

ÉTUDE DES PEUPELEMENTS D'ODONATES DANS UNE PLAINE AGRICOLE DU SUD DE LA FRANCE

Marc TESSIER¹, Guillaume SFREDDO² & Annie OUIN^{3,4}

SUMMARY. — *Odonata communities in an agricultural lowland in the South of France.* — Odonata communities were studied in an agricultural landscape where semi-natural habitat patches (pastures and woods, with a dense network of deep ditches) are embedded in a crop mosaic (cereals, irrigated maize). We compared species richness and diversity of aquatic plants and odonata in ditches surrounded by pastures or by crops. Ours results showed that this surrounding (pastures vs crops) has no effect on aquatic plant and odonata species richness and diversity. However, in cultivated areas water supply through irrigation and deep ditches with plant-covered borders could promote odonata species. High level of vegetation cover (particularly with *Typha* sp.) limited odonata richness and diversity. A rare species in Europe, protected and sensible to pollution, *Coenagrion mercuriale*, occurred in many ditches including those surrounded by crops, particularly those with an intermediate semi-aquatic vegetation cover. The regular maintenance of ditches, by limiting shrubs and trees height, keep them open and facilitate the dispersal of this little mobile species. Although irrigated crops seem to support a high level of odonata diversity, a new intensification of agricultural practices in this area by increasing the pollutant input and/or by converting pastures to crops could be detrimental to odonata communities and particularly to some species like *Coenagrion mercuriale*.

RÉSUMÉ. — Les peuplements d'odonates ont été étudiés dans une plaine où se pratique une agriculture intensive (maïs irrigué notamment) mais où subsistent encore quelques éléments semi-naturels (prairies, bois et fossés). Nous avons comparé des fossés bordés de cultures avec ceux bordés de prairies en termes de diversité et de richesse spécifiques en plantes semi-aquatiques et en odonates. Il apparaît que l'environnement immédiat des fossés (prairies *versus* cultures) n'a pas d'influence sur la diversité et la richesse spécifique en plantes semi-aquatiques et en odonates. Toutefois en zone de cultures, l'apport d'eau par l'irrigation et des fossés profonds bordés de végétation, pourrait favoriser ces espèces d'odonates. Les odonates préfèrent nettement les fossés plutôt peu recouverts par de la végétation aquatique (notamment par *Typha* sp.). Une espèce considérée comme rare, protégée et sensible à la pollution, *Coenagrion mercuriale*, est présente y compris en zone de cultures. Elle affectionne surtout les fossés moyennement recouverts par la végétation semi-aquatique. L'entretien régulier par élagage des fossés, se traduisant par une faible hauteur des ligneux, limite la constitution de barrières à la dispersion de cette espèce peu mobile. Bien que les cultures irriguées semblent promouvoir la diversité en odonates, une nouvelle intensification des pratiques agricoles, notamment en accentuant les problèmes de pollution et /ou en supprimant des zones prairiales, pourrait affecter les conditions de vie des libellules comme *Coenagrion mercuriale*.

¹ Auteur correspondant. 62 chemin del prat. F-31320 Auzeville-Tolosane. E-mail : tessier_marc@orange.fr

² 4 rue Jean-Jacques Rousseau. F-38000 Grenoble

³ Université de Toulouse, INP-ENSAT, UMR DYNAFOR, Avenue de l'Agrobiopole, BP 32 607, F-31320 Castanet-Tolosan

⁴ INRA, UMR DYNAFOR, BP 52627. F-31326 Castanet-Tolosan

Depuis les années 50, l'agriculture s'est mécanisée et intensifiée entraînant des modifications des paysages agricoles : diminution des habitats semi-naturels (haies, bois et prairies humides), agrandissement des parcelles agricoles, développement de l'irrigation et homogénéisation des paysages agricoles. Ces changements s'accompagnent bien souvent d'une pollution accrue de l'environnement et une diminution de la biodiversité (Muller, 2002 ; Robinson & Sutherland, 2002). Les milieux aquatiques ont particulièrement souffert de ces mutations : drainage, pollution par les engrais azotés et les pesticides. Ainsi, chez les odonates, le développement larvaire en milieu aquatique est sensible aux pollutions et aux pratiques agricoles, ce qui fait d'elles de bons indicateurs biologiques (Clark & Samways, 1996 ; Schmidt, 1985 ; Lee Foote & Rice Hornung, 2005). Par ailleurs, pour les imagos, la qualité de la végétation émergente est importante pour la reproduction (surtout pour les zygoptères qui pondent dans les tiges creuses) tandis que les habitats adjacents doivent constituer des zones de repos durant la nuit et de refuge durant les périodes d'intempéries (Lee Foote & Rice Hornung, 2005). En Grand Bretagne, suite à l'intensification des pratiques agricoles, 56 % des espèces de libellules ont connu une régression et seulement 26 % une augmentation dans un suivi réalisé entre les années 1975 et 1988 (Robinson & Sutherland, 2002). La végétation aquatique est directement atteinte par la pollution, et elle est aussi un bon témoin de la qualité des eaux (Balocco-Castella, 1988 ; Bornette, 1988 ; Carbiener *et al.*, 1990 ; Castella & Amoros, 1986). Enfin, d'après Bried *et al.* (2007), les plantes et les libellules peuvent aussi constituer des groupes parapluies pour la préservation des zones humides même si cela n'en fait pas des candidats optimaux pour définir des zones de conservation. Ainsi, une meilleure connaissance des peuplements d'odonates en relation avec la végétation existante peut aider les gestionnaires des espaces naturels et agricoles à effectuer un état des lieux de la biodiversité et à planifier des mesures de conservation.

