2086	1			
S.mar	0.1776	0.2971	0.2927	0.2413	1		
R.car	0.1935	0.1924	0.2909	0.1688	0.2107	1	
B.quaf	0.1451	0.1457	0.2445	0.1743	0.1785	0.1702	1

C.bip: *Chilocorus bipustulatus*, N.pey: *Nephus peyerimhoffi*, P.set: *Pharoscygnus setulosus*, R.lop: *Rhyzobius lophantae*, S.mar: *Scymnus (Mimopullus) marinus*, R.car: *Rodolia (Novius) cardinalis*, B.quaf: *Brumus quadripustulatus var floralis*.

Tableau 3: Matrice des indices de recouvrement de niche des espèces aphidiphages pour les secteurs du Sud d'Algérie.

Espèces	C.sep	H.var	S.sub	S.nub	E.nig
C.sep	1				
H.var	0.3901	1			
S.sub	0	0.1039	1		
S.nub	0	0	0.1098	1	
E.nig	0.2210	0	0	0.1420	1

C.sep: *Coccinella septempunctata*, H.var: *Hippodamia (Adonia) variegata*, S.sub: *Scymnus subvillosus*, S.nub: *Scymnus nubilus*, E.nig: *Exochomus nigrippennis*.

Cas des coccidiphages

Au sud algérien, le palmier dattier constitue l'habitat privilégié des coccinelles coccidiphages (Saharaoui *et al.*, 2010). Cette culture héberge la principale nourriture des coccidiphages, la cochenille *Parlatoria blanchardi* (Targioni-Tozzetti 1892) Trois coccinelles vivent, cohabitent et partagent la même nourriture: *Pharoscygnus ovoideus* (Sicard 1929), *Pharoscygnus numidicus* (Pic 1900) et *Exochomus (Parexochomus) pubescens* forme *apicalis* (Weise 1885).

Les espèces *P. ovoideus* et *P. numidicus* enregistrent la valeur de recouvrement de niche la plus élevée (0,39). Ces deux coccinelles partagent parfois leur nourriture avec *E. pubescens* forme *apicalis* dans certaines régions. Leurs indices de recouvrement de niches sont très faibles variant entre 0,10 et 0,12 en raison

de la rareté de cette dernière, car nous avons récolté seulement quelques adultes isolés dans la région de Ouargla (Sahara septentrional) (**Tableau 4**).

3.3 Assemblage des coccinelles en période de reproduction et non reproduction dans le nord de l'Algérie

Durant l'année, les coccinelles prospectent un grand nombre d'habitats et cohabitent avec plusieurs consommateurs de la même guildes, exploitant les proies qui se succèdent au cours de la saison. Dans le secteur algérois (nord algérien) qui est caractérisé par un bioclimat sub-humide, nous avons étudié le mécanisme d'assemblage des espèces de coccinelles dans une plante hôte.

Tableau 4: Matrice des indices de recouvrement de niche des espèces coccidiphages pour les secteurs du Sud d'Algérie.

Espèces	P.ovo	P.num	Ex.pub
P.ovo	1		
P.num	0.3997	1	
Ex.pub	0.1261	0.1092	1

P.ovo: *Pharoscygnus ovoideus*, P.num: *Pharoscygnus numidicus*, Ex.pub: *Exochomus pubescens* forme *apicalis*.

Tableau 5: Assemblage avec 1, 2 et 3 espèces de coccinelles.

	1 espèce	2 espèces	3 espèces	Somme
Non reproduction	236	108	30	374
Reproduction	171	70	5	246
Somme	407	178	35	620

Les résultats reportés dans le **tableau 5**, nous indiquent que le nombre d'assemblage est le plus élevé au cours de la période de non reproduction avec un total respectif de 236, 108 et 30 assemblages avec 1, 2 et 3 espèces. Ceci peut être expliqué par le fait que les adultes de différentes espèces sexuellement inactifs sont beaucoup plus attirés par la nourriture se trouvant sur la plante. En revanche, le nombre d'assemblage est très faible au cours de la période de reproduction notamment avec 2 et 3 espèces. Le mécanisme d'assemblage se limite aux seules espèces susceptibles d'assurer des descendance viables sur la plante. Nous avons

noté respectivement 171, 70 et 5 assemblages avec 1, 2 et 3 espèces (**Figure 1**).

