



HAL
open science

Disponibilité alimentaire pour les oiseaux en milieu agricole : Biomasse et diversité des arthropodes capturés par la méthode des pots-pièges

Emmanuel Clere, Vincent Bretagnolle

► To cite this version:

Emmanuel Clere, Vincent Bretagnolle. Disponibilité alimentaire pour les oiseaux en milieu agricole : Biomasse et diversité des arthropodes capturés par la méthode des pots-pièges. *Revue d'Écologie (La Terre et La Vie)*, 2001, 56 (3), pp.275-297. <hal-03533297>

HAL Id: hal-03533297

<https://hal.science/hal-03533297v1>

Submitted on 18 Jan 2022

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

DISPONIBILITÉ ALIMENTAIRE POUR LES OISEAUX EN MILIEU AGRICOLE : BIOMASSE ET DIVERSITÉ DES ARTHROPODES CAPTURÉS PAR LA MÉTHODE DES POTS-PIÈGES

Emmanuel CLERE¹ & Vincent BRETAGNOLLE²

SUMMARY

Arthropods were trapped using pitfall trapping technique in a intensive agricultural area in south-western France (Département des Deux-Sèvres), in June and July 1997. Trapping was aimed at investigating factors that may affect taxonomic diversity and abundance of the arthropod community in this agricultural landscape, using 10 different culture types at various stages of harvesting, and covering two months in order to assess the influence of season. We found that culture type did not significantly affect relative biomass, but it changed the number of individuals caught. Date, and whether the field was harvested (especially for cereals) had a strong effect on relative biomass and diversity. Only 12 species of Arthropods accounted for > 95 % of the total biomass captured, and one single carabid species accounted for nearly half of the biomass. The ecological consequences of the impoverishment of the arthropod community are discussed with regard to the conservation of steppe birds that now inhabit agricultural areas. These birds are, to various extent, all of conservation status, and depend, at one stage or another, on arthropod for their diet.

RÉSUMÉ

Une campagne de piégeage d'Arthropodes (méthode des pots-pièges, ou pièges d'interception) a été réalisée en plaine céréalière intensive dans le sud des Deux-Sèvres en 1997, dans le but d'évaluer la diversité taxinomique et la biomasse relative des communautés d'arthropodes en fonction du type de culture (10 catégories différentes), de son état (fauchée ou non), et de la saison (juin et juillet). Le peuplement en arthropodes est peu diversifié (12 espèces seulement fournissent 95 % de la biomasse, pour les taxons identifiés au stade de l'espèce). La nature de la culture influence le nombre de captures, mais pas la biomasse ni les différents indices de diversité ou de richesse spécifique utilisés dans cette étude. Par contre, la date comme la fauche semblent affecter, au moins pour certaines cultures, biomasse et diversité des arthropodes. Ces résultats sont discutés dans le contexte de la conservation des oiseaux utilisant la plaine céréalière, dont plusieurs espèces fortement menacées aujourd'hui en Europe dépendent, partiellement ou entièrement, des Arthropodes pour leur alimentation.

¹ 73 Route de Dieppe, 76960 Notre Dame de Bondeville.

² CEBC-CNRS, 79360 Beauvoir sur Niort, France.

INTRODUCTION

Au cours des dernières décennies, la plaine céréalière a subi des perturbations majeures d'origine anthropique, par l'intensification des pratiques agricoles (mécanisation, utilisation d'intrants, spécialisation des productions, modifications d'assolements : voir revue dans Pain & Pienkowski, 1997). Les terres cultivées constituent par ailleurs le milieu écologique majoritaire en terme de surface en Europe (42 % contre 33 % pour la forêt), les céréales couvrant à elles seules 15 % de la superficie totale de l'Europe (Potts, 1997). L'intensification des pratiques agricoles a eu pour conséquence une diminution importante de la diversité des espèces animales et végétales (e.g., Tucker & Heath, 1994) ou des paysages (Tucker, 1997). Les répercussions sur la faune et la flore ont été montrées à maintes reprises (revues dans O'Connor & Shrubbs, 1986 ; Pain & Pienkowski, 1997). Ainsi, de nombreuses espèces d'oiseaux ont fortement régressé à travers les plaines agricoles de toute l'Europe, comme la Perdrix grise *Perdix perdix* (Potts, 1997), l'Alouette des champs *Alauda arvensis* (Gibbons *et al.*, 1993), l'Hirondelle de cheminée *Hirundo rustica* ou la Tourterelle des bois *Streptopelia turtur*. Pour les deux premières espèces, pourtant banales, les diminutions de l'abondance à l'échelle de l'Europe entière varient de 50 à 80 % au cours des 50 dernières années, ce qui est considérable compte tenu de leur vaste distribution et de leurs niveaux d'abondance antérieurs. Au niveau des plantes, 400 espèces sont en déclin en Allemagne, en raison de l'intensification de l'agriculture (Potter, 1997). Par ailleurs, toujours en Allemagne, 30 % des plantes, 40 % des oiseaux et 50 % des mammifères sont sur la liste rouge nationale du fait des modifications de pratiques agricoles récentes dans ce pays.

En France, 56 % du territoire national est utilisé à des fins agricoles, les terres arables en constituant une large majorité, ca. 60 % (Pain & Dixon, 1997). Comme dans le reste de l'Europe, le paysage agricole est donc le paysage dominant en France, et à l'instar du reste de l'Europe, ce paysage a subi de profonds bouleversements au cours des dernières décennies, notamment par les remembrements et retournement des prairies naturelles. L'avifaune des plaines cultivées a été particulièrement touchée, puisqu'en nombre d'espèces menacées, les paysages agricoles arrivent au deuxième rang parmi 15 milieux (Rocamora & Yeatman-Berthelot, 1999). Ainsi, l'Outarde canepetière *Tetrax tetrax*, espèce emblématique des paysages agricoles (Boutin & Métais, 1995) a diminué de 80 % en France au cours des 18 dernières années (Jolivet, 1996).

Deux causes principales à cette raréfaction générale des oiseaux de plaines cultivées ont pu être identifiées : la transformation des prairies en terres arables par retournement, et l'utilisation des pesticides (Tucker, 1997). Cette dernière cause est cependant indirecte, puisqu'elle affecte la ressource alimentaire, et tout particulièrement les insectes. En effet les insectes, outre le fait qu'ils constituent de bons indicateurs biologiques, sont pour une large part des éléments essentiels de la disponibilité alimentaire pour de nombreux taxons, notamment les oiseaux (e.g., Rands, 1986 ; Baines *et al.*, 1996 ; Panek, 1997 ; Poulin & Lefebvre, 1994). La diminution des disponibilités alimentaires en insectes est probablement responsable de la disparition progressive de 34 % des 46 espèces d'oiseaux liées à l'habitat agricole (Tucker & Heath, 1994 ; Tucker, 1997). Or une analyse globale des populations d'insectes, en diversité comme en biomasse, bien que nécessaire en milieu agricole, n'est pas actuellement disponible, sauf pour certaines cultures ou familles d'insectes (e.g., Jonsen & Fahrig, 1997 ; Burel *et al.*, 1998 ; voir aussi

Duelli *et al.*, 1999). Si un certain nombre d'études ont en effet porté sur les insectes en plaine céréalière, en particulier dans une perspective d'écologie du paysage (Burel, 1989, 1992 ; Kiss *et al.*, 1994), peu d'études en revanche se sont attachées à quantifier les abondances relatives en fonction des pratiques agricoles (nature de la culture, pratique de fauche).

Dans le cadre d'une étude portant sur l'écologie et la dynamique des populations de plusieurs espèces d'oiseaux de plaine céréalière, nous avons été amenés à mesurer et quantifier les facteurs affectant la disponibilité alimentaire pour ces oiseaux, en particulier les insectes. Notre objectif est d'étudier les effets de la nature de la culture, de l'état de cette culture (fauchée ou non), et enfin de la date sur les variations d'abondance et de diversité des communautés d'arthropodes. Les plaines agricoles intensives sont particulièrement intéressantes de ce point de vue, puisque l'effet des changements de pratiques agricoles à des fins d'intensification ont eu des répercussions importantes *a priori* sur la biomasse et la diversité des communautés d'arthropodes (Serre & Birkan, 1985).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

SITE D'ÉTUDE

Cette étude a été réalisée dans le sud du département des Deux-Sèvres (France), dans la plaine céréalière de Niort-Brioux (Fig. 1). Deux secteurs d'une superficie de 2 500 ha chacun, centrés sur les communes de Vauballier et de Sainte-Blandine ont été utilisés. Ce site d'étude est occupé par une agriculture intensive à base de céréales d'hiver (blé, orge, avoine), d'oléo-protéagineux (colza, tournesol, lin, maïs, pois) et de parcelles cultivées en fourrage (luzerne, ray-grass, prairie de fauche, prairie pâturée, jachère à faciès prairial ou spontanée). Les proportions des différents types de culture sont présentées dans le tableau I.

PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE

Un échantillonnage en ligne a été réalisé sur chacun des deux secteurs, selon une diagonale tracée sur leurs plus grandes longueurs, diagonales qui concordent avec le réseau routier afin de faciliter les déplacements (Fig. 1). Sur chacune des deux diagonales ont été sélectionnées 12 parcelles cultivées réparties en trois grandes catégories de cultures : céréales d'hiver, oléo-protéagineux, et parcelles fourragères (voir Tab. I). L'échantillonnage n'est pas véritablement aléatoire : cependant, les parcelles sont approximativement à égale distance les unes des autres le long de la diagonale, et les catégories de cultures sont alternées.

