

Les Odonates des réserves naturelles rhénanes d'Erstein, d'Offendorf et de Rhinau (Bas-Rhin, France) : statut et menaces

Jean-Paul KLEIN ⁽¹⁾ et Jean-Pierre BERCHTOLD ⁽²⁾

⁽¹⁾ Centre d'Analyses et de Recherches, Département d'Hydrologie et d'Environnement, Université Louis Pasteur, 76, route du Rhin, F-67400 ILLKIRCH-GRAFFENSTADEN

⁽²⁾ Institut de Zoologie et de Biologie Générale, Université Louis Pasteur, 12, rue de l'Université, F-67000 STRASBOURG

Mots-clés : ODONATES, RHIN, PLAN DE GESTION, QUALITE DE L'EAU, CONNECTIVITE, INDICATEURS ECOLOGIQUES, PHYTOCENOSES AQUATIQUES.

Key-words : ODONATA, RHINE, MANAGEMENT PLAN, WATER QUALITY, CONNECTIVITY, ECOLOGICAL INDICATORS, AQUATIC PHYTOCENOSIS.

Résumé : L'étude des Odonates des réserves naturelles rhénanes d'Erstein, d'Offendorf et de Rhinau a permis de recenser, entre 1993 et 1996, 44 espèces appartenant à 9 familles. Les données odonatologiques portent sur les imagos, les larves et les exuvies. Avec 24 espèces figurant sur les listes réglementaires et/ou d'espèces menacées, ces secteurs de l'ancien lit majeur du Rhin prennent une importance particulière pour ce groupe d'insectes. La répartition des populations d'Odonates est analysée en fonction des types d'habitat et de leur degré de connectivité avec le Rhin. Les résultats montrent que les associations d'Odonates peuvent être utilisées, d'une part pour l'évaluation biologique des milieux naturels, d'autre part pour diagnostiquer non seulement l'état mais aussi les modifications des conditions écologiques dans les zones humides riveraines. Enfin, l'apport de ces données est envisagé pour la conservation ou la gestion durable des écosystèmes alluviaux.

Summary : Odonata of the Rhine nature reserves of Erstein, Offendorf and Rhinau, (Bas-Rhin, France): status and threats. Odonata were studied in three Rhine nature reserves at Erstein, Offendorf and Rhinau (eastern France). In these areas, 44 species belonging to 9 families were recorded from 1993 to 1996, including 24 species listed in red data lists. Data deal with adults, larvae and exuviae and this survey reveals the importance of the Rhine floodplain for dragonflies. The distribution of Odonata assemblages is analysed in relation to the habitat templet and the connectivity with the Rhine river. The results stress that Odonata communities can be used on one hand for the biological evaluation of wetlands and on the other hand as ecological indicators to diagnose the condition of riverine wetlands ecosystems and their modifications in response to changing environmental conditions. The

implications of these findings for conservation and sustainable management for alluvial ecosystems are discussed.

1. Introduction

Les Odonates de la rive alsacienne du Rhin ont fait l'objet de plusieurs études (BARRA, 1963 ; REISS, 1992 ; SCHMIDT, 1993 ; KLEIN *et al.*, 1994 a ; KLEIN et EXINGER, 1995 ; KLEIN, 1997). Des données ponctuelles mentionnent également la présence de certaines espèces dans l'est de la France (LEONHARDT, 1912 ; HEYMER, 1968 ; MACHET et LEGRAND, 1986 ; RASTETTER, 1991). La rive droite du Rhin a également fait l'objet de prospections et de publications, un peu plus nombreuses (JURZITZA et KORMANN, 1960 ; JURZITZA, 1978 ; BUCHWALD, 1991/1992, 1992, 1994 ; BUCHWALD *et al.*, 1989, 1994 ; LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG, 1994).

Pour les milieux aquatiques, les Odonates peuvent constituer des indicateurs écologiques permettant de caractériser les sites et d'y évaluer l'incidence des activités humaines (CARLE, 1979 ; SCHMIDT, 1983 ; MOORE, 1984 ; DE RICQLES, 1988 ; WARINGER, 1989 ; JACQUEMIN, 1992). Ils ont également été utilisés pour établir des typologies de milieux aquatiques (WARINGER, 1989 ; DONATH, 1987), et comme descripteurs du fonctionnement des écosystèmes (CASTELLA, 1987 ; REYGROBELLET et CASTELLA, 1987 ; KLEIN, 1997) dans l'acception définie par BOURNAUD et AMOROS (1984).