Sur les 19 espèces concernées par le mécanisme d'assemblage, les aphidiphages *S. subvillosus*, *H. variegata* et *C. septempunctata* sont les plus dominantes sur le terrain, elles réunissent respectivement 54, 37 et 26 assemblages en période de non reproduction et 42, 28 et 13 assemblages en période de reproduction avec 1 espèce. Chez les coccidiphages, *C. bipustulatus* est l'espèce qui réunit le plus grand nombre d'assemblages avec une espèce. On a enregistré 20 assemblages en période de reproduction et 24 en période de non reproduction (**Tableau 6**).

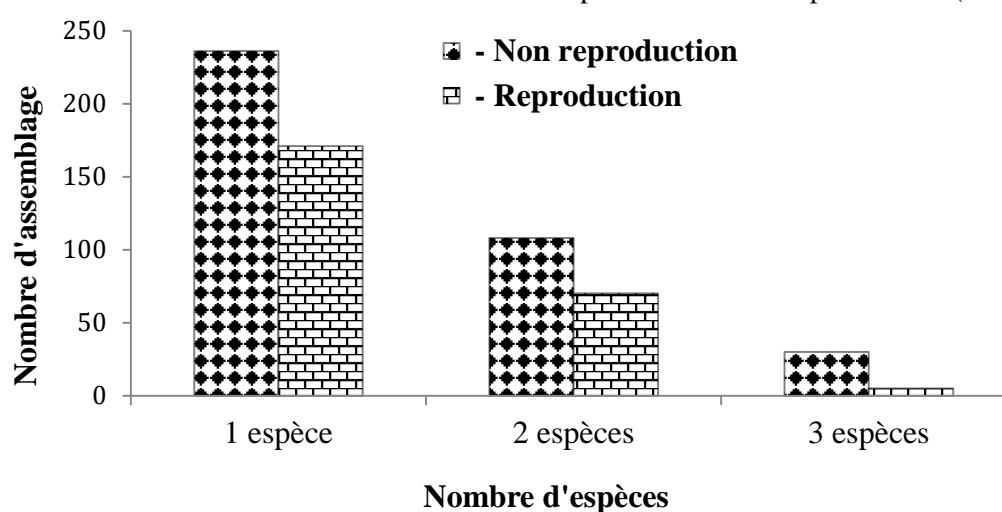

Figure 1: Distribution du nombre des observations de 1, 2 ou 3 espèces de coccinelles sur la même plante en dehors de la période de reproduction et pendant la période de reproduction dans le Nord de l'Algérie.

Tableau 6: Assemblage des espèces de coccinelles dans le Nord d'Algérie en période de non reproduction.

Espèces de coccinelles	1 espèce	Fréq.	2 espèces	Fréq.	3 espèces	Fréq.
<i>Adalia decempunctata</i>	5	2,65	2	2,56	0	0,00
<i>Hippodamia variegata</i>	24	12,70	8	10,26	0	0,00
<i>Calvia quatuordecimpunctata</i>	2	1,06	0	0,00	0	0,00
<i>Chilocorus bipustulatus</i>	20	10,58	7	8,97	0	0,00
<i>Coccinella septempunctata</i>	13	6,88	7	8,97	0	0,00
<i>Henosepilachna argus</i>	11	5,82	0	0,00	0	0,00
<i>Hyperaspis algerica</i>	3	1,59	0	0,00	0	0,00
<i>Scymnus (Mimmopullus) marinus</i>	9	4,76	4	5,13	0	0,00
<i>Myrhea octodecimpunctata</i>	2	1,06	0	0,00	0	0,00
<i>Nephus peyerimhoffi</i>	13	6,88	4	5,13	0	0,00
<i>Oenopia doublieri</i>	10	5,29	6	7,69	0	0,00
<i>Oenopia lyncea</i>	2	1,06	2	2,56	1	9,09
<i>Pharoscymnus setulosus</i>	9	4,76	4	5,13	0	0,00
<i>Scymnus subvillosus</i>	32	16,93	15	19,23	2	18,18
<i>Platynaspis luteorubra</i>	4	2,12	4	5,13	1	9,09
<i>Rhyzobius lophantae</i>	5	2,65	2	2,56	0	0,00
<i>Rodolia cardinalis</i>	4	2,12	3	3,85	1	9,09
<i>Scymnus pallipediformis</i>	1	0,53	1	1,28	0	0,00
<i>Scymnus interruptus</i>	2	1,06	1	1,28	0	0,00
Total	171		70		5	45,45
Pourcentages	69,51%		28,46%		2,03%	

Test de Chi²

Les résultats du Chi² nous donnent une valeur observée de 9,078, ddl = 2, et une valeur critique de 5,991. Au seuil de signification Alpha = 0,050 et une p value unilatérale = 0,011, on peut rejeter l'hypothèse nulle d'indépendance entre les périodes de reproduction et de non reproduction. Autrement dit, la dépendance est significative.