Afin de pouvoir appréhender un éventuel effet de la saison et des pratiques agricoles, chaque secteur a été échantillonné deux fois au cours d'une période de deux mois. Les pièges ont ainsi été disposés aux dates suivantes : 8 juin et 16 juillet sur le secteur de Vauballier, et 15 juin et 17 juillet sur le secteur de Sainte-Blandine. L'influence de l'état de la culture sur la communauté des arthropodes a pu être testée par échantillonnage de la plupart des parcelles à l'état fauché et non fauché pour les céréales, colza et luzerne.

PIÉGEAGE D'ARTHROPODES

Nous n'avons échantillonné que la faune active sur le sol, laissant de côté volontairement les espèces peu mobiles, la faune active ou immobile de la strate

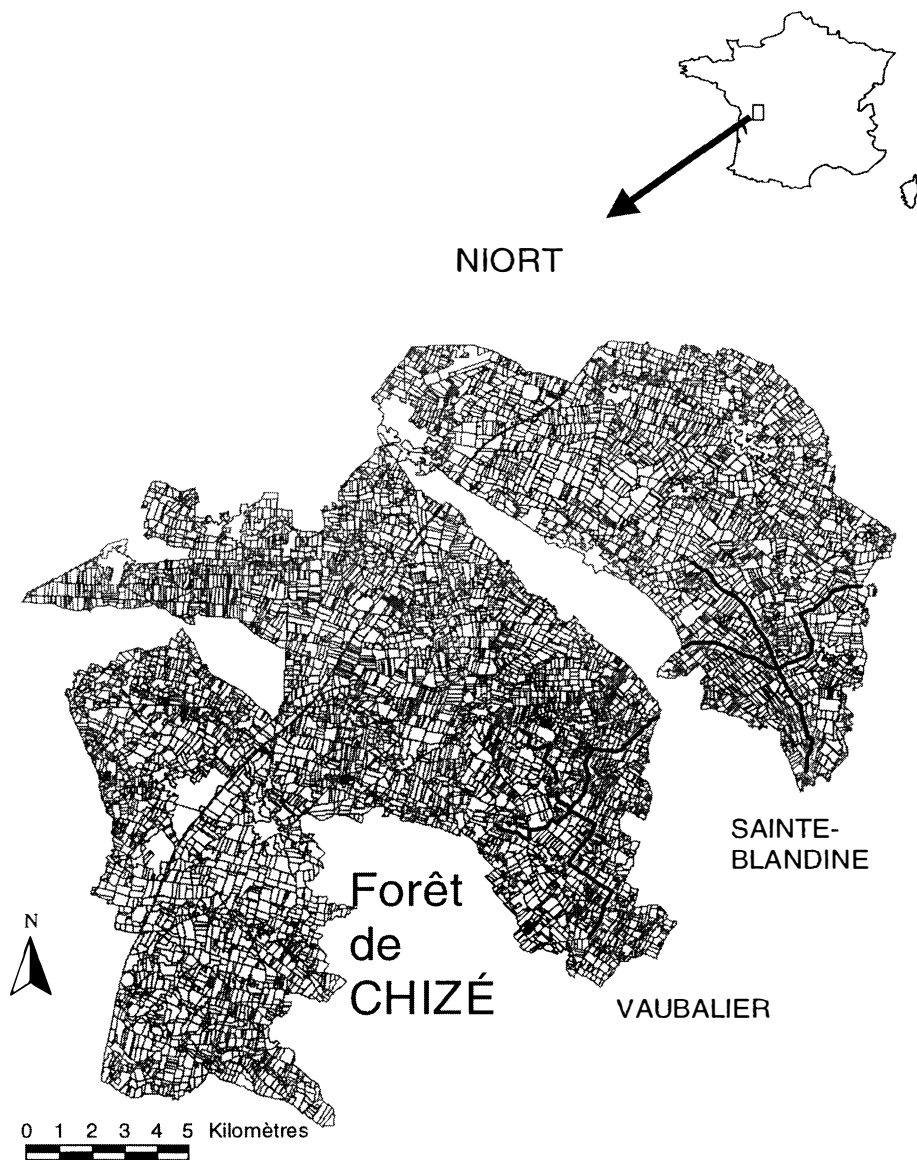


Figure 1. — Carte de la zone d'étude, des secteurs d'étude, et de la localisation des parcelles de piégeage en 1997.

herbacée haute, ainsi que les insectes volant au-dessus des plantes. Cette restriction tient aussi compte du type d'insectes rencontrés dans les régimes alimentaires des oiseaux de plaine cultivée, notamment pour les grandes espèces à statut de

TABLEAU I

Proportions des différents types de cultures dans le secteur étudié (1997) et échantillonnage des parcelles de piégeage selon la commune. Chacune des 24 parcelles a été échantillonnée deux fois (soit n = 48). Les surfaces de chaque type de cultures ont été obtenues par échantillonnage direct et exhaustif sur le terrain, représentant environ 3 000 parcelles agricoles.

Cultures	% dans l'assolement	Nombre de parcelles de piégeage		
		Total	Vaubalier	Ste-Blandine
CÉRÉALES D'HIVER				
Blé, Orge, Avoine	37,9	4	2	2
OLÉAGINEUX-PROTÉAGINEUX				
Tournesol/maïs (Labour ¹)	21,4	2	1	1
Colza	13,9	2	1	1
Pois	1,96	1	—	1
Lin	0,35	1	—	1
FOURRAGES				
Ray-Grass	5,6	3	2	1
Luzerne	4,1	4	2	2
Prairie pâturée	2,4	3	2	1
Prairie de fauche	1,25	2	1	1
Jachère (spontanée)	0,4	2	1	1
AUTRES ²	10,8	0	—	—
TOTAL	100	24	12	12

¹ Tournesols et maïs lèvent à partir de Mai et Juin, et sont donc associés aux labours dans cette étude.

² Bâtis, vignes, bois etc.

conservation défavorable (e.g. Oedicnème criard *Burhinus oediconemus* : Géroutet, 1983 ; Green *et al.*, 2000 ; Outarde canepetière : Cramp & Simmons, 1977 ; Géroutet, 1984 ; Jiguet, 2001).

Nous avons utilisé la méthode des pièges d'interception (Ausden, 1997 ; revue dans Duelli *et al.*, 1999), une méthode d'évaluation relative qui est la technique la plus fréquemment utilisée pour ce genre d'inventaire. Les pièges sont constitués d'un fond de bouteille d'eau minérale en plastique d'environ 10 centimètres de diamètre et 15 centimètres de hauteur. Dans chaque parcelle de piégeage, nous avons disposé en triangle 3 pièges espacés de 10 mètres les uns des autres enfoncés jusqu'au ras du sol, puis remplis au tiers d'alcool à 45°. Afin d'éviter les effets de bordure dus à la proximité de routes, haies ou autres cultures (e.g., Kiss *et al.*, 1994), nous avons installé le dispositif à 25 mètres à l'intérieur de la parcelle. Les pièges sont relevés tous les 5 jours exactement. Les captures de chaque parcelle piégée ont été conservées dans des piluliers en verre remplis d'alcool à 70°, gardés dans l'obscurité jusqu'à leur analyse. L'analyse des piluliers a été réalisée au laboratoire et s'est déroulée en 3 phases successives. i) détermination à la loupe binoculaire (grossissement jusqu'à 50 fois) de l'individu, jusqu'à l'espèce si possible, et toujours jusqu'à la famille pour les insectes, à l'ordre ou à la classe pour les autres arthropodes (clés de détermination dans

Chopard, 1951 ; Perrier, 1977 ; Bellman & Luquet, 1995 ; Chatenet, 1990 ; Chinery, 1993 ; Jones, 1990 ; Paulian, 1990 ; Roberts, 1995 ; Zahradnik, 1991) ; ii) assignation de chaque individu en fonction de sa longueur (du front jusqu'à son extrémité la plus postérieure) dans l'une des cinq classes de taille définies *a priori* : < 5 mm, 5-10 mm, 10-15 mm, 15-20 mm et > 20 mm ; et iii) dénombrement par taxon. Les résultats provenant des 3 pots de chaque parcelle ont été cumulés, puis ramenés à l'unité d'un pot. En effet, dans certains cas, un pot a pu être retourné ou le liquide s'est asséché, et nous avons donc produit des valeurs, pour chaque parcelle de piégeage, en moyenne par pot.

ANALYSE STATISTIQUE

L'analyse statistique a été réalisée au niveau taxinomique de la famille pour les espèces les plus importantes en nombre et en longueur, ce qui correspond à la majorité de l'échantillonnage, et de l'ordre pour les autres.