Les travaux présentés ici visent à : i) effectuer un état des lieux des populations d'odonates dans une plaine cultivée et densément couverte par un réseau de fossés, dans le sud de la France, ii) tester l'hypothèse selon laquelle les fossés entourés de prairies, sont plus favorables aux odonates que ceux proches des cultures, iii) identifier les caractéristiques des fossés qui seraient favorables aux odonates.

Ce travail a été réalisé au sein de l'ANA-CPIE de l'Ariège dans le cadre d'une étude sur la biodiversité en plaine d'Ariège (Tessier & Sfredo, 2006).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

SITE D'ÉTUDE

Située au nord-est du département de l'Ariège entre les villes de Pamiers et de Saverdun, la plaine d'Ariège a été créée par les divagations des rivières Hers et Ariège. Leur action érosive sur les coteaux environnants (coteaux du Terrefort à l'ouest, et du Lauragais à l'est) a entraîné un important dépôt de matériaux alluvionnaires, formant ainsi une succession de terrasses de natures différentes durant le quaternaire. La plaine d'Ariège atteint 12 km dans sa plus grande largeur, pour une superficie d'environ 30 000 ha. L'altitude moyenne est de 260 m.

La plaine est traversée par deux ruisseaux significatifs, le Criou qui est bien souvent asséché en été et l'Estau qui est permanent. Les fossés parcourent l'ensemble de la plaine. Ils ont tous été creusés et sont donc pour la plupart rectilignes et ne présentent pas de méandres. Ils peuvent dépasser 2,5 m de profondeur mais les niveaux d'eau ne vont pas au-delà de 50 cm.

Cette plaine était autrefois essentiellement recouverte de prairies, avec localement quelques cultures céréalières et des vignes. L'intensification de l'agriculture s'est accompagnée du développement des cultures de céréales et notamment du maïs irrigué aux dépens des surfaces herbagères et de la qualité de l'eau de la nappe phréatique. Ainsi, la plaine d'Ariège est classée en Zone Vulnérable pour les nitrates depuis 1993 et en Zone d'Action Prioritaire en matière de lutte contre les pesticides. Cette intensification s'est accompagnée de la mise en place d'un réseau de fossés de drainage profonds. Ceux-ci appelés localement « gallages » étaient probablement moins profonds et moins denses. En termes d'habitats pour les odonates, nous avons donc eu aussi bien une modification des cours d'eaux (où se déroule leur vie larvaire) que de leur bordures immédiates (dont dépendent les adultes). Malgré les bouleversements de ce paysage, les observations réalisées par des ornithologues ont pu mettre en évidence qu'il subsiste encore dans la plaine une diversité d'habitats (haies, prairies, éléments boisés) abritant des espèces remarquables, notamment le Courlis cendré *Numenius*

arquata. Contrairement aux oiseaux, les peuplements aquatiques (faune/flore) et notamment odonotologiques étaient mal connus. Cette plaine d'Ariège représente donc un terrain propice à l'étude des relations entre les peuplements d'odonates et les pratiques agricoles.

INVENTAIRE DES LIBELULES ET CARACTÉRISATION DES FOSSÉS

Les inventaires d'odonates ont été réalisés dans les fossés de drainage et les ruisseaux permanents. Ont donc été exclus les mares (rares), les gravières (très localisées), les rivières Hers et Ariège et le ruisseau du Crieu, à sec.