Dans le but de réaliser une analyse complète et rigoureuse nous avons jugé utile de faire deux sous test de Chi² à 1 ddl.

Sous test du Chi²: N°1.

Le sous test 1 de Chi², nous donne une valeur observée de 1,187, ddl 1, une valeur critique de 3,841, Alpha = 0,050, est p value unilatérale = 0,276. En conséquence l'hypothèse nulle d'indépendance entre les périodes de reproduction et de non reproduction et les espèces, est rejetée.

Autrement dit, la différence n'est pas significative (**Tableau 7**).

Tableau 7: Assemblage avec 1 et 2-3 espèces de coccinelles.

	1 espèce	2 et 3 espèces	Somme
Non reproduction	236	138	374
Reproduction	171	75	246
Somme	407	213	620

Sous test du Chi²: N°2.

Le sous test 2 de Chi², nous donnent une valeur observée de 4,423, ddl 2, valeur critique 3,841, Alpha = 0,050, et p value unilatérale = 0,035. En conséquence l'hypothèse nulle d'indépendance entre les périodes de reproduction et de non reproduction et les espèces est rejetée. Autrement dit, la différence est significative (**Tableau 8**).

3.4 Assemblage des coccinelles en période de reproduction et de non reproduction dans le sud algérien

Dans le sud algérien nous avons relevé très peu d'assemblages d'espèces de coccinelles en raison des contraintes climatiques et la dégradation de la végétation qui réduit l'habitat des coccinelles et leurs proies.

En période de non reproduction nous avons relevé respectivement 97, 21 et seulement 5 assemblages avec 1, 2 et 3 espèces. En période de reproduction le mécanisme d'assemblage se limite uniquement avec une seule espèce. Dans ce cadre nous avons relevé 53 assemblages avec 1 espèce et aucun avec 2 et 3 espèces (**Tableau 10**).

Les résultats reportés dans les **tableaux 9 et 10** montrent que les aphidiphages *C. septempunctata* et *H. variegata* réunissent le plus grand nombre d'assemblage avec une espèce quelle que soit la période de reproduction.

Le même constat est observé chez les coccidiphages *P. ovoideus* et *P. numidicus* qui réunissent elles aussi le plus grand nombre d'assemblage (**Figure 2**).

Tableau 8: Assemblage avec 2 et 3 espèces de coccinelles.

	2 espèces	3 espèces	Somme
Non reproduction	108	30	138
Reproduction	70	5	75
Somme	178	35	213

Tableau 9: Assemblage des espèces de coccinelles dans le sud d'Algérie en dehors de la période de reproduction.

Espèces de coccinelles	1 espèce	Fréq.	2 espèces	Fréq.	3 espèces	Fréq.
<i>Coccinella septempunctata</i>	13	13,40	2	15,38	2	40
<i>Exochomus pubescens</i> forme <i>apicalis</i>	3	3,09	1	7,69	0	0
<i>Henosepilachna argus</i>	6	6,19	0	0,00	0	0
<i>Henosepilachna elaterii</i>	4	4,12	0	0,00	0	0
<i>Hippodamia variegata</i>	18	18,56	5	38,46	3	60
<i>Hippodamia 11 notata</i>	5	5,15	2	15,38	0	0
<i>Scymnus subvillosus</i>	8	8,25	3	23,08	0	0
<i>Pharoscygnus ovoideus</i>	25	25,77	6	46,15	0	0
<i>Pharoscygnus numidicus</i>	15	15,46	2	15,38	0	0
Total	97	100	13	100	5	100
Fréquences	84,35%		11,30%		4,35%	

Tableau 10: Assemblage avec 1, 2 et 3 espèces de coccinelles.