La longueur estimée de chaque individu nous a permis d'évaluer sa masse. Hodar (1996) propose des équations différentes selon les groupes taxinomiques ; à partir des piégeages que nous avons réalisés (voir résultats ci-dessous), nous avons recalculé les pentes et intercepts à partir des données de Hodar (1996) pour les familles et ordres contribuant pour plus de 1 % en nombre total d'individus capturés (Araneae, Opilionida, Isopoda, Ensifera, Dermaptera, Homoptera non-Aphidae, Aphidae, Heteroptera, Nematocera, Brachycera, Carabidae larvae, Carabidae, Scarabidae, Curculionidae, Histeridae, Staphylinidae, et Formicidae d'après la Table II de Hodard 1996). Par rapport à nos 5 classes de taille, les poids standards déterminés sont de 1, 10, 50, 100 et 250 mg. La biomasse présente dans chaque pot-piège est calculée à partir des 5 classes de tailles, en multipliant le nombre d'individus de chaque classe par le poids moyen déterminé avec les équations de Hodar (1996). Il ne s'agit donc pas de biomasses absolues, mais de valeurs relatives destinées à être comparées entre les parcelles.

Le dénombrement des individus nous a permis d'étudier la diversité et l'équitabilité (R) des cultures à partir de l'indice de Shannon (H'), ainsi que la répartition du nombre d'individus par famille d'arthropodes et par parcelle de piégeage :

$$H' = - \sum_{i=1}^s [n_i / N * \text{Ln} (n_i / N)]$$

$$R = H' / L_n S$$

avec S, nombre total de taxons (familles ou ordres) ; N, nombre total d'individus ; et n_i , nombre d'individus du taxon i.

Enfin, nous avons défini les grandes espèces d'arthropodes comme étant celles de longueur supérieure à 10 mm, ce qui correspond aux classes de taille 3, 4 et 5. Les analyses statistiques ont été conduites simultanément sur l'ensemble des arthropodes capturés, et sur la fraction des individus de taille > 10 mm, censés être plus représentés dans les régimes alimentaires d'oiseaux de plaine comme les oedicnèmes ou les outardes.

RÉSULTATS

ABONDANCE, DIVERSITÉ TAXINOMIQUE ET BIOMASSE

Un total de 4 863 individus appartenant à 35 taxons d'arthropodes a été collecté et identifié (Annexe I). La répartition des appartenances taxinomiques

n'est cependant pas uniforme, aussi bien en nombre d'individus capturés (Fig. 2a) qu'en biomasse relative par taxon (Fig. 2c), ou encore en ne conservant que les individus dont la dimension excède 10 mm (Fig. 2b, d). Ainsi, on note la prédominance des Coléoptères (59 % de la biomasse totale pour 35 % du nombre total d'individus capturés en incluant les larves, Fig. 2a, c), principalement représentés par les familles Carabidae, Scarabidae, Silphidae, Staphilinidae et leurs larves (*i.e.* larves campodéiformes). La représentativité en biomasse des Coléoptères est similaire si l'on s'intéresse aux insectes de dimension > 10 mm, notamment les Carabidae (39 %) et les larves campodéiformes (23 %), les Coléoptères totalisant alors 74 % des individus capturés pour 70 % de la biomasse totale (Fig. 2b, d).

Les autres familles et ordres rencontrés en nombre substantiel se composent de Diptera Brachycera (*i.e.* mouches : 14 % en nombre d'individus), Formicidae (12 % en nombre d'individus) et Isopoda (*i.e.* cloportes : 10 % en nombre d'individus). Cependant, si l'on s'intéresse aux individus de grande taille uniquement (> 10 mm), ces proportions diminuent fortement chez ces trois taxons (3 %, 2 % et 5 % de la biomasse respectivement chez les Diptera, Formicidae et les Isopoda). L'abondance des Diptera Brachycera de longueur inférieure à 10 mm s'explique probablement par le fait qu'il s'agit pour l'essentiel de petites mouches nécrophages attirées par les insectes capturés les premiers jours de piégeage et en début de dégradation. Les Gryllidae, Dermaptera et Tipulidae sont peu nombreux (1 % chacun), mais de par leur taille importante, ils représentent néanmoins une biomasse non négligeable (5 %, 4 %, 3 % respectivement), biomasse relative encore plus importante si l'on ne s'intéresse qu'aux individus de grande taille (7 %, 5 %, 5 % respectivement).

Près du quart des arthropodes capturés ont pu être identifiés à l'espèce (représentant plus de 40 % de la biomasse totale), appartenant majoritairement aux Coléoptères (Tab. II). Parmi ces espèces, les genres *Feronia* (*Poecilus*+*Steropus*), *Tartarogryllus* et *Potosia*, représentent à eux seuls près de 70 % de la biomasse des arthropodes identifiés, et parmi elles une espèce, *Poecilus cuprea*, contribue pour près de 50 % à la biomasse totale des captures. Cette dernière espèce, un Carabidae, a été majoritairement capturée dans les colzas (48,1 % des captures, n = 322), mais aussi dans les luzernes (25,8 %) et dans les pois (16,1 %).

EFFETS DE LA NATURE DES CULTURES

Nombre d'individus capturés et biomasses relatives

Les données par parcelle échantillonnée et par date sont fournies en Annexe II, et les résultats moyens par type de culture dans le tableau III. Nous avons analysé les effets de la nature de la culture (10 catégories), de la durée de rotation de la culture (annuelle, pluri-annuelle et permanente) et enfin du type de culture (céréales d'hiver, cultures oléagineuses et cultures fourragères) sur différents paramètres relevant de l'abondance ou de la diversité de la communauté des arthropodes capturés (Tab. IV, n = 48 parcelles). Des effets significatifs, aussi bien de la nature, de la catégorie ou de la durée de rotation des cultures apparaissent sur le nombre d'individus capturés par pot en moyenne (Tab. IV). Ainsi, les cultures les plus riches (prairies, colza) fournissent trois fois plus d'individus capturés, tous arthropodes confondus, que les cultures les plus pauvres

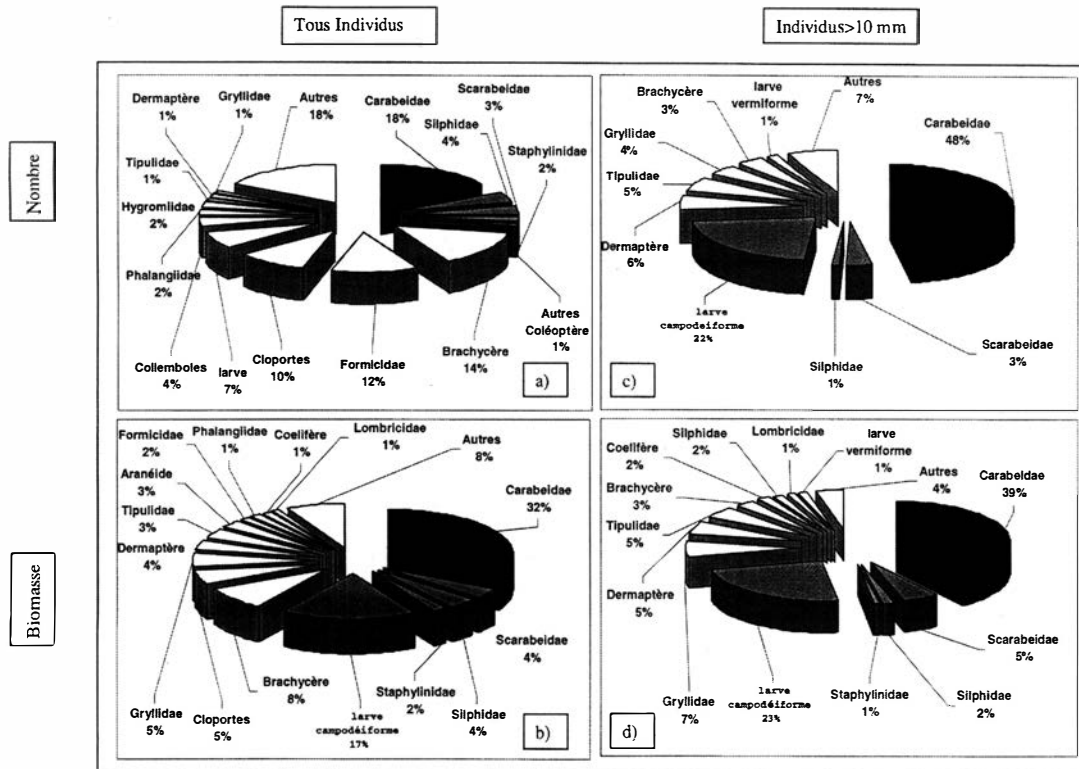


Figure 2. — Abondance et diversité taxinomique des arthropodes piégés sur 24 parcelles (48 échantillons, n = 143 pots-pièges) dans les Deux-Sèvres entre juin et juillet 1997. (a) Répartition, par familles, du nombre d'individus piégés ; (b) Répartition, par familles, du nombre d'individus de taille > 10 mm ; (c) Biomasses relatives, par famille, des arthropodes piégés ; (d) Biomasses relatives, par famille, des individus piégés de taille > 10 mm. Les Carabéides sont figurés en noir, les autres Coléoptères en gris, et le reste des arthropodes en blanc.

TABLEAU II

Liste exhaustive des taxons d'arthropodes identifiés à l'espèce, avec leurs contributions absolues en nombre et en biomasse (grammes), ainsi que leur contribution relative en biomasse. Les insectes identifiés à l'espèce représentent 21 % des arthropodes collectés (26 % des insectes collectés), et 43 % de la biomasse totale.