L'objectif de ce travail était d'inventorier et d'analyser la répartition des peuplements d'Odonates dans les

réserves naturelles rhénanes d'Erstein, d'Offendorf et de Rhinau afin de préciser les orientations de gestion qui influencent ce groupe d'insectes, dont de nombreuses espèces sont rares et menacées. Cet état initial est d'autant plus important que des projets de redynamisation des annexes du fleuve sont à l'étude pour la réserve naturelle d'Erstein, située dans le bassin de rétention des crues du Rhin en cours de réalisation. Par ailleurs, ce travail s'intègre dans le cadre des recherches et des réflexions menées au niveau national par le réseau des 23 réserves naturelles fluviales pour assurer une gestion conservatoire des cours d'eau.

2. Les secteurs d'étude

Les zones étudiées concernent les réserves naturelles rhénanes d'Erstein (180 ha), d'Offendorf (60 ha) et de Rhinau (311 ha), ainsi que leur zone périphérique. Une distance de 80 km sépare du sud au nord ces espaces protégés, tous situés dans l'ancien lit majeur du Rhin (figure 1). Ce lit s'étend sur une largeur de 2 km, est limité par les digues des hautes eaux, insubmersibles, construites de 1840 à 1880. Le lit mineur du fleuve, limité par des digues submersibles ou digues rhénanes, est encore fonctionnel dans le secteur de l'île de Rhinau où il est appelé Vieux Rhin ou Rhin court-circuité. Les travaux de canalisation du fleuve ont été réalisés de 1963 à 1977 entre Rhinau et Offendorf. Ils ont isolé du Rhin les bras latéraux et leurs pièces d'eau associées. Les modalités d'alimentation, ainsi que la

qualité de l'eau et la forme des lits fluviaux des anciens bras latéraux du Rhin, font preuve d'une assez forte variabilité dans les sites étudiés.

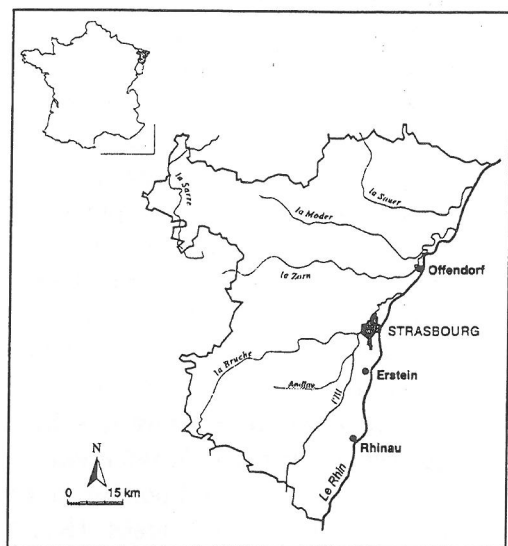


Figure 1 - Localisation des sites d'étude.

2.1. Structure de la forêt riveraine

Les secteurs d'étude sont constitués par une forêt riveraine où l'on distingue classiquement deux stades forestiers : la chênaie-ormie riche en frênes (*Quercus-Ulmetum minoris*) et la saulaie-peupleraie (*Salici albae - Populetum nigrae*) (CARBIENER, 1970). Au sein de cet édifice forestier d'importantes surfaces ont été converties en plantations de peupliers de culture (*Populus x canadensis*). La dendroflores est riche d'une soixantaine d'espèces ligneuses indigènes et subspontanées (KLEIN *et al.*, 1996).

2.2. Le réseau hydrographique

Le réseau de bras secondaires qui borde le Rhin est particulièrement complexe. Cette hétérogénéité structurale a été créée par la dynamique fluviale et par les activités humaines. Alors que

certains chenaux secondaires restent connectés au chenal principal du fleuve et subissent son influence (le Schafftheu à Rhinau), d'autres en sont totalement isolés et ne sont maintenus en eau que grâce au drainage de la nappe phréatique (le Schützengiessen à Erstein). D'autres encore ne sont plus qu'épisodiquement réutilisés au moment des crues (le Rossmoerder à Offendorf). Dès lors, trois principaux types de secteurs peuvent être différenciés le long du Rhin en fonction de leur degré de liaison avec le chenal actif et les eaux souterraines. Au sein de ces secteurs existent des unités fonctionnelles caractérisées par des peuplements d'Odonates fortement dépendants du type de fonctionnement hydrique local (AMOROS *et al.*, 1988).