	1 espèce	2 espèces	3 espèces	Somme
Non reproduction	97	21	5	123
Reproduction	53	0	0	53
Somme	150	21	5	176

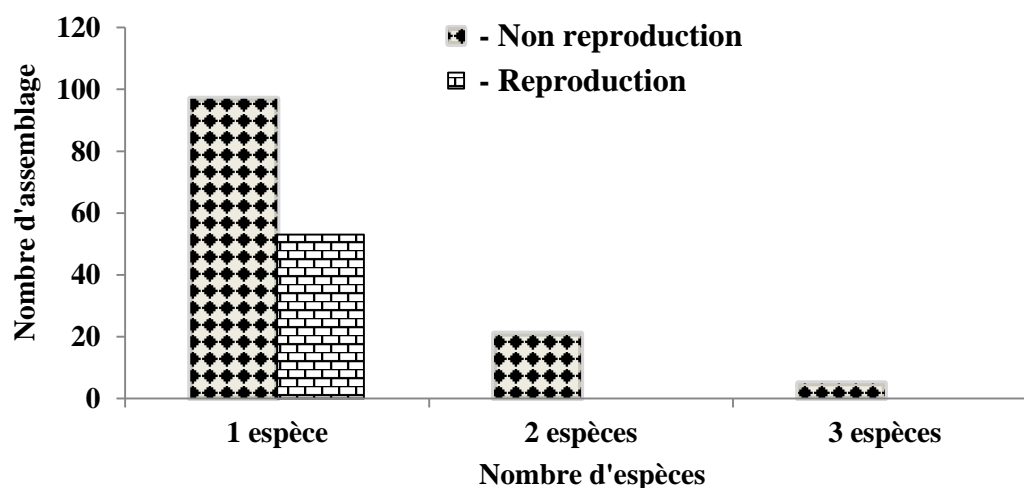


Figure 2: Distribution du nombre des observations de 1, 2 ou 3 espèces de coccinelles sur la même plante en dehors de la période de reproduction et pendant la période de reproduction dans le sud de l'Algérie.

Test du Chi²:

Le test de Chi² nous donne une valeur observée de 13,145, ddl = 2 et une valeur critique de 5,991. Au seuil de signification Alpha = 0,050 et une p value unilatérale = 0,001, on peut rejeter l'hypothèse nulle d'indépendance des périodes de reproduction et de non reproductions et des espèces. Autrement dit, la dépendance est significative.

4 DISCUSSION ET CONCLUSION

4.1 Recouvrement des niches écologiques

Le recouvrement des niches entre les taxons est une mesure utilisée dans la description et l'analyse des structures de la communauté biologique. À partir des choix d'habitats, des calculs de recouvrement de niches alimentaires des coccinelles ont été effectués afin de voir s'il existe une compétition interspécifique pour les ressources alimentaires. Il a été démontré que certaines espèces se rencontrent fréquemment sur plusieurs plantes, par contre, d'autres restent fidèles à un nombre de plantes très restreint (Barbault, 1992). Il en résulte des largeurs de niches de tailles différentes, selon l'espèce considérée, dont les recouvrements ne coïncident donc pas parfaitement (Barbault, 1992). Mac Arthur & Levins (1967) ont démontré que la coexistence interspécifique est possible si $\alpha < 0,54$.

Deux populations ne peuvent coexister que si leurs niches sont suffisamment différentes, c'est à dire lorsque les valeurs de recouvrement sont inférieures à 0,7 (Josens & Meerts, 2000). Dans le

nord algérien tous les recouvrements de niche entre les espèces de coccinelles obtenus sont inférieurs à 0,50. On pourrait en déduire qu'en général il n'existe pas de compétition entre les espèces de coccinelles pour la ressource. Chez les aphidiphages, *C. septempunctata* et *H. variegata* sont les seules qui présentent un degré de recouvrement assez élevé (0,46). À notre avis, elles peuvent parfois entrer en compétition sur certaines cultures herbacées (céréales, trèfle, fève) mais très rarement sur les autres strates. Néanmoins, nous avons démontré dans une précédente étude qu'il existe un décalage dans l'ordre d'arrivée entre ces deux espèces d'environ 15 jours, ce qui évitera la compétition en période de reproduction. Il est à souligner également que *H. variegata* cohabite et partage sa nourriture avec d'autres coccinelles sur divers végétaux appartenant à la strate arbustive. Parmi ces espèces: *S. subvillosus* ($\alpha = 0,33$), *S. interruptus* ($\alpha = 0,32$), *S. pallipediformis* ($\alpha = 0,32$), *A. decimpunctata* ($\alpha = 0,31$) et *O. doublieri* ($\alpha = 0,24$).

Chez les coccidiphages, *C. bipustulatus* qui présente l'indice de recouvrement le plus élevé (0,34) ne pourra en aucun cas être concurrencé en raison de l'abondance de la nourriture (cochenilles diaspines) d'une part et la petite taille de ces concurrentes directes (*P. setulosus*, *R. lophantae*). Donc la coexistence est possible et ne compromet aucune des trois espèces. La même situation est observée chez les Scymnini: *N. peyerimhoffi* et *S. marinus* qui peuvent partager leur nourriture

(Pseudococcines) sans aucun risque de compétition comme l'indique leur indice de recouvrement qui ne dépasse pas 0,29.