Ordre	Famille	Genre et espèce	N. Total	Biomasses		
				totale	relative	
Classe Insectes						
Orthoptères	Gryllidae	<i>Tartarogryllus (=Acheta) burdigalensis</i>	41	3,49	10,1 %	
		<i>Gryllus campestris</i>	1	0,25	0,7 %	
Hétéroptères	Cydnidae	<i>Cydnus aterrimus</i>	57	0,06	0,2 %	
Coléoptères	Carabidae	<i>Armara cursitans</i>	165	1,65	4,8 %	
		<i>Anchomenus dorsalis</i>	29	0,29	0,8 %	
		<i>Brachinus sclopeta</i>	127	1,27	3,7 %	
		<i>Carabus (=Procrustes) coriaceus</i>	3	0,75	2,2 %	
		<i>Chlaenius sulcicolis</i>	4	0,20	0,6 %	
		<i>Ditomis capito</i>	12	0,52	1,5 %	
		<i>Poecilus (=Feronia) cuprea</i>	322	16,01	46,3 %	
		<i>Steropus (=Feronia) madida</i>	32	2,15	6,2 %	
		<i>Gynandromorphus etruscus</i>	15	0,15	0,4 %	
		<i>Harpalus cupreus</i>	31	1,43	4,1 %	
		<i>Harpalus pubescens</i>	32	1,70	4,9 %	
		Histeridae	<i>Hister quadrimaculatus</i>	5	0,05	0,1 %
		Silphidae	<i>Necrophorus fossor</i>	7	0,65	1,9 %
			<i>Silpha sinuata</i>	24	0,32	0,9 %
		Cetoniidae	<i>Cetonia aurata</i>	1	0,10	0,3 %
<i>Potosia cuprea</i>	28		2,70	7,8 %		
Lampyridae	<i>Lampyris noctiluca</i>	1	0,05	0,1 %		
Coccinellidae	<i>Coccinella 7-punctata</i>	6	0,06	0,2 %		
	Classe Arachnides					
Opiliones	Phalangiidae	<i>Phalangium opilio</i>	65	0,65	1,9 %	
Total			1 008	34,6	100 %	

(labours, céréales), et 20 fois plus pour ce qui est des gros arthropodes (dimensions supérieures à 10 mm), bien que les prairies s'effacent au profit des ray-grass (Tab. III). Paradoxalement cependant, aucun effet significatif du type de culture n'est obtenu pour ce qui est de la biomasse moyenne par pot, ce qui est dû en réalité à la grande variabilité de la biomasse obtenue sur les différentes parcelles d'une même culture.

Cette première approche masque cependant le fait que la représentation des cultures dans l'assolement n'est pas homogène. Ainsi, lorsque l'on tient compte des proportions relatives de chaque culture, les colzas, les ray-grass et les céréales d'hiver contribuent pour 75 % à la biomasse totale en arthropodes (toutes tailles confondues) dans notre secteur d'étude (Tab. III). Ces valeurs demeurent pratiquement inchangées lorsque l'on s'intéresse aux individus de taille supérieure à 10 mm (Tab. III). Il en est de même pour les proportions relatives du nombre d'individus capturés par culture. La prédominance des colzas est d'ailleurs accrue lorsque l'on s'intéresse à la famille d'arthropodes majoritaire, les Carabidae, puisque cette culture accueille à elle seule 64 % de la biomasse totale.

TABLEAU III

Abondance (moyennes par pot) et biomasse des arthropodes capturés dans les Deux-Sèvres (1997) selon le type de culture échantillonné. Ces valeurs, relativement à la proportion de la culture par rapport à l'ensemble des cultures, sont également présentées dans les deux dernières colonnes. Les biomasses sont présentées en mg.

Type de culture	Nombre de pots	Nombre moyen d'individus/pot	Nombre d'individus > 10 mm/pot	Bio-masse/pot (tous individus)	Bio-masse/pot (individus > 10 mm)	% de la culture dans l'assolement	% Bio-masse relative sur la zone étudiée	% Nombre d'individus sur la zone étudiée
Colza	12	48	16	1 135,7	854,2	15,7	40,3	31,0
Pois	6	25	13	753,0	675,0	2,2	3,8	2,3
Lin	6	43	7	626,2	383,3	0,4	0,6	0,7
Ray-Grass	18	41	19	724,8	566,7	6,3	10,3	10,7
Luzerne	24	45	7	654,0	433,3	4,6	6,8	8,5
Jachère	12	18	3	341,8	233,3	0,4	0,2	0,3
Prairie pâturée	18	46	5	591,4	405,6	2,7	3,7	5,2
Prairie de fauche	12	56	5	635,8	275,0	1,4	1,5	3,3
Céréale d'hiver	24	15	3	252,0	187,5	43,1	24,5	26,5
Maïs & tournesols	11	13	2	178,4	110,0	22,9	8,3	11,5

Richesse taxinomique, diversité et équitabilité

La richesse taxinomique a été analysée au niveau de la famille (pour les insectes, au niveau de l'ordre pour le reste des arthropodes). Les cultures les plus riches sont les prairies et luzernes (avec 13 à 16 familles présentes en moyenne), et les plus pauvres sont les céréales d'hiver et les labours (maïs et tournesols), avec moins de 10 familles en moyenne (Fig. 3). Ces différences ne sont toutefois pas significatives ($p = 0,07$; Tab. IV). Par contre, des différences significatives apparaissent lorsque l'on s'intéresse aux catégories de cultures, les cultures fourragères dans leur ensemble étant plus diversifiées que les oléo-protéagineuses ou les céréales d'hiver, de même que les cultures permanentes ou à rotation pluri-annuelle par rapport aux cultures annuelles (Tab. IV).

L'indice de Shannon, pour l'ensemble des arthropodes échantillonnés, ne varie pas significativement selon la nature des cultures, leur type ou leur catégorisation vis-à-vis de la durée de rotation (Tab. IV ; voir aussi Fig. 3), sa valeur étant comprise entre 2 et 3 en moyenne. En considérant la totalité des arthropodes capturés, l'équitabilité est maximale pour les cultures abritant les communautés les moins diversifiées (céréales d'hiver, labours, pois). Les cultures fourragères au contraire, présentent à la fois les richesses taxinomiques et indices de Shannon les plus élevés, avec des équitabilités moyennes (Fig. 3). Ces résultats sont amplifiés lorsque l'analyse est restreinte aux classes de tailles supérieures à 10 mm (Fig. 3). Le colza enfin, dont la biomasse en arthropodes est la plus élevée, est une culture abritant une communauté peu diversifiée (Fig. 3).

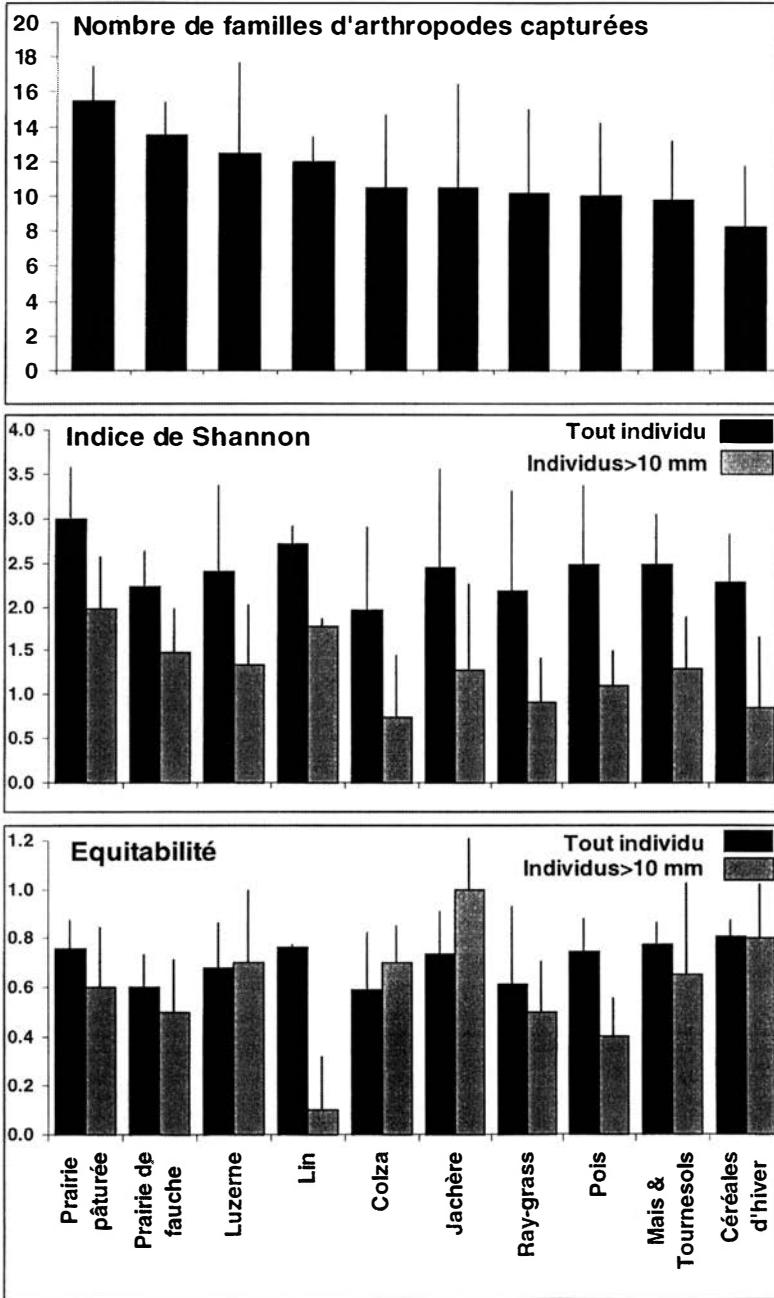


Figure 3. — Diversité taxinomique au niveau de la famille des arthropodes capturés selon le type de culture. Trois indices ont été utilisés, la richesse taxinomique, l'indice de Shannon et l'équitabilité (voir méthodes pour plus de détails), pour le peuplement total et pour le peuplement réduit aux individus supérieurs à 10 mm.