3. Matériels et méthodes

3.1. Analyses physico-chimiques

Des prélèvements d'eau ont été effectués au niveau des chenaux secondaires du Rhin et sur des milieux abandonnés par le fleuve, situés aussi bien dans les zones inondables que non inondables. Les sites d'échantillonnage ont été choisis de sorte qu'ils soient représentatifs de la palette des milieux aquatiques présents dans l'ancien lit majeur du Rhin, en fonction de leur connectivité avec le fleuve (KLEIN, 1997).

Le pH, l'oxygène dissous, la température et la conductivité électrique de l'eau ont été mesurés *in situ* par des méthodes électrométriques à l'aide de matériel WTW. Les analyses d'eau ont été réalisées en laboratoire selon des méthodes normalisées ou validées (AFNOR, 1993) : méthodes volumétriques (détermination du titre alcalinométrique) pour HCO_3^- , méthodes colorimétriques

pour NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} et Cl^- , et spectrométrie d'absorption atomique flamme pour le Ca^{2+} , K^+ , Na^+ et Mg^{2+} .

3.2. Méthodes d'étude des Odonates

L'inventaire des Odonates a été réalisé d'avril à octobre sur une période de 4 ans, de 1993 à 1996. Les imagos ont été inventoriés depuis 1993. Les données concernant les stades larvaires portent sur l'année 1994 et celles des exuvies abandonnées à l'émergence de 1995 à 1996. Elles ont permis de confirmer la reproduction dans les sites étudiés de certaines espèces. Les observations par capture d'imagos et relâchage ont été réalisées avec un filet à papillons de type Deyrolles de 40 cm de diamètre. Les prospections ont porté sur 3 systèmes d'anciens bras latéraux du Rhin de 11,5 km de long à Rhinau, de 8,5 km à Erstein et de 4 km à Offendorf, ainsi que sur six pièces d'eau et une gravière. L'ensemble de ces milieux aquatiques a fait l'objet d'un échantillonnage bimensuel pour les imagos, de 11 heures à 15 heures avec parcours à pied ou en canoë des secteurs ensoleillés des rives. D'autres milieux comme les digues, les chemins et les prairies alluviales ont également été prospectés. Les exuvies du dernier stade larvaire ont été récoltées une fois par mois de juin 1995 à juin 1996. Les données concernant les larves portent sur des prélèvements ponctuels réalisés principalement dans les milieux lénitiques. La nomenclature utilisée pour les Odonates est celle de ASKEW (1988), à laquelle quelques modifications ont été apportées afin de respecter les règles du code international de nomenclature zoologique (BRIDGES, 1994).

3.3. Méthodes d'étude de la végétation aquatique

La végétation aquatique a été étudiée

selon la méthode phytosociologique de BRAUN-BLANQUET (1964). Les résultats détaillés concernant les relations entre les groupements d'hydrophytes et la qualité de l'eau ont été publiés par KLEIN *et al.* (1995). Signalons pour mémoire que la flore aquatique des réserves naturelles étudiées compte 48 hydrophytes (32 phanérogames et 16 bryophytes) à l'île de Rhinau, 50 hydrophytes (35 phanérogames et 15 bryophytes) à Erstein et 39 hydrophytes (31 phanérogames et 8 bryophytes) à Offendorf.

4. Résultats

4.1. Caractéristiques physico-chimiques et conditions d'écoulement

Les analyses d'eau, qui portent sur des milieux lénitiques et lotiques (KLEIN, 1997), donnent les renseignements suivants :

Secteur connecté de l'île de Rhinau

Dans le secteur de l'île de Rhinau, le réseau de surface est alimenté avec un débit soutenu proche de 1500 l.s^{-1} et des vitesses supérieures à $0,5 \text{ m.s}^{-1}$. Les eaux du Schaftheu présentent un caractère chloruré sodique - bicarbonaté calcique. Elles contiennent des teneurs en azote minéral un peu élevées (valeurs moyennes interannuelles : $9,1 \text{ mg.l}^{-1}$ pour NO_3^- et $0,44 \text{ mg.l}^{-1}$ pour NH_4^+), ce qui est l'indice d'une faible contamination organique. Les concentrations en phosphore sont plus importantes que dans les eaux de drainage de la nappe (valeur moyenne de $440 \text{ } \mu\text{g.l}^{-1}$). Les eaux de surface sont très aérées avec une concentration moyenne en oxygène de $9,7 \text{ mg.l}^{-1}$.