Dans le sud algérien, le nombre d'espèces de coccinelles est limité ne dépassant pas 16, en raison des contraintes climatiques et la dégradation de la végétation. Les indices de recouvrement interspécifiques varient entre 0,10 et 0,39. Ranta & Vespäläinen (1984) et Rasmont (1988), rapportent que les conditions météorologiques maintiennent l'entomofaune sous le seuil de saturation du milieu. Chez les aphidiphages, c'est toujours *C. septempunctata* et *H. variegata* qui présentent le degré de recouvrement le plus élevé ($\alpha = 0,39$). Ceci ne signifie pas que la compétition pour les ressources soit forte, car les deux espèces cohabitent seulement sur quelques plantes herbacées cultivées (aubergine, poivrons céréales, trèfle, luzerne). Comme nous l'avons démontré auparavant, il y'a toujours un décalage d'ordre d'arrivée entre les deux espèces sur la culture ce qui évitera toute compétition. Le plus souvent *H. variegata* migre vers les arbustes pour développer d'autres générations notamment sur *Punica granatum* (Linné 1753) et *Nerium oleander* (Linné 1753). Pour cela elle cohabite et partage sa nourriture avec *S. subvillosus* ($\alpha = 0,10$).

Chez les coccidiphages, le recouvrement de niche se fait seulement entre deux principales espèces: *P. ovoideus*, *P. numidicus* ($\alpha = 0,39$). Ces deux coccinelles bénéficient d'une abondante nourriture grâce à la présence de la cochenille *Parlatoria blanchardi* qui infeste presque la totalité des palmeraies du sud algérien. Néanmoins, on doit souligner qu'au cours de la période de reproduction, *P. ovoideus* exerce une forte pression sur *P. numidicus* en l'obligeant d'abandonner le terrain.

4.2 Assemblages des espèces de coccinelles

Pour survivre et développer des descendances viables les coccinelles prospectent différents habitats à la recherche de la ressource. Au cours de leur vie plusieurs espèces partagent leurs nourritures avec d'autres consommateurs utilisant la même ressource. Ceci nous a conduit à étudier les mécanismes d'assemblage d'espèces de coccinelles dans un habitat en période de reproduction et non reproduction.

Dans le nord, le test du Chi² nous montre que la dépendance entre les assemblages avec 1, 2 et 3 espèces en période de non reproduction et en

période de reproduction est significative. Ceci nous a conduit à dire qu'il existe une certaine spécificité pour la nourriture et la plante hôte en période de reproduction. Nos résultats indiquent également que les aphidiphages *S. subvillosus*, *C. septempunctata*, *H. variegata* et la coccidiphage *C. bipustulatus* réunissent le plus grand nombre d'assemblages en période de non reproduction avec 1, 2 et 3 espèces. En revanche, en période de reproduction les assemblages se feront avec deux espèces mais rarement avec trois, car les adultes sexuellement inactifs des autres espèces sont généralement chassés afin d'éviter la compétition pour la ressource. Le plus souvent c'est une seule espèce qui se reproduit et assure des descendances viables sur la plante. C'est de cas de la coccinelle *S. subvillosus* qui partage sa ressource avec *A. decempunctata*, *S. pallipediformis*, *O. doublieri* et parfois *S. nubilus* mais c'est la seule qui se reproduit et développe des descendances viables (Saharaoui, 2009). Birch (1957) in Barbault (1992) rapporte que la compétition se produit lorsque plusieurs organismes utilisent des ressources communes, d'ordre alimentaire ou spatial, présentes en quantité limitée ou, si ces ressources ne sont pas limitantes, quand en les recherchant, les organismes en concurrence se nuisent. La compétition indirecte, ou par exploitation, se produit lorsqu'un individu accapare les ressources aux dépens de l'autre (Dajoz, 2000). De plus, cette compétition sera d'autant plus forte que les espèces utilisent des ressources similaires (Barbault, 1992).

Dans le sud algérien, le mécanisme d'assemblage des coccinelles est très différent en raison de l'insuffisance de la ressource et la rareté de l'habitat. Le test du Chi² nous donne une dépendance des assemblages avec 1, 2 et 3 espèces en période de non reproduction et en période de reproduction. C'est à dire il n'existe pas d'indépendance nulle.