EFFET DE L'ÉTAT DES CULTURES ET DE LA DATE DE PIÉGEAGE

La date à laquelle les piégeages ont été réalisés n'a un effet significatif que sur la richesse taxinomique, qui diminue progressivement de $13,8 \pm 2,7$ familles à $9,2 \pm 3,7$ familles entre mi-juin et fin-juillet (Tab. IV). La biomasse relative diminue significativement dans le cas des céréales d'hiver après la moisson (Test

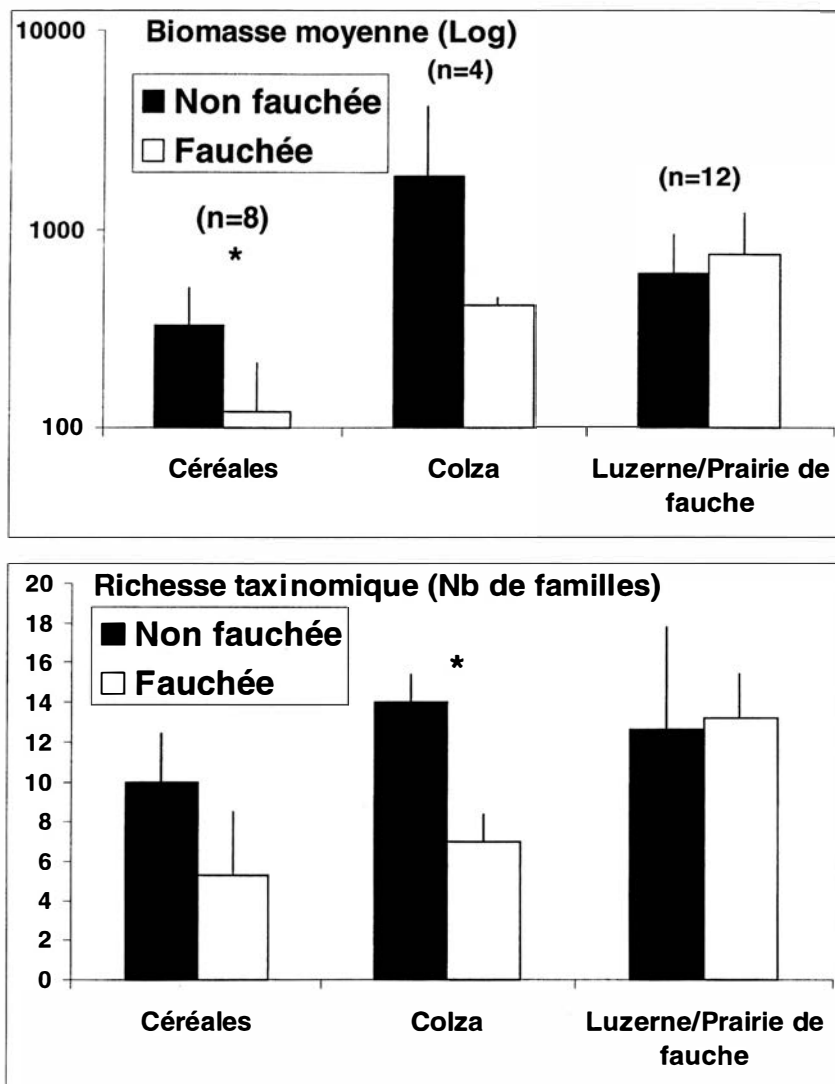


Figure 4. — Comparaison de la biomasse (en mg, transformée en logarithme) et de la richesse taxinomique des arthropodes capturés en fonction de l'état, fauchée ou non, de la culture. L'astérisque indique une comparaison significativement différente entre les deux valeurs.

TABLEAU IV

Influence de différents facteurs caractérisant les cultures (nature, durée de rotation, état) ou la nature du piégeage (secteur, date) sur la diversité, l'abondance et la biomasse des arthropodes capturés. Les tests significatifs sont indiqués en gras. Les valeurs par culture sont fournies dans le tableau III, et par parcelle de piégeage dans l'annexe II.

Facteur testé	ddl	N. ind/pot ¹		Biomasse/pot ¹		Indice de Shannon		Équitabilité		Richesse taxinomique ²	
		Test	P	Test	P	Test	P	Test	P	Test	P
Secteur (Vauballier vs. Sainte-Blandine) ³	1	247,5	0,40	256	0,51	264	0,63	276,5	0,81	212,5	0,118
Nature de la culture ⁴	9	19,1	0,020	10,8	0,29	7,07	0,63	8,63	0,47	15,5	0,07
Catégorie de culture (durée de rotation) ⁴	2	10,2	0,006	1,84	0,40	1,88	0,39	0,39	0,82	12,45	0,002
Type de culture (céréale, fourrage, oléo-protéagineux) ⁴	2	8,8	0,012	3,98	0,14	1,21	0,55	2,68	0,26	9,01	0,011
État de la parcelle (fauchée vs. non fauchée) ³	1	169	0,26	210	0,89	112,5	0,014	191,0	0,55	128,5	0,036
Date de piégeage ⁵	1	2,3	0,14	0,03	0,95	3,39	0,07	0,07	0,79	8,24	0,007

¹ Il s'agit de la valeur moyenne des 3 pots par parcelle.

² L'analyse porte au niveau de la famille (*i.e.*, le nombre de familles par parcelle).

³ Test non paramétrique de Mann-Witney

⁴ Test non paramétrique de Kruskal-Wallis.

⁵ Régression linéaire.

de Mann-Whitney, $U = 1,00$, $p = 0,05$; Fig. 4), non significativement dans le cas du colza, et ne varie pas, enfin, pour ce qui est des luzernes et prairies de fauche. Cependant, l'effet de la date de piégeage est ici difficile à dissocier de celui de la fauche, car les cultures fauchées ont dans l'ensemble été échantillonnées après les cultures non fauchées. La fauche a un effet également sur la richesse taxinomique, pour ce qui est du colza ($p = 0,05$), mais ne semble pas avoir d'impact marqué, ni sur la diversité spécifique mesurée par l'indice de Shannon, ni sur l'équitabilité. Ces résultats mériteraient cependant d'être analysés sur de plus grands échantillons.

DISCUSSION

Cette étude sur la biomasse et la diversité taxinomique des arthropodes actifs sur le sol en milieu agricole a été réalisée afin d'apprécier le stock alimentaire potentiellement disponible pour les oiseaux de plaine céréalière, en évaluant l'importance relative des facteurs de variation liés aux pratiques agricoles. Nous discuterons successivement de l'influence des pratiques agricoles sur la communauté des arthropodes, de la pertinence de notre technique de piégeage des

arthropodes dans un contexte d'évaluation de la ressource alimentaire pour les grandes espèces d'oiseaux de plaine céréalière, et enfin des conséquences de nos résultats pour la conservation de ces espèces menacées.

BIOMASSE ET DIVERSITÉ DES ARTHROPODES EN MILIEU AGRICOLE

Les luzernes sont traditionnellement considérées comme abritant une forte biomasse et une grande diversité en arthropodes. Nous ne confirmons que partiellement ce résultat dans notre étude, les cultures ne différant pas significativement entre elles en biomasses relatives (bien que les colzas montrent des valeurs supérieures aux autres cultures), et les cultures les plus diversifiées étant les prairies, les luzernes arrivant seulement en troisième rang. Blés, maïs et tournesols sont cependant plus pauvres, en biomasse et en diversité taxinomique, que les autres cultures. Le peuplement en arthropodes révélé au cours de cette étude est de manière générale fort peu diversifié, puisque 4 espèces regroupent à elle seules plus de 70 % de la biomasse relative (au moins pour ce qui est des taxons déterminés au niveau spécifique), toutes cultures confondues. Par ailleurs, 12 espèces seulement contribuent pour 95 % de la biomasse présente. Les Carabidae à eux seuls représentent 60 % de la biomasse. Trois cultures regroupent également 75 % de la biomasse disponible, mais cela tient à leur représentation dans l'assolement de notre secteur d'étude. Il s'agit donc d'un peuplement d'arthropodes pauvre dans l'ensemble, ce qui n'est pas nécessairement toujours le cas en plaine céréalière. Ainsi, si Kiss *et al.* (1994), utilisant une technique identique sur une parcelle de blé (131 ha) en Hongrie, ont montré que les Carabidae constituaient également l'essentiel des communautés d'arthropodes (> 40 %), ils ont en revanche identifié 51 espèces de Carabidae (contre 12 dans cette étude, en dépit d'une plus grande diversité de cultures piégées). Il faut préciser toutefois que nous n'avons pas déterminé spécifiquement les Carabidae de moins de 5 mm, car ils ne sont pas consommés par les grands oiseaux de plaine céréalière, et que notre période de piégeage, limitée dans le temps, ne nous permet pas d'apprécier l'existence potentielle d'espèces à développement tardif ou précoce (voir Duelli *et al.*, 1999).