Nous avons ainsi inventorié 28 gallages bordés de cultures céréalières (maïs, blés, etc.) et 26 bordés de prairies. Quarante six relevés ont été effectués en juillet 2006. La découverte d'une espèce patrimoniale, l'Agrion de mercure *Coenagrion mercuriale*, nous a incités à faire de nouveaux inventaires. Nous avons ainsi réalisé 8 relevés supplémentaires en mai 2007, période où ce taxon est déjà abondant. Ces inventaires ont été effectués sur une longueur homogène (60 m) pour tous les fossés. Nous avons décrit chacun des fossés à partir des caractères suivants :

- profondeur et largeur du fossé (en m),
- profondeur de l'eau (en cm),
- degré d'ouverture des fossés laissé par la végétation semi-aquatique (*Typha* sp. notamment) : 1 : 0-25 %, 2 : 25-50 %, 3 : 50-75 %, 4 : 75-100 %,
 - nombre d'espèces de plantes aquatiques,
 - clarté de l'eau : 0 : claire, 1 : moyenne, 2 : trouble,
 - courant (nul, faible, modéré, fort),
 - hauteur des ligneux.

Les identifications des odonates ont été faites à l'aide du guide de Wendler & Nüss (1994) après capture au filet à papillon, puis tous les individus ont été libérés. Une pression d'observation de 30 mn a été respectée pour tous les fossés. Les relevés ont été effectués à partir de 10 h jusqu'à 17h et interrompus en cas de conditions météorologiques défavorables (pluie, vent fort). Nous n'avons pas capturé tous les individus présents mais l'abondance de chaque espèce a été estimée en utilisant un barème (Tab. I).

ANALYSES STATISTIQUES

Nous avons calculé la richesse spécifique (RS) et l'indice de diversité de Shannon (H') selon les formules suivantes :

$$RS = \sum (\text{nombre d'espèces})$$

$$H' = \sum p_i \cdot \ln(p_i) \text{ où } p_i = n_i / N \text{ (nombre d'individus de l'espèce } i) / N \text{ (nombre d'individus total)}$$

Dans cette étude, ne disposant pas du nombre exact d'individus pour chaque espèce d'odonate, le calcul des fréquences relatives a été obtenu en utilisant les coefficients d'abondance (cf. Tab. I).

TABLEAU I

Indice d'abondance utilisé pour quantifier les quantités de chaque espèce d'odonate sur la zone d'étude

Indice	Odonates
0	absence d'individus
1	1 individu
2	2 à 4 individus
3	5 à 8 individus
4	9 à 16 individus
5	+ de 16 individus

Pour conserver l'information concernant l'identité des espèces, l'indice de similarité dit de Raup basé sur la présence ou l'absence d'une espèce entre deux communautés a été calculé (Package vegan, R 2.3.1) sur tous les couples de communautés d'odonates possibles. Cette matrice de dissimilarité a fait l'objet d'une ANOSIM (Analyse de Similarité) avec la variable de milieu (prairie vs culture) comme variable catégorielle (Package vegan, R 2.3.1). Enfin, un test de Mantel a permis de comparer cette matrice de dissimilarité entre communautés avec une matrice de dissimilarité obtenue à partir des variables environnementales (caractéristiques du fossé : profondeur, présence de courant, hauteur et clarté de l'eau, recouvrement de la végétation, hauteur des ligneux) (Package vegan, R 2.3.1).

Pour tester l'effet de l'environnement agricole immédiat (culture versus prairies) et des caractéristiques propres des fossés (profondeur, largeur, ouverture, etc.) nous avons utilisé les tests non paramétriques de Mann & Whitney et de Kruskal-Wallis car les données ne répondaient pas aux conditions nécessaires à un test paramétrique (taille des échantillons, normalité des variables, égalité des variances).

RÉSULTATS

CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES DES GALLAGES (FOSSÉS)

L'eau des gallages échantillonnés était majoritairement d'une clarté moyenne (29 cas sur 54) et une quinzaine d'entre eux avaient une eau claire. Le courant n'était bien souvent pas perceptible (36 cas sur 54) et dans seulement 2 cas il était fort. Les fossés étaient dans 23 cas (sur 54) recouverts à plus de 75 % par de la végétation. Dans ces cas, la massette (*Typha* sp.) était l'espèce dominante. Dans 13 cas, l'ouverture de la végétation était supérieure à 75 % (dans 10 cas entre 50 et 75 % et dans 8 cas entre 25 et 50 %). Nous reviendrons ultérieurement sur l'ouverture de la végétation en relation avec les peuplements d'odonates.

En zone de cultures, les fossés sont en moyenne plus profonds (3,4 m) qu'en zone de prairies (2,6 m) et ce de manière significative ($W = 249$; $P < 0.05$). De même, la profondeur d'eau moyenne est significativement supérieure ($W = 190$; $P < 0.005$) en zone de cultures (14,6 cm) par rapport aux prairies (9,2 cm). Enfin, les ligneux sont d'une taille moyenne significativement inférieure ($W = 463,5$; $P < 0.01$) en zone de cultures (1,6 m) que lorsqu'ils sont insérés dans un réseau de prairies (2,6 m) (Fig. 1).