C'est toujours les aphidiphages *C. septempunctata* et *H. variegata* qui réunissent le grand nombre d'assemblages en période de non reproduction avec 1 et 2 espèces mais rarement avec 3 espèces. Chez les coccidiphages *P. ovoideus* réunit le plus grand nombre d'assemblage mais avec seulement les espèces: *P. numidicus* et *E. pubescens* forme *apicalis* qui partagent sa nourriture sur le palmier dattier. En période de reproduction les assemblages entre espèces sont limité à une espèce seulement.

Si nous comparons les assemblages des coccinelles dans le nord et le sud algérien, nous pouvons dire que le risque de cannibalisme est plus important au nord. Chez les aphidiphages, les espèces *C. septempunctata* et *H. variegata* peuvent se concurrencer en période de non reproduction sur les céréales, le trèfle et la fève alors que *S. subvillosus* pourra entrer en compétition sur agrumes, grenadier et diverses rosacées avec les espèces *A. decempunctata*, *O. doublieri*, et les *Scymnus*. Dans la famille des Coccinellidae, la ponte est inhibée par une phéromone sécrétée par les larves (Doubbia, Hemptinne & Dixon, 1998). Ces larves peuvent manquer de proies à la fin de leur développement, particulièrement quand la colonie de pucerons est en phase descendante (Kindlmann & Dixon, 1999; Dixon, 2000). Le cannibalisme constitue alors un apport de nutriments qui peut se révéler décisif. Dès lors, l'émission par les larves d'une phéromone d'inhibition de la ponte peut sembler paradoxale car elle conduit à une limitation des ressources alimentaires alternatives dont pourraient disposer les larves.

Selon Magro *et al.* (2007) il existe une forte corrélation entre la phylogénie des Coccinellidae et la diversification des traces. Il existe aussi une reconnaissance interspécifique des traces larvaires, y compris pour des espèces n'ayant pas évolué ensemble récemment

A travers les résultats obtenus, nous avons fait une analyse globale du comportement bioécologique des principales espèces de coccinelles répertoriées en Algérie. Ceci nous a permis de partager les coccinelles en deux groupes.

Le premier est constitué d'espèces euryèces qui couvrent de larges étendues et qui sont de véritables généralistes.

❖ Chez la guilda aphidiphage, certaines espèces montrent des niches écologiques à plusieurs dimensions. Ainsi, les espèces *C. septempunctata* et *H. variegata*, semblent occuper la même niche écologique aussi bien pour les facteurs trophiques et spatiaux. Elles se reproduisent au dépend des pucerons des strates herbacées spontanées et cultivées au début du printemps. Elles présentent aussi une large plasticité écologique en s'adaptant à tous les bioclimats. Sur arbres fruitiers *C. septempunctata* et *H. variegata* partagent la même nourriture avec les espèces *P. subvillosus*, *A. decempunctata* et *O. doublieri*. Les *Scymnus* occupent en général la même niche écologique sur le plan trophique (se

nourrissent des pucerons de la strate herbacée), mais sont séparées dans la réponse aux facteurs: période de reproduction et habitat. Les plus communes, en l'occurrence *S. pallipediformis*, *S. interruptus* et *Scymnus (Scymnus) apetzii* (Mulsant 1846) vivent au nord. Elles se reproduisent au début de l'été au dépend des aphides des plantes basses spontanées et cultivées. Leurs adultes sont aussi très actifs sur divers arbustes et arbres fruitiers. Ipertti (1986), leur a attribué le nom de prédateurs de nettoyage.

❖ Chez les coccidiphages, les espèces *C. bipustulatus* et *R. lophantaes* sont des véritables généralistes, elles occupent la même niche écologique. Elles se nourrissent de diverses cochenilles diaspines et des larves de lecanines inféodées aux arbres et quelques arbustes. Leur aire de dispersion se limite aux régions du nord. Le deuxième groupe englobe des espèces stenoèces, qui s'adaptent à des conditions restreintes. Elles sont considérées comme spécialistes dans les écosystèmes.