Plusieurs études ont montré que l'intensification des pratiques agricoles (*e.g.*, couverts prairiaux implantés, utilisation de pesticides, de fertilisants, mécanisation) réduit à la fois biomasse et diversité du peuplement des arthropodes (Rands, 1986 ; Rushton *et al.*, 1989 ; Wingerden *et al.*, 1992), bien que la plupart ait porté sur le pâturage ou les fertilisants (*e.g.*, Rushton *et al.*, 1989 ; Dennis *et al.*, 1997). Par ailleurs, l'utilisation des herbicides réduit les populations de Carabidae, de même que le labour (Luff, 1987). Nous suggérons donc que la faible diversité de notre peuplement résulte des mêmes facteurs (pesticides, fertilisant, mécanisation), caractéristiques de l'agriculture intensive. Il serait cependant intéressant à l'avenir de pouvoir comparer, avec des méthodes de piégeage strictement identiques, nos valeurs de biomasses avec celles obtenues dans d'autres plaines céréalières intensives.

REPRÉSENTATIVITÉ DE LA MÉTHODE DE PIÉGEAGE POUR L'ANALYSE DES DISPONIBILITÉS ALIMENTAIRES

Il existe une littérature volumineuse sur les techniques de piégeage d'invertébrés, en particulier en relation avec l'alimentation des oiseaux (*e.g.*, Cooper &

Witmore, 1990 ; Poulin & Lefebvre, 1997). La technique des pots-pièges est couramment utilisée, mais comme les autres, elle n'est pas exempte de biais potentiels lorsque l'on veut évaluer des valeurs d'abondance ou de densité absolues d'arthropodes. Par exemple, elle reflète autant le type d'activité des insectes que leur densité réelle, et les captures dépendent du type de couvert végétal (Luff, 1975). Cependant, en comparant des taux de captures ou des biomasses relatives, ce type de biais potentiels est fortement réduit (voir aussi Rushton *et al.*, 1989). Nous avons également fait le choix de ne nous intéresser qu'aux espèces les plus fréquemment capturées, car la technique des pots-pièges est très sensible aux espèces rares lorsque l'on compare des communautés (Greenslade, 1964 ; Dennis *et al.*, 1997). Enfin, nous avons regroupé lors du traitement de nos résultats les larves de type morphologique campodéiforme aux Coléoptères, qui incluent outre ces derniers (Carabidae, Staphylinidae), d'autres ordres (larves primaires de Strepsiptera et certains Trichoptera : Paulian, 1990). Ce type de regroupement taxinomique ne génère cependant pas de biais, car les oiseaux insectivores en général sont plus sensibles à la taille des insectes ou leur âge (larve vs adulte) qu'à leur appartenance taxinomique, d'autant qu'ils se nourrissent en général de façon opportuniste (*e.g.*, Poulin *et al.*, 1994).

En biomasse, les Coléoptères, et en particulier les Carabidae, fournissent l'essentiel des communautés d'arthropodes. La prédominance des Coléoptères en nombre d'individus et en biomasse est bien entendu liée partiellement à la technique de piégeage que nous avons utilisée, puisque les pièges d'interception capturent préférentiellement la faune active se déplaçant en surface sur le sol. À cet égard, de nombreux Coléoptères sont des insectes chasseurs/marcheurs, en particulier les Carabidae de loin les plus abondants dans les pots-pièges (Perrier, 1977). De plus, des espèces de Coléoptères du sol, une fois capturées, émettent une phéromone attractive pour les autres individus (Luff, 1986 ; Ausden, 1997). Aussi l'importance des Coléoptères dans les captures est à considérer avec prudence, d'autant que parmi les insectes, les Orthoptères représentent la biomasse la plus importante, au moins pour ce qui est des systèmes prairiaux (Guegen *et al.*, 1980 ; Guegen, 1981). Or les Orthoptères constituent également des proies pour de nombreuses espèces d'oiseaux en milieu de plaine (Busards, Outardes), et la méthode des pots-pièges doit donc être complétée par l'évaluation directe des Orthoptères par une autre méthode dans le cadre d'une évaluation exhaustive du stock alimentaire en insectes. Cependant, la forte prédominance des Carabidae dans notre échantillon piégé est à rapprocher de l'importante concentration de résidus de Coléoptères, en particulier des carabes (élytre, fémur, tibia) dans les fientes d'Oedicnème criard collectées au cours de cette étude (données non publiées ; voir aussi Green *et al.*, 2000), de même que dans les fientes d'Outardes canepetières (Jiguet, 2001). Chez cette dernière espèce, il existe d'ailleurs une corrélation étroite entre les fréquences d'occurrence des principaux Coléoptères dans le régime alimentaire et les résultats de piégeage (Jiguet, 2001).

CONSERVATION DES OISEAUX DE PLAINES CÉRÉALIÈRES

L'Outarde canepetière et l'Oedicnème criard, comme la plupart des espèces d'oiseaux inféodées à la plaine céréalière, sont en forte régression en France et de manière générale, en Europe. Cette régression est attribuée aux modifications, récentes, de pratiques agricoles. Ainsi, en France, respectivement 24,3 % et 16,7 % des espèces d'oiseaux menacées le sont du fait de la transformation des milieux

(prairies) et de l'utilisation des pesticides (Rocamora & Yeatman-Berthelot, 1999). En France, les milieux pérennes ou semi-permanents dans les plaines cultivées (luzernes, prairies, etc.) diminuent de façon très sensible : entre 1982 et 1997, 16,4 % des milieux prairiaux ont ainsi disparu du territoire national (AGRESTE, 1998). De plus, en milieu cultivé l'abondance des insectes est fortement réduite par l'utilisation d'intrants, notamment les herbicides (e.g., Potts, 1986 ; Serre & Birkan, 1985). Il est cependant aujourd'hui difficile d'analyser les effets de la modernisation de l'agriculture sur les communautés d'arthropodes et notamment de séparer les effets liés aux modifications de la structure du paysage de ceux liés à l'utilisation des intrants (Panek, 1997). Identifier les causes exactes de déclin des oiseaux de plaine demeure donc une urgence, car si la perte de diversité est sans doute une conséquence directe des modifications de pratiques agricoles, les mécanismes en sont certainement complexes, et les preuves de causalité directe uniquement disponibles à ce jour pour la Perdrix grise (Potts, 1997). Par ailleurs, il serait souhaitable de renforcer les populations d'arthropodes, soit par une augmentation sensible des taux de couverts permanents (prairies) ou à rotation pluri-annuelles (luzernes), soit par une diminution des intrants, notamment les herbicides, dans les couverts prairiaux.

RÉFÉRENCES

- AGRESTE (1998). — *L'utilisation du territoire en 1997. Nouvelles séries de 1991 à 1997. Données chiffrées*. Agriculture, 101 : 1-74.
- AUSDEN, M. (1997). — Invertebrates : pitfall traps. In : W.J. Sutherland. *Ecological census techniques. A handbook*. Cambridge University Press.
- BAINES, D., WILSON, I.A. & BEELEY, G. (1996). — Timing of breeding in black grouse *Tetrao tetrix* and capercaillie *Tetrao urogallus* and distribution of insect food for the chicks. *Ibis*, 138 : 181-187.
- BELLMAN, H. & LUQUET, G. (1995). — *Guide des sauterelles, grillons et criquets d'Europe occidentale*. Delachaux & Niestlé.
- BOUTIN, J.M. & MÉTAIS, M. (1995). — *L'Outarde canepetière*. Eveil Editeur.
- BUREL, F. (1989). — Landscape structure effects on carabid beetles spatial patterns in western France. *Landscape Ecology*, 2 : 215-226.
- BUREL, F. (1992). — Effect of landscape structure and dynamics on species diversity in hedgerow networks. *Landscape Ecology*, 6 : 161-174.
- BUREL, F., BAUDRY, J., BUTET, A., CLERGEAU, P., DELETTRE, Y., LECCEUR, D., DUBS, F., MORVAN, N., PALLAT, G., PETIT, S., THENAIL, C., BRUNEL, E. & LEFEUVRE, J.-C. (1998). — Comparative biodiversity along a gradient of agricultural landscapes. *Acta Oecol.*, 19 : 47-60.
- CHATENET, G. DU (1990). — *Guide des coléoptères d'Europe*. Delachaux & Niestlé.
- CHINERY, M. (1993). — *Insectes de France et d'Europe occidentale*. Arthaud.
- CHOPARD, L. (1951). — *Faune de France*. Orthoptéroïdes.
- COOPER, R.J. & WHITMORE, R.C. (1990). — Arthropod sampling methods in Ornithology. Pp. 29-37, in : M.L. Morrison, C.J. Ralph, J. Verner & J.R. Jehl (Eds.). *Avian foraging : theory, methodology, and applications*. Stud. Avian Biology 13, Cooper Ornith. Soc., California.
- CRAMP, S. & SIMMONS, K.E.L. (Eds.) (1977). — *Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa*. Vol. 1. Oxford Univ. Press, Oxford.
- DENNIS, P., YOUNG, M.R., HOWARD, C.L. & GORDON, I.J. (1997). — The response of epigeal beetles (Col. : Carabidae, Staphylinidae) to varied grazing regimes on upland *Nardus stricta* grasslands. *J. Applied Ecol.*, 34 : 433-443.
- DUELLI, P., OBRIST, M.K. & SCHMATZ, D.R. (1999). — Biodiversity evaluation in agricultural landscapes : above-ground insects. *Agric., Ecosyst. & Env.*, 74 : 33-64.
- JOLIVET, C. (1996). — L'Outarde canepetière en déclin en France. Situation en 1995. *Ornithos*, 3 : 73-77.