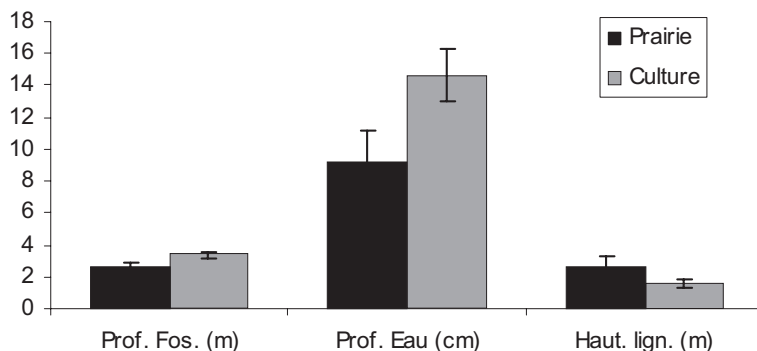


Figure 1. — Caractéristiques des fossés situés en zone de cultures et en zone de prairies (moyenne \pm erreur standard).

VÉGÉTATION ET PEUPEMENT D'ODONATES

La flore aquatique des fossés se compose principalement d'espèces à tendance nitrophile, comme le typha (*Typha* sp.), avec aussi la présence d'une espèce exotique et invasive (*Bidens frondosa*). À noter aussi la présence assez régulière de *Nasturtium officinale* et de *Apium nodiflorum* dont les tiges creuses peuvent constituer des sites de pontes pour les espèces à ponte endophyte comme *Coenagrion mercuriale*. La richesse spécifique en plantes ($W = 385$, $p = 0,714$) ne diffère pas significativement entre les gallages selon qu'ils sont entourés de cultures ou de prairies (Fig. 2). Le nombre d'espèces de plantes chute de manière significative ($KS = 10,093$; $p = 0,018$) avec la diminution du recouvrement de la végétation (Fig. 3).

Au total, 21 espèces d'odonates ont été recensées dans les fossés de la plaine (Tab. II). L'Agrion de mercure (*Coenagrion mercuriale*) a été rencontré dans 13 fossés.

La richesse spécifique en odonates ne diffère pas significativement entre les fossés se trouvant entourés de prairies et ceux bordés de cultures ($W = 298,5$, $p = 0,247$), de même que la diversité de Shannon ($W = 289,5$, $p = 0,194$) (Fig. 4). Toutefois, nous pouvons totaliser 16 espèces dans les fossés bordés de cultures et 21 (donc la totalité des espèces rencontrées) dans les zones de cultures (Tab. II). L'analyse de similarité ne montre aucune différence significative entre les communautés d'odonates de fossés entourés de prairies ou de cultures ($R = -0,004$, $p = 0,51$, 1000 permutations).

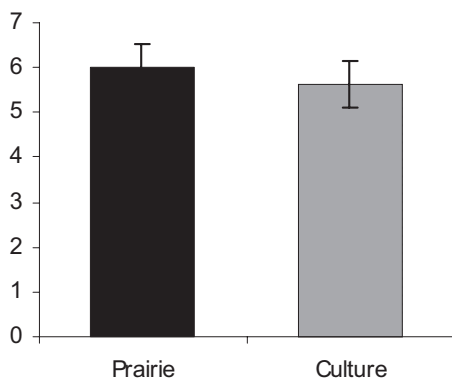


Figure 2. — Richesse spécifique en plantes dans les fossés situés en zone de cultures et en zone de prairies (moyenne \pm erreur standard).

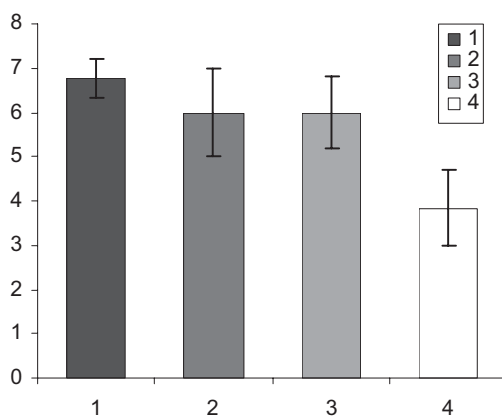


Figure 3. — Richesse spécifique en plantes dans les fossés en relation avec le degré d'ouverture des fossés (moyenne \pm erreur standard). (Degré d'ouverture des fossés laissé par la végétation : 1 : 0-25 %, 2 : 25-50 %, 3 : 50-75 %, 4 : 75-100 %).