❖ Chez la guilda aphidiphage, les espèces *H. algerica*, *Hyperaspis* sp., *Hyperaspis marmottani* (Fairmaire 1868) et *E. nigripennis* occupent la même niche écologique du point de vue trophique, mais sont séparées dans la réponse au facteur "aire de dispersion". Les deux premières vivent aux dépens des pucerons des arbres fruitiers des secteurs du nord, alors que la troisième *Hyperaspis* fréquente les oasis du Sahara septentrional. Toujours dans le sud, l'espèce *E. nigripennis* semble partager la même niche que *S. nubilus* en se nourrissant des aphides des cultures herbacées de plein champ. Leur aire de dispersion est très restreinte et se limite au secteur du Sahara septentrional. Les espèces forestières *C. quatuordecimpunctata* et *M. octodecimpunctata*, occupent la même niche en ce qui concerne les facteurs trophiques et spatiaux, mais sont séparées dans la réponse aux facteurs "habitat" et "aire de dispersion". *M. octodecimpunctata* fréquente les altitudes et se reproduit exclusivement des pucerons des arbres forestiers, alors que *C. quatuordecimpunctata* partage souvent la même niche la même niche écologique avec les espèces des arbres fruitiers *O. doublieri*, *O. lyncea* et *A. decempunctata* dans le nord d'Algérie.

Chez la guilda coccidiphage, nous retrouvons plusieurs espèces spécialistes occupant des niches réalisées et qui exercent leurs rôles d'une façon stable et clairement établie.

❖ *R. cardinalis* se reproduit en été et s'alimente de la cochenille australienne *Icerya purchasi* sur arbres et arbustes.

❖ *N. peyerimhoffi* se nourrit des Pseudococcines: *Pseudococcus adonidum* L. et *Pseudococcus citri* Risso sur arbres et arbustes.

❖ *P. ovoideus* et *P. numidicus* occupent la même niche écologique, ce sont des espèces équivalentes sur le plan fonctionnel. Elles cohabitent ensemble sur le palmier dattier et trouvent une importante biomasse de nourriture durant toute l'année grâce aux fortes infestations de la cochenille *Parlatoria blanchardi*. Nos résultats indiquent que *P. ovoideus* est toujours la plus dominante et elle chasse souvent l'espèce *P. numidicus*.

❖ *P. setulosus* occupe une niche écologique totalement différente. Elle se nourrit des cochenilles diaspines du genre *Parlatoria* inféodées aux arbres et quelques arbustes, son aire de dispersion se limite aux secteurs du nord.

❖ Les espèces *Exochomus (Parexochomus) anchorifer* (Allard 1870) et *Scymnus (Pullus) fulvicollis* (Mulsant 1846) occupent la même niche écologique en ce qui concerne le facteur trophique et l'altitude mais, sont séparées dans la réponse aux facteurs "habitat" et "aire de dispersion". Dans le nord, les deux espèces cohabitent souvent ensemble en forêt et partagent la même nourriture (Pin d'Alep, Cyprès) avec indice de recouvrement très bas.

BIBLIOGRAPHIE

- Barry J.P., Celles J.C. & Maniere R. (1976). Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara Algérien. Note II. Le Sahara central et le Sahara méridional. *Naturalia Monspelienis*, série. Bot. **26**, p. 211-242.
- Blondel J. (1995). *Biogéographie: approche écologique et évolutive*. Ed. Masson, Paris, 297 p.
- Barbault R. (1981). *Ecologie des populations et des peuplements*. Ed. Masson, Paris, p. 12-14 et 73-75.
- Barbault R. (1992). *Ecologie des peuplements*. Ed. Masson, Paris, 273 p.
- Cadi M. (2001). *SIG et zonage agro-écologique pour l'identification des zones arides. Application au Nord algérien*. Séminaire national sur la problématique de l'Agriculture des zones arides et de la reconversion (Sidi BelAbbès), p. 36-49.
- Chaubet B. (1992). *Diversité écologique, aménagement des agroécosystèmes et favorisation des ennemis naturels des ravageurs: cas des aphidiphages*. Laboratoire de recherches de la chaire de Zoologie (INRA-ENSA.R), 31 p.
- Connell J.H. (1980). Diversity and the coevolution of competitors, or the ghost of competition past. *Oikos* **35**, p. 131-138.
- Connell J.H. (1983). On the prevalence and relative importance of interspecific competition. *The American Naturalist* **122**(5), p. 661-696.
- Dajoz R. (2000). *Précis d'écologie*. Ed. DUNOD, 615 p.
- Denno R.F., McClure M.S. & Ott J.R. (1995). Interspecific interactions in phytophagous insects - competition reexamined and resurrected. *Annual Review of Entomology* **40**, p. 297-331.
- Djellouli Y. (1990). *Flores et climats en Algérie septentrionale. Déterminismes climatiques de la répartition des plantes*. Thèse Doctorat. Sciences, USTHB., Alger, 210 p.
- Dixon A.F.G. (2000). Insect predator-prey dynamics. Ladybird beetles & biological control. *Cambridge University Press, Cambridge*, 268 p.
- Doumbia M., Hemptinne J.L. & Dixon A.F.G. (1998). Assessment of patch quality by ladybirds: role of larval tracks. *Oecologia* **113**, p. 197-202.
- Hammer O., Harper D.A.T. & Ryan P.D. (2001). PAST vers.1.34. Palaeontological Statistic software package for education and data analysis. *Palaeontologica Electronica* **4**(1), 9 p.
- Honek A. (1985). Habitat preferences of Aphidophagous Coccinellids Coleoptera. *Entomophaga* **30**, p. 253-264.
- Iperti G. (1965). Contribution à l'étude de la spécificité chez les principales coccinelles aphidiphages des Alpes Maritimes et des Basses Alpes. *Entomophaga* **10**(2), p. 159-178.
- Iperti G. (1986). Les coccinelles de France. *Phytoma, Défence des cultures* **377**, p. 14-22.
- Josens D. & Meerts L. (2000). Ecologie animale et végétale. *Cours de première licence de l'Université Libre de Bruxelles*, Vol. 2, 123 p.
- Kindlmann P. & Dixon A.F.G. (1999). Strategies of aphidophagous predators: lessons for modelling insect predator-prey dynamics. *Journal of Applied Entomology* **123**, p. 397-399.
- Lawton J.H. & Hassell M.P. (1981). Asymmetrical competition in insects. *Nature* **289**, p. 793-795.
- Mac Arthur R.H. & Levins R. (1967). The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species. *The American Naturalist* **101**, p. 377-385.
- Magro A., Tene J.N., Bastin N., Dixon A.F.G. & Hemptinne J.L. (2007). Assessment of patch quality