- GÉROUDET, P. (1983). — *Limicoles, gangas et pigeons d'Europe*. Delachaux & Niestlé.
- GÉROUDET, P. (1994). — *Grands échassiers, gallinacés, râles d'Europe*. Delachaux & Niestlé.
- GREENSLADE, P.J.M. (1964). — Pitfall trapping as a method for studying Carabidae (Coleoptera). *J. Anim. Ecol.*, 33 : 301-310.
- GIBBONS, D.W., REID, J.B. & CHAPMAN, R.A. (1993). — *The new Atlas of breeding birds in Britain and Ireland : 1988-1991*. T. & A.D. Poyser, London.
- GREEN, R.E., TYLER, G.A. & BOWDEN, C.G.R. (2000). — Habitat selection, ranging behaviour and diet of the stone curlew (*Burhinus oedincnemus*) in Southern England. *J. Zool., London*, 250 : 161-183.
- GUEGUEN, A., (1981). — *Les peuplements d'orthoptères indicateurs de l'évolution normale ou pathologique des milieux*. Rapport non publié, Université de Rennes 1, Comité Faune-Flore (Ministère de l'Environnement).
- GUEGUEN, A., LEFEUVRE, J.-C., FORGEARD, J. & TOUFFET, J. (1980). — Analyse comparée de la dynamique de la restauration du peuplement d'orthoptères et du peuplement végétal dans une zone brûlée de lande. *Bull. Ecol.*, 11 : 747-764.
- HODAR, J.A. (1996). — The use of regression equations for estimation of arthropod biomass in ecological studies. *Acta Oecol.*, 17 : 421-433.
- JIGUET, F. (2001). — *Défense des ressources, choix du partenaire et mécanismes de formation des leks chez l'Outarde canepetière (Tetrax tetrax), une espèce menacée des plaines céréalières*. Thèse de Doctorat, Université Paris 6.
- JONES, D. (1990). — *Guide des Araignées et des Opilions d'Europe*. Delachaux & Niestlé.
- JONSEN, I.D. & FARHIG, L. (1997). — Response of generalist and specialist insect herbivores to landscape spatial structure. *Landscape Ecol.*, 12 : 185-197.
- KISS, J., KADAR, F., TOTH, I., KOZMA, E. & TOTH, F. (1994). — Occurrence of predatory arthropods in winter wheat and in the field edge. *Ecologie*, 25 : 127-132.
- LUFF, M.L. (1975). — Some features influencing the efficiency of pitfall traps. *Oecologia*, 19 : 345-357.
- LUFF, M.L. (1986). — Aggregation of some carabidae in pitfall traps, in : P.J. den Boer, M.L. Luff, D. Mossakowski & F. Weber (Eds). *Carabid Beetles : Their adaptations and dynamics*. Gustav Fisher, Stuttgart & New York.
- LUFF, M.L. (1987). — Biology of polyphagous ground beetles in agriculture. *Agricultural Zoology Reviews*, 2 : 237-278.
- O'CONNOR, R.J. & SHRUBB, M. (1986). — *Farming and birds*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- PAIN, D.J. & DIXON, J. (1997). — Why farming and birds in Europe. Pp. 1-24, in : Pain, D.J. & Pienkowski, M.W. (Eds). *Farming and birds in Europe*. Academic Press.
- PAIN, D.J. & PIENKOWSKI, M.W. (Eds) (1997). — *Farming and birds in Europe*. Academic Press.
- PANEK, M. (1997). — The effect of agricultural landscape structure on food resources and survival of grey partridge *Perdix perdix* chicks in Poland. *J. Appl. Ecol.*, 34 : 787-792.
- PAULIAN, R. (1990). — *Atlas des larves d'insectes de France. Atlas d'entomologie*. Boubée, Paris.
- PERRIER, R. (1977). — *Faune de la France illustrée. Coléoptères*. Delagrave.
- POTTER, C. (1997). — Europe's changing farmed landscapes. Pp. 25-42, in : D.J. Pain, & M.W. Pienkowski (Eds). *Farming and birds in Europe*. Academic Press.
- POTTS, D. (1997). — Cereal farming, pesticides and grey partridges. Pp. 150-177, in : D.J. Pain, & M.W. Pienkowski (Eds). *Farming and birds in Europe*. Academic Press.
- POULIN, B. & LEFEBVRE, G. (1997). — Estimation of arthropods available to birds : effect of trapping technique, prey distribution, and bird diet. *J. Field Ornithol.*, 68 : 426-442.
- POULIN, B., LEFEBVRE, G. & MCNEIL, R. (1994). — Diet of land birds from northeastern Venezuela. *Condor*, 96 : 354-367.
- RANDS, M.R.W. (1986). — The survival of gamebird (galliformes) chicks in relation to pesticide use on cereals. *Ibis*, 128 : 57-64.
- ROBERTS, M.J. (1995). — *Spiders of Britain & northern Europe*. Harper Collins Publishers.
- ROCAMORA, G. & YEATMAN-BERTHELOT, D. (1999). — *Oiseaux menacés et à surveiller en France*. Société d'Études Ornithologiques de France / Ligue pour la Protection des Oiseaux, Paris.
- RUSHTON, S.P., LUFF, M.L. & EYRE, M.D. (1989). — Effects of pasture improvement and management on the ground beetle and spider communities of upland grasslands. *J. Applied Ecol.*, 26 : 489-503.
- SERRE, D. & BIRKAN, M. (1985). — Incidence de traitements insecticides sur les ressources alimentaires de poussins de perdrix grise. *Gibier Faune sauvage*, 4 : 21-61.
- TUCKER, G. (1997). — Priorities for bird conservation in Europe : the importance of the farmed landscape. Pp. 79-116, in : D.J. Pain & M.W. Pienkowski (Eds). *Farming and birds in Europe*. Academic Press.

- TUCKER, G.M. & HEATH, M.F. (1994). — *Birds in Europe : their conservation status*. Cambridge, U.K. : BirdLife International (BirdLife Conservation Series n° 3).
- WINGERDEN, K.R.E. VAN, KREFELD, A.R. VAN & BONGERS, W. (1992). — Analysis of species composition and abundance of grasshoppers (Orth., Acrididae) in natural and fertilized grasslands. *J. Appl. Ent.*, 113 : 138-152.
- ZAHRADNIK, J. (1991). — *Guide des abeilles, guêpes et fourmis. Les hyménoptères d'Europe*. Hatier.

Annexe I

Bilan par taxon identifié des campagnes de piégeage d'arthropodes dans le sud des Deux-Sèvres en juin et juillet 1997.

Cultures	Céréales d'hiver	Colza	Jachère	Lin	Luzerne	Maïs	Pois	Prairie de fauche	Prairie pâturée	Ray-grass	Tournesol	TOTAL
Nombre de pots	24	12	12	6	24	6	6	12	18	18	5	143
Taxons identifiés												
Collembola	0	0	0	0	0	0	0	0	2	200	0	202
Orthoptera	0	0	1	2	8	0	0	1	1	0	0	13
Caelifera	1	1	1	1	14	0	0	1	5	0	0	24
Ensifera	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Gryllidae	1	11	0	0	5	0	0	0	12	20	0	49
Dermaptera	6	3	2	0	15	0	1	21	8	1	0	57
Hemipteroidea	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0	37
Heteroptera	1	0	5	18	3	1	5	4	4	3	0	44
Cicadellidae	0	0	1	0	17	1	0	5	11	2	0	37
Aphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5
Lepidoptera	0	3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	5
Diptera Nematocera	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	3
Tipulidae	14	9	0	3	18	8	0	0	3	6	0	61
Diptera Brachycera	58	58	56	52	143	21	2	136	80	60	30	696
Braconidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Hymenoptera	0	1	3	5	0	0	0	1	1	1	2	14
Ichneumonidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Formicidae	44	9	15	77	73	4	4	167	194	7	0	594
Apidae	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
Coleoptera	3	4	4	2	14	1	10	0	9	3	4	54

Annexe I (suite)

Bilan par taxon identifié des campagnes de piégeage d'arthropodes dans le sud des Deux-Sèvres en juin et juillet 1997.