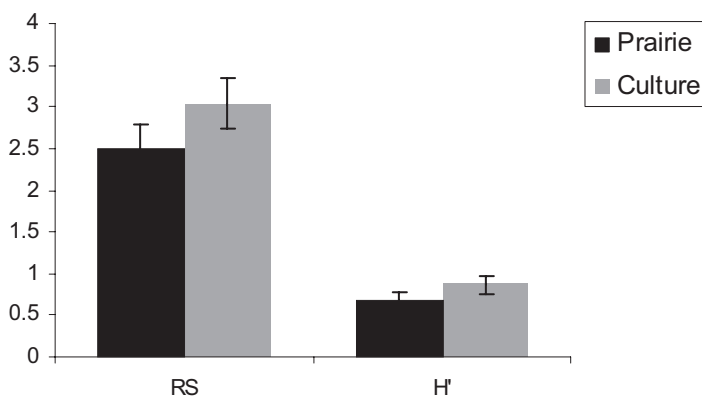


Figure 4. — Richesses spécifiques (RS) et indices de diversité de Shannon (H') des odonates dans les fossés situés en zone de cultures et en zone de prairies (moyenne \pm erreur standard).

TABLEAU II

Abondance (obtenue par cumul des indices d'abondance) des espèces rencontrées dans les fossés bordant des prairies (N = 26) et des cultures (N = 28)

Espèce	Prairie	Culture
<i>Anax imperator</i>	1	2
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>	17	12
<i>Calopteryx v. meridionalis</i>	3	1
<i>Calopteryx xanthostoma</i>	12	8
<i>Cercion lindenii</i>	0	2
<i>Ceriagrion tenellum</i>	4	8
<i>Coenagrion mercuriale</i>	9	25
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	0	1
<i>Ischnura elegans</i>	3	16
<i>Ischnura pumillio</i>	1	2
<i>Lestes virides</i>	5	2
<i>Libellula depressa</i>	0	2
<i>Libellula fulva</i>	1	6
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	5	4
<i>Orthetrum brunneum</i>	1	1
<i>Orthetrum caeruleum</i>	74	95
<i>Orthetrum cancellatum</i>	0	2
<i>Platynemis acutipennis</i>	2	2
<i>Platynemis pennipes</i>	39	27
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	1	2
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	0	2
Total	178	222

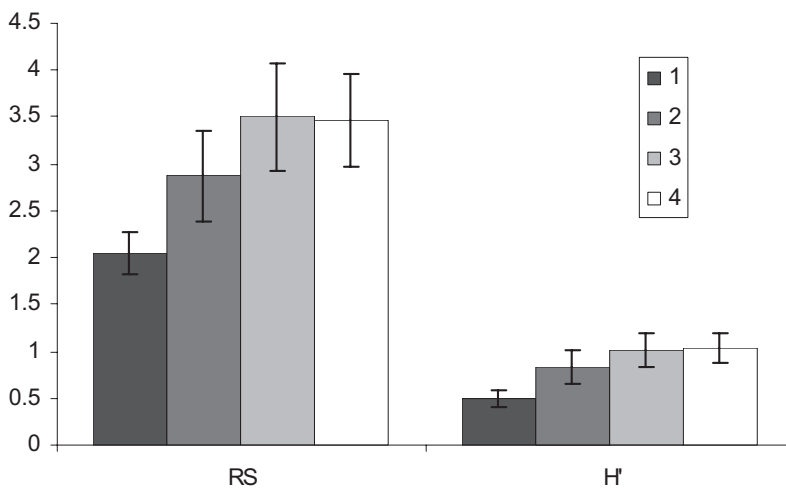


Figure 5. — Richesses spécifiques (RS) et indices de diversité de Shannon (H') des odonates dans les fossés en relation avec le degré d'ouverture des fossés (moyenne \pm erreur standard). (Degré d'ouverture des fossés laissé par la végétation : 1 : 0-25 %, 2 : 25-50 %, 3 : 50-75 %, 4 : 75-100 %).

La richesse spécifique en odonates et l'indice de diversité de Shannon ($W = 289,5$, $p = 0,194$) diminuent de manière significative (respectivement $KW = 9,297$, $p = 0,026$ et $KW = 11,249$, $p = 0,001$) avec l'augmentation du recouvrement par la végétation ou autrement dit avec la fermeture des fossés (Fig. 5). Le test de Mantel entre les matrices de dissimilarité des communautés d'odonates et des variables environnementales montre une corrélation significative entre les deux ($r = 0,55$, $p < 0,001$, 1000 permutations). Ainsi les fossés les plus différents selon les variables environnementales hébergent des communautés d'odonates différentes.

La fréquence de l'Agrion de mercure ne diffère pas significativement entre les gallages entourés de prairies et ceux bordés de cultures ($W = 289,5$, $p = 0,153$) (Fig. 6). A noter toutefois que pour l'Agrion de mercure l'échantillonnage était faible (présence sur 13 relevés). Le degré d'ouverture a un effet significatif sur l'abondance de l'Agrion de mercure ($KS = 10,093$, $p = 0,018$) avec une fréquence maximale pour un recouvrement de la végétation allant de 50 à 75 % (Fig. 7).