- by ladybirds: relative response to conspecific and heterospecific larval tracks a consequence of habitat similarity. *Chemoecology* **17**, p. 37-45.
- Martini X. (2010). *Evolution du cannibalisme et du comportement de ponte chez les coccinelles aphidiphages*. Thèse Doctorat Uni. Toulouse, 134 p.
- Odum E.P. (1971). *Fundamentals of ecology*. 3d ed. Philadelphia: Saunders, A classic consideration of key issues in ecology and biogeography, 574 p.
- Ranta E. & Vespsäläinen K. (1981). Why are there so many species? Spatio-temporal heterogeneity and northernbum blebees communities. *Oikos* **36**, p. 28-34.
- Rasmont P. (1988). *Monographie écologique et zoogéographique des bourdons de France et de Belgique (Hymenoptera, Apidae, Bombinae)*. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences agronomiques de l'Etat, Gembloux, 371 p.
- Reitz S.R. & Trumble J.T. (2002). Competitive displacement among insects and arachnids. *Annual Review of Entomology* **47**, p. 435-465.
- Saharaoui L., Gourreau J.M. & Ipert G. (2001). Etude de quelques paramètres bioécologiques des coccinelles aphidiphages d'Algérie (Coleoptera–Coccinellidae). *Bulletin de la Société zoologique de France* **126**(4), p. 351-373.
- Saharaoui S. & Hemptinne J.L. (2009). Dynamique des communautés des coccinelles (Coleoptera: Coccinellidae) sur agrumes et interaction avec leurs proies dans la région de Rouiba (Mitidja Orientale) Algérie. *Annales de la Société entomologique de France (n.s.)* **45**(2), p. 245-259.
- Saharaoui L., Biche M. & Hemptinne J.L. (2010) Dynamique des communautés des coccinelles (Coleoptera, Coccinellidae) et interaction avec leurs proies sur palmier dattier à Biskra (Sud-Est algérien). *Bulletin de la Société zoologique de France* **135**(3-4), p. 265-280.
- Schoener T.W. (1982). The controversy over interspecific competition. *American Scientist* **70**, p. 586-595.
- Smadhi D. (2001). SIG: base de données pour la gestion de l'environnement agroclimatique: cas des hauts plateaux semi arides. *Séminaire national sur la problématique de l'agriculture des zones arides et de la reconversion (Sidi Bel Abbès)*, p. 50-58.
- Stewart A.J.A. (1996). Interspecific competition reinstated as an important force structuring. Insect herbivore communities. *Trends in Ecology & Evolution* **11**, p. 233-234.
- Vierra da Silva J. (1979). *Introduction à la théorie écologique*. Ed. Masson, Paris, 110 p.
- Wiens J.A. (1977). Compétition and variable environments. *American Scientist* **65**, p. 590-597.

(35 réf.)