Cultures	Céréales d'hiver	Colza	Jachère	Lin	Luzerne	Maïs	Pois	Prairie de fauche	Prairie pâturée	Ray-grass	Tournesol	TOTAL
Larves Campod.	11	13	2	20	41	1	30	13	53	162	1	347
Carabeidae	51	380	67	14	127	2	60	21	41	64	5	832
Histeridae	1	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	5
Silphidae	17	43	1	10	38	0	20	8	35	43	1	216
Staphylinidae	3	6	2	4	25	4	1	10	26	10	4	95
Scarabeidae	5	4	10	2	29	4	1	4	87	25	1	172
Lampyridae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Coccinellidae	1	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	6
Curculionidae	2	4	0	0	7	4	4	5	7	2	1	36
Chilopoda Myriapodes	0	0	0	1	0	0	1	0	0	6	1	9
Isopoda Cloportes	1	1	7	0	190	0	0	215	70	2	0	486
Acarina	0	0	0	0	1	0	0	3	32	0	0	36
Opiliona	7	1	2	0	12	13	2	1	2	2	0	42
Phalangiiidae	10	4	2	0	40	3	0	1	8	31	7	106
Araneae	88	18	15	8	90	7	11	26	90	79	7	439
Autres Taxons	0	0	0	0	5	0	0	4	2	0	0	11
Total arthropodes	325	574	198	256	919	78	152	650	794	729	64	4 739
Lombricidae	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	4
Enidae	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	22
Hygromiidae	26	0	9	0	37	0	0	16	10	0	0	98
Total autres	26	0	9	0	39	0	0	16	33	1	0	124
TOTAL GÉNÉRAL	351	574	207	256	958	78	152	666	827	730	64	4 863

Annexe II

Résultats de la campagne de piégeage d'arthropodes par parcelle et par date.

N° Parcelle	Secteur	Cultures	Catégorie de culture	Durée de rotation	État de la culture	Date	N. pots	N. familles capturées	Indice de Shannon	Équitabilité	N. individus par pot	Bio-masse/pot (mg)
9	Vauballier	Céréales	Céréales d'hiver	annuelle	non-Fauchée	13/6	3	9	2,32	0,73	11	120,00
9	Vauballier	Céréales	Céréales d'hiver	annuelle	Fauchée	21/7	3	4	1,73	0,96	5	180,67
10	Sainte-Blandine	Céréales	Céréales d'hiver	annuelle	non-Fauchée	20/6	3	9	2,30	0,73	22	571,00
10	Sainte-Blandine	Céréales	Céréales d'hiver	annuelle	non-Fauchée	22/7	3	7	2,24	0,8	9	183,67
11	Vauballier	Céréales	Céréales d'hiver	annuelle	non-Fauchée	13/6	3	13	2,94	0,79	21	373,33
11	Vauballier	Céréales	Céréales d'hiver	annuelle	Fauchée	21/7	3	3	1,31	0,83	2	13,67
12	Sainte-Blandine	Céréales	Céréales d'hiver	annuelle	non-Fauchée	20/6	3	12	2,84	0,79	38	404,67
12	Sainte-Blandine	Céréales	Céréales d'hiver	annuelle	Fauchée	22/7	3	9	2,56	0,81	9	168,33
3	Vauballier	Colza	Oléo-protéagineux	annuelle	non-Fauchée	13/6	3	13	3,28	0,89	19	206,67
3	Vauballier	Colza	Oléo-protéagineux	annuelle	Fauchée	21/7	3	6	1,12	0,43	13	386,67
11	Sainte-Blandine	Colza	Oléo-protéagineux	annuelle	non-Fauchée	20/6	3	15	1,47	0,38	143	3 506,00
11	Sainte-Blandine	Colza	Oléo-protéagineux	annuelle	Fauchée	22/7	3	8	1,97	0,66	16	443,33
7	Vauballier	Jachère	Fourrages	pluri-annuelle	non-Fauchée	13/6	3	17	3,32	0,81	28	758,67
7	Vauballier	Jachère	Fourrages	pluri-annuelle	non-Fauchée	21/7	3	14	3,41	0,9	14	312,00
9	Sainte-Blandine	Jachère	Fourrages	pluri-annuelle	non-Fauchée	20/6	3	5	1,15	0,49	15	151,33
9	Sainte-Blandine	Jachère	Fourrages	pluri-annuelle	Fauchée	22/7	3	6	1,91	0,74	14	145,33
5	Sainte-Blandine	Lin	Oléo-protéagineux	annuelle	non-Fauchée	20/6	3	13	2,86	0,77	31	366,00
5	Sainte-Blandine	Lin	Oléo-protéagineux	annuelle	non-Fauchée	22/7	3	11	2,58	0,75	55	886,33
2	Sainte-Blandine	Luzerne	Fourrages	pluri-annuelle	non-Fauchée	20/6	3	14	3,27	0,86	30	671,00

Annexe II (suite)

Résultats de la campagne de piégeage d'arthropodes par parcelle et par date.

N° Parcelle	Secteur	Cultures	Catégorie de culture	Durée de rotation	État de la culture	Date	N. pots	N. familles capturées	Indice de Shannon	Équitabilité	N. individus par pot	Biomasse/pot (mg)
2	Sainte-Blandine	Luzerne	Fourrages	pluri-annuelle	Fauchée	22/7	3	11	2,57	0,75	44	1 112,67
4	Vauballier	Luzerne	Fourrages	pluri-annuelle	non-Fauchée	13/6	3	19	3,13	0,74	69	719,00
4	Vauballier	Luzerne	Fourrages	pluri-annuelle	non-Fauchée	21/7	3	15	3,22	0,82	38	777,33
7	Sainte-Blandine	Luzerne	Fourrages	pluri-annuelle	non-Fauchée	20/6	3	16	1,95	0,49	31	857,33
7	Sainte-Blandine	Luzerne	Fourrages	pluri-annuelle	non-Fauchée	22/7	3	9	2,76	0,87	16	105,67
8	Vauballier	Luzerne	Fourrages	pluri-annuelle	non-Fauchée	13/6	3	14	1,94	0,51	87	936,00
8	Vauballier	Luzerne	Fourrages	pluri-annuelle	non-Fauchée	21/7	3	2	0,41	0,41	4	53,33
3	Sainte-Blandine	Maïs	Oléo-protéagineux	annuelle	non-Fauchée	20/6	3	11	3,08	0,89	12	263,00
3	Sainte-Blandine	Maïs	Oléo-protéagineux	annuelle	non-Fauchée	22/7	3	13	2,79	0,76	14	154,00
1	Sainte-Blandine	Prairie de Fauche	Fourrages	permanente	Fauchée	20/6	3	12	2,53	0,7	22	153,67
1	Sainte-Blandine	Prairie de Fauche	Fourrages	permanente	Fauchée	22/7	3	14	2,12	0,56	60	628,00
10	Vauballier	Prairie de Fauche	Fourrages	permanente	non-Fauchée	13/6	3	12	2,56	0,71	55	689,67
10	Vauballier	Prairie de Fauche	fourrages	permanente	Fauchée	21/7	3	16	1,71	0,43	86	1 071,67

Annexe II (suite)

Résultats de la campagne de piégeage d'arthropodes par parcelle et par date.

N° Parcelle	Secteur	Cultures	Catégorie de culture	Durée de rotation	État de la culture	Date	N. pots	N. familles capturées	Indice de Shannon	Équitabilité	N. individus par pot	Biomasse/pot (mg)
4	Sainte-Blandine	Pois	Oléo-protéagineux	annuelle	Fauchée	20/6	3	13	3,11	0,84	25	558,67
4	Sainte-Blandine	Pois	Oléo-protéagineux	annuelle	Fauchée	20/6	3	13	3,11	0,84	25	558,67
4	Sainte-Blandine	Pois	Oléo-protéagineux	annuelle	Fauchée	22/7	3	7	1,83	0,65	26	947,33
5	Vauballier	Prairie pâturée	Fourrages	permanente	non-Fauchée	13/6	3	16	2,50	0,63	41	313,33
5	Vauballier	Prairie pâturée	Fourrages	permanente	non-Fauchée	21/7	3	16	3,44	0,86	44	367,00
6	Sainte-Blandine	Prairie pâturée	Fourrages	permanente	non-Fauchée	20/6	3	12	2,07	0,58	34	232,33
6	Sainte-Blandine	Prairie pâturée	Fourrages	permanente	non-Fauchée	22/7	3	15	3,24	0,83	30	620,33
12	Vauballier	Prairie pâturée	Fourrages	permanente	non-Fauchée	13/6	3	16	3,21	0,8	69	576,67
12	Vauballier	Prairie pâturée	Fourrages	permanente	non-Fauchée	21/7	3	18	3,52	0,84	57	1 438,67
1	Vauballier	Ray-Grass	Fourrages	annuelle	non-Fauchée	13/6	3	13	2,27	0,61	110	720,67
1	Vauballier	Ray-Grass	Fourrages	annuelle	non-Fauchée	21/7	3	14	2,50	0,66	77	2 298,67
6	Vauballier	Ray-Grass	Fourrages	annuelle	non-Fauchée	13/6	3	13	2,81	0,76	18	220,33
6	Vauballier	Ray-Grass	Fourrages	annuelle	non-Fauchée	21/7	3	9	2,27	0,72	28	943,33
8	Sainte-Blandine	Ray-Grass	Fourrages	annuelle	non-Fauchée	20/6	3	11	3,23	0,93	9	109,33
8	Sainte-Blandine	Ray-Grass	Fourrages	annuelle	non-Fauchée	22/7	3	1	0,00	0	2	56,67
2	Vauballier	Tournesols	Oléo-protéagineux	annuelle	non-Fauchée	13/6	3	10	2,22	0,67	15	123,67
2	Vauballier	Tournesols	Oléo-protéagineux	annuelle	non-Fauchée	21/7	2	5	1,81	0,78	10	185,00