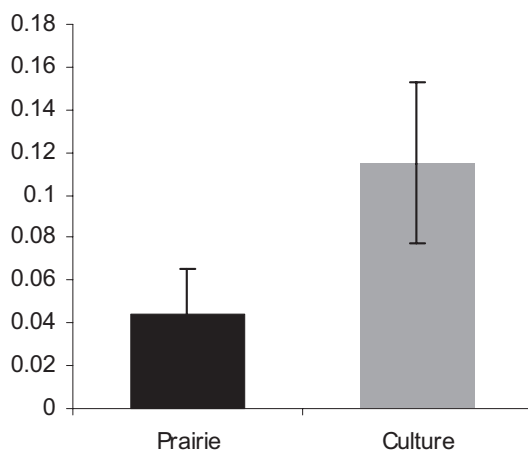


Figure 6. — Fréquence de l'Agrion de mercure (*Coenagrion mercuriale*) dans les fossés situés en zone de cultures et en zone de prairies (moyenne \pm erreur standard).

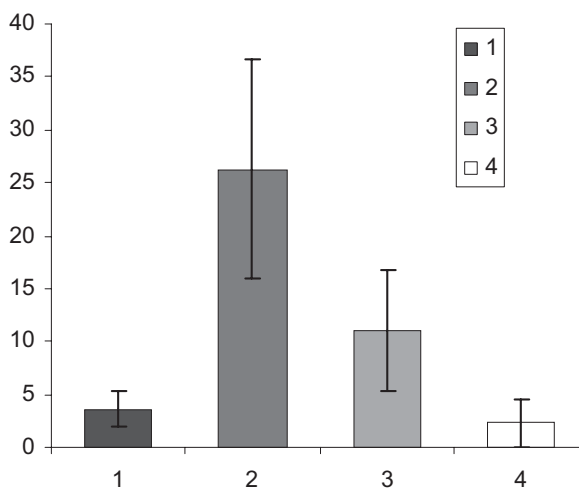


Figure 7. — Fréquence de l'Agrion de mercure (*Coenagrion mercuriale*) dans les fossés en relation avec le degré d'ouverture des fossés (moyenne \pm erreur standard). (Degré d'ouverture des fossés laissé par la végétation : 1 : 0-25 %, 2 : 25-50 %, 3 : 50-75 %, 4 : 75-100 %).

DISCUSSION

UNE COMMUNAUTÉ D'ODONATES DIVERSIFIÉE À L'ÉCHELLE DE LA PLAINE D'ARIÈGE

En dépit d'une intensification des pratiques agricoles sur la plaine d'Ariège, les populations d'odonates des fossés (ou gallages) sont assez diversifiées et abondantes avec 21 espèces recensées. On y retrouve des espèces peu exigeantes au niveau écologique comme l'Orthétrum bleuissant (*Orthetrum coerulescens*) ou l'Agrion à larges pattes (*Platynemis pennipes*), qui sont très présentes. Toutefois, l'Agrion de mercure (*Coenagrion mercuriale*), espèce protégée, inscrite à l'annexe II de la directive « habitats-faune-flore » et plutôt considérée comme assez exigeante (Grand & Boudot, 2006), est relativement commune sur le site d'étude.

LES FOSSÉS PROCHES DE PRAIRIES NE SONT PAS PLUS DIVERSIFIÉS QUE CEUX BORDANT DES CULTURES

L'environnement immédiat des fossés (prairies *versus* cultures) ne semble pas influencer directement les populations d'odonates observés de même que la flore en termes de diversité et de richesse spécifique. Toutefois, le nombre total d'espèces rencontrées sur l'ensemble de nos zones prairiales est inférieur à celui comptabilisé en zones de cultures. Même l'Agrion de mercure, espèce peu mobile (Purse *et al.*, 2003), semble occuper des zones de cultures intensives (blé, orge, maïs irrigué). Ceci va à l'encontre d'un certain nombre d'études soulignant l'intérêt des bois et des prairies qui procurent des habitats favorables aux libellules pour l'alimentation, le gîte et pour échapper à certaines conditions défavorables (chaleur ou sécheresse) (Fincke, 1992 ; Corbet, 1999 ; Watanabe *et al.*, 2005 ; Kadoya *et al.*, 2007). Ceci est d'autant plus surprenant que les concentrations en pesticides des cours d'eau bordés de ces types de milieux sont aussi *a priori* plus faibles que dans ceux directement en contact avec des cultures. Dans notre cas, compte tenu des problèmes de pollution que connaît la nappe phréatique, nous pouvons supposer que l'eau arrivant dans les fossés est certainement chargée en insecticides et pourrait affecter les larves de libellules ainsi que les macro-invertébrés aquatiques dont elles dépendent fortement (Lee Foote & Rice Hornung, 2005). Peut-être faut-il voir l'intervention d'autres facteurs pour expliquer nos observations. Ainsi la hauteur de l'eau est supérieure dans les fossés bordant les cultures en raison des apports pour l'irrigation durant les périodes printanière et estivale mais aussi parce qu'ils sont plus profonds. Ainsi, en dépit d'apport de polluants, cela pourrait maintenir des richesses et des diversités des odonates dans les fossés proches des cultures, équivalentes à celles des zones prairiales. De même les espèces notées uniquement en zones de cultures pourraient être favorisées par ces apports d'eaux. Il faut aussi souligner que les fossés sont profonds (surtout en zone de cultures) avec des profils taillés en oblique et donc bordés par de larges bandes de végétation favorables aux imagos. Ces bordures peuvent être assimilées aux bandes herbeuses qui se mettent en place le long des cours d'eau pour limiter les apports de polluants d'origine agricole.