Secteur déconnecté d'Erstein

Dans ce secteur isolé du Rhin, les débits de drainage de la nappe sont assez

constants tout au long de l'année, avec des valeurs variant entre 300 et 500 l.s⁻¹. La vitesse de l'eau est elle aussi assez constante et relativement faible, avec des valeurs comprises entre 0,05 à 0,2 m.s⁻¹.

Les eaux du Schützengiessen ne contiennent que de très faibles teneurs d'azote minéral (valeurs moyennes interannuelles : 4,6 mg.l⁻¹ pour NO₃⁻, 0,07 mg.l⁻¹ pour NH₄⁺) et ne semblent donc pas souffrir d'une pollution organique significative. Les concentrations en phosphore restent faibles (valeur moyenne 20 µg.l⁻¹). L'eau est moyennement minéralisée, bicarbonatée calcique et chlorurée sodique. Les analyses physico-chimiques ainsi que la température de l'eau confirment que l'alimentation s'effectue exclusivement par la nappe phréatique, d'où la très faible aération de l'eau (concentration moyenne d'oxygène dissous de 4,4 mg.l⁻¹).

Secteur semi-connecté d'Offendorf

Le débit du Rossmoerder varie considérablement tout au long de l'année : proche de 200 l.s⁻¹ lors des périodes d'étiage de l'Ill et correspondant alors quasi exclusivement au drainage de la nappe, il atteint 1800 l.s⁻¹ lors des épisodes de crue. La vitesse de l'eau est de même assez variable et oscille entre 0,3 et 0,5 m.s⁻¹.

Ce milieu est globalement de même nature que le Schützengiessen mais est nettement moins chloruré sodique. En revanche la qualité de l'eau, établie sur la base des traceurs que constituent les différentes formes d'azote minéral et les phosphates, est sensiblement dégradée par rapport au Schützengiessen. Le drainage de l'aquifère en période estivale est par ailleurs confirmé par la chute de l'aération de l'eau (moyenne d'oxygène

dissous de 8,3 mg.l⁻¹).

4.2. Les Odonates recensés

Le tableau 1 présente la synthèse des observations des imagos, larves et exuvies du dernier stade dans les trois secteurs étudiés. Les prospections réalisées ont permis d'inventorier 44 espèces appartenant à 4 familles de Zygoptères et à 5 familles d'Anisoptères, soit 23 pour le site d'Offendorf, 36 pour le site d'Erstein et 33 pour celui de Rhinau. Les études hydrobiologiques menées dans le secteur d'Offendorf ont permis d'y recenser des larves de *Calopterygidae*, d'*Aeshnidae*, de *Coenagrionidae*, de *Lestidae* et de *Libellulidae*. Dans le secteur d'Erstein des larves de *Calopterygidae*, d'*Aeshnidae*, de *Lestidae* et de *Libellulidae* ont été relevées.

A titre de comparaison, BARRA, en 1963, avait observé 38 espèces dans les environs immédiats de Strasbourg (Bas-Rhin) et REISS, en 1992, 35 espèces dans la Petite Camargue Alsacienne (Haut-Rhin). Ces chiffres sont à rapprocher des 65 espèces du nord-est de la France (JACQUEMIN et BOUDOT, 1991), des 83 espèces de France métropolitaine (DOMMANGET, 1994) et des 154 espèces et sous-espèces décrites à ce jour au niveau de l'Europe géographique. Par référence aux données de BARRA (1963), de REISS (1992) et de DOMMANGET (1994), plusieurs espèces mentionnées dans ce travail sont nouvelles pour l'Alsace et/ou l'ancien lit majeur du Rhin.

Le tableau 2 présente le statut réglementaire de certaines espèces recensées. Parmi les 44 espèces observées, 7 figurent sur la liste rouge française (DOMMANGET, 1987), 21 sur la liste rouge du Bade-Wurtemberg (BUCHWALD *et al.*, 1994), 9 sur la liste

rouge du Conseil de l'Europe (VAN TOL)