DES PEUPELEMENTS D'ODONATES DIVERSIFIÉS DÉPENDANTS DES ACTIVITÉS AGRICOLES

La diversité des peuplements d'odonates vient aussi de l'hétérogénéité des conditions écologiques des fossés avec en particulier des conditions de courants, de recouvrement de la végétation, de profondeurs et de clarté de l'eau assez variables. En revanche la végétation se caractérise par un faible nombre d'espèces aquatiques qui, pour la plupart, sont des espèces nitrophiles et communes. Les populations d'odonates que nous avons échantillonnées montrent une nette préférence pour des fossés peu recouverts par la végétation. À noter toutefois que l'Agrion de mercure (*Coenagrion mercuriale*) semble préférer les fossés recouverts par une végétation aquatique relativement abondante tout en évitant les zones recouvertes à plus de 75 %. Purse *et al.* (2003) signalent qu'une végétation buissonnante et couvrante est particulièrement défavorable à ce *Coenagrion* en particulier parce qu'elle limite la dispersion des imagos. Ces auteurs préconisent même d'éliminer ce type de végétation entre populations isolées afin de créer des corridors facilitant la dispersion des individus et le brassage génétique. L'augmen-

tation du recouvrement de la végétation est souvent liée à l'installation de larges populations de *Typha* sp. Toutefois, dans les fossés présentant les abondances les plus fortes en *Typha* sp., il restait des petits espaces d'eau libre et des zones avec d'autres plantes aquatiques. *Typha* sp., bien que très compétitive, n'exclut donc pas les autres espèces et, même avec l'accroissement du recouvrement de la végétation (résultant en grande part de *Typha* sp.), nous avons toujours observé une augmentation du nombre d'espèces de plantes. En de rares occasions les fossés étaient complètement recouverts de buissons et de saules lorsqu'ils n'étaient plus entretenus. Mais les sections étaient généralement assez courtes (tout au plus quelques dizaine de mètres) et n'étaient donc pas en mesure de constituer des barrières à la dispersion des libellules, y compris les *Coenagrionidés*. L'entretien fréquent des fossés par élagage, traduit par les faibles hauteurs moyennes des ligneux mesurés, surtout en zone de cultures, permet de conserver ces longues sections ouvertes.

CONCLUSION

Cette étude a permis de mettre en évidence l'existence de communautés d'odonates originales dans une plaine agricole en dépit d'importants travaux hydrauliques dans le passé et de pratiques agricoles intensives. La préservation d'une mosaïque d'éléments semi-naturels (bois, prairies) dans la matrice de cultures et une bonne connectivité assurée par un important réseau de fossés relativement ouverts et bordés d'une large bande de végétation, semble encore permettre le maintien de populations d'odonates. Toutefois les apports d'eau pour l'irrigation pourraient aussi favoriser certaines espèces rencontrées uniquement en zone de cultures. Le plus surprenant peut-être est la présence d'une espèce supposée sensible à la qualité des habitats aquatiques comme *Coenagrion mercuriale*. Cette étude montre que la biodiversité dans les milieux agricoles, y compris après une phase d'intensification, peut rester digne d'intérêt. De plus, il apparaît que certaines pratiques agricoles et/ou des aménagements simples peuvent maintenir/restaurer la diversité des communautés d'invertébrés à une échelle locale mais aussi à l'échelle du paysage (Fournier, 1998). Cependant nous sommes maintenant confrontés d'une part à une demande croissante de produits alimentaires au niveau mondial et d'autre part à la montée en puissance des agro-carburants. Les conséquences sur la biodiversité d'une ultime phase d'intensification (disparition des milieux semi-naturels rémanents, augmentation des insecticides) pourraient être dramatiques en particulier pour les odonates comme cela a été le cas en Grande Bretagne dans le passé (Robinson & Sutherland, 2002).

REMERCIEMENTS

Merci à William Arial pour son aide à l'identification des libellules. Nos remerciements vont aussi aux agriculteurs qui nous ont permis d'accéder aux fossés situés au milieu de leurs parcelles et aux personnes qui ont permis l'aboutissement de ce projet. Cette étude a été financée par le Conseil Régional de Midi-Pyrénées.

RÉFÉRENCES

- BALOCCO-CASTELLA, C. (1988). — *Les macrophytes aquatiques des milieux abandonnés par le Haut-Rhône et l'Ain : diagnostic phyto-écologique sur l'évolution et la fonctionnement de ces écosystèmes*. Thèse de doctorat Université C. Bernard, Lyon 1.
- BRIED, J.T., HERMAN, B.D. & ERVIN, G.N. (2007). — Umbrella potential of plants and dragonflies for wetland conservation : a quantitative case study using the umbrella index. *J. Appl. Ecol.*, 44 : 833-842.
- CORBET, P.S. (1999). — *Dragonflies : behavior and ecology of Odonata*. Cornell University Press, New York.
- CARBIENER, R., TRÉMOLIÈRES, M., MERCIER, J.L. & ORTSCHHEIT, A. (1990). — Aquatic macrophyte communities as bioindicators of eutrophication in calcareous oligosaprobe stream waters (Upper Rhine plain, Alsace). *Veg-etatio*, 86 : 71-88.
- CLARK, T. & SAMWAYS, M. (1996). — Dragonflies (Odonata) as indicators of biotope quality in Kruger National Park, South Africa, *J. Appl. Ecol.*, 33 : 1001-1012.

- HENLE, K., ALARD, D., CLITHEROW, J., COBB, P., FIRBANK, L., KULL, T., MCCrackEN, D., MORITZ, R.F.A., NIEMELÄ, J., REBANE, M., WASCHER, D., WATT, A. & YOUNG, J. (2008). — Identifying and managing the conflicts between agriculture and biodiversity conservation in Europe – A review. *Agric., Ecosyst. Envir.*, 124 : 60-71.
- FINCKE, O.M. (1992). — Interspecific competition for tree holes : consequences for mating systems and coexistence in Neotropical damselflies. *Am. Nat.*, 139 : 80-101.
- FOURNIER, E. (1998). — *Impact de la replantation des haies et de l'utilisation d'un travail simplifié du sol sur la diversité des carabidés* (Coleoptera, Carabidae) dans un agro-écosystème intensif. Thèse de l'Institut National Agronomique, Paris-Grignon.
- GRAND, D. & BOUDOT, J.P. (2006). — *Les libellules de France, Belgique et Luxembourg*. Biotope, (collection Parthénope), Méze.
- KADOYA, T., SUDA, S., TSUBAKI, Y. & WASHITANI, I. (2008). — The sensitivity of dragonflies to landscape structure differs between life-history groups. *Landscape Ecol.*, 23 : 149-158.
- LEE FOOTE, A. & RICE HORNING, C.L. (2005). — Odonates as biological indicators of grazing effects on Canadian prairie wetlands. *Ecol. Entom.*, 30 : 273-283.
- MULLER, S. (2002). — Appropriate agricultural management practices required to ensure conservation and biodiversity of environmentally sensitive grassland sites designated under Natura 2000. *Agric., Ecosyst. Envir.*, 89 : 261-266.
- PURSE, B., HOPKINS, G.W., DAY, K.J. & THOMPSON, D.J. (2003). — Dispersal characteristics and management of a rare damselfly. *J. Appl. Ecol.*, 40 : 716-728.
- ROBINSON, R.A. & SUTHERLAND, W.J. (2002). — Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. *J. Appl. Ecol.*, 39 : 157-176.
- SCHMIDT, E. (1985). — Habitat inventorization, characterization and bioindication by representative spectrum of Odonata species (R.S.O.). *Odonatologica*, 14 : 127-133.
- TESSIER, M. & SFREDDO, G. (2006). — *Étude de la biodiversité en milieu agricole. État des lieux et perspectives de gestion en plaine d'Ariège*. Rapport de l'ANA-CPIE de l'Ariège, Alzen.
- WATANABE, M., MATSUOKA, H., SUSAKI, K. & TAGUCHI, M. (2005). — Thoracic temperature in *Sympetrum infuscatum* (Selys) in relation to habitat and activity (Anisoptera : Libellulidae). *Odonatologica*, 34 : 271-283.
- WENDLER, A. & NÜSS, J.H. (1994). — *Libellules, guide d'identification des libellules de France et d'Europe septentrionale et centrale*. Société Française d'Odonatologie, Bois d'Arcy.