Liste des espèces :	Secteurs :	d'Offendorf		d'Erstein		de Rhinau	
		LO	LE	LO	LE	LO	LE
1. <i>Calopteryx splendens</i> (Harris, 1782)		I, L, E		I, L, E		I, L, E	
2. <i>Calopteryx virgo</i> (Linné, 1758)				I, E			
3. <i>Lestes viridis</i> Vander Linden, 1825		I*	I		I	I	
4. <i>Lestes virens</i> (Charpentier, 1825)						I	
5. <i>Lestes sponsa</i> (Hansemann, 1823)					I		
6. <i>Lestes barbarus</i> (Fabricius, 1798)		I					
7. <i>Sympecma fusca</i> (Vander Linden, 1820)		I			I		I
8. <i>Platynemis pennipes</i> (Pallas, 1771)					I	I	I
9. <i>Cercion lindenii</i> (Sélys, 1840)		I			I	I	I
10. <i>Coenagrion puella</i> (Linné, 1758)		I	I		I	I	I
11. <i>Coenagrion pulchellum</i> (Vd. Linden, 1825)					L		I
12. <i>Coenagrion mercuriale</i> (Charpentier, 1840)				I			
13. <i>Enallagma cyathigerum</i> (Charpentier, 1840)		I			I	I	
14. <i>Erythromma najas</i> (Hansemann, 1823)		I	I		I		I
15. <i>Erythromma viridulum</i> (Charpentier, 1840)		I	I		I		I
16. <i>Ischnura elegans</i> (Vander Linden, 1820)		I	I		I	I	I
17. <i>Pyrrosoma nymphula</i> (Sulzer, 1776)		I	I	I		I	
18. <i>Aeshna affinis</i> Vander Linden, 1820						E	
19. <i>Aeshna cyanea</i> (Müller, 1764)		I		I	I, L		
20. <i>Aeshna grandis</i> (Linné, 1758)		I		I		E	
21. <i>Aeshna mixta</i> Latreille, 1805		I	I, E	I	I	I, E	I
22. <i>Brachytron pratense</i> (Müller, 1764)		I, E	I		I	I	I
23. <i>Anax imperator</i> Leach, 1815		I, E	I, E	I, E	I, E	I, E	I, E
24. <i>Anax parthenope</i> Sélys, 1839					L, I		I
25. <i>Gomphus pulchellus</i> Sélys, 1840					I, E	I	
26. <i>Gomphus vulgatissimus</i> (Linné, 1758)						I	I
27. <i>Onychogomphus forcipatus</i> (Linné, 1758)						I, E	
28. <i>Cordulegaster boltonii</i> (Donovan, 1807)				I			
29. <i>Cordulia aenea</i> (Linné, 1758)					I		I
30. <i>Somatochlora flavomaculata</i> (Vd. L., 1825)							I
31. <i>Somatochlora metallica</i> (Vd. L., 1825)		I	I		I		
32. <i>Oxygastra curtisii</i> (Dale, 1834) **					I, E		
33. <i>Crocothemis erythraea</i> (Brullé, 1832)					I, E	I, E	
34. <i>Libellula depressa</i> Linné, 1758		I			I, L	I	
35. <i>Libellula fulva</i> Müller, 1764		I	E	I	I, E	I	I, E
36. <i>Libellula quadrimaculata</i> Linné, 1758					I		I
37. <i>Orthetrum cancellatum</i> (Linné, 1758)		I			I	I	
38. <i>Orthetrum coerulescens</i> (Fabricius, 1798)		I					
39. <i>Sympetrum sanguineum</i> (Müller, 1764)			I		I		I
40. <i>Sympetrum striolatum</i> (Charpentier, 1840)			I	I	I		I
41. <i>Sympetrum vulgatum</i> (Linné, 1758)			I		I		I
42. <i>Sympetrum pedemontanum</i> (Allioni, 1766)						I	
43. <i>Sympetrum depressiusculum</i> (Sélys, 1841)					I, E		I, E
44. <i>Leucorrhinia caudalis</i> (Charpentier, 1840) *					I, E		
		20	13	11	29	22	22
		23		36		34	

Tableau 1. Répartition des Odonates dans les secteurs d'Erstein, d'Offendorf et de Rhinau.

Légende du tableau 1.

LO :	milieu lotique	E :	exuvie abandonnée à l'émergence
I :	imago	L :	larve du dernier stade
LE :	milieu lénitique	*	espèce nouvelle pour l'ancien lit majeur du Rhin en France.
** :	espèce nouvelle pour l'Alsace		

et VERDONK, 1988) et 3 sur la liste des espèces animales et végétales d'intérêt communautaire mentionnées dans la DIRECTIVE HABITAT (1992).

Les espèces ubiquistes les plus abondantes le long du Rhin sont *Ischnura elegans*, *Coenagrion puella*, *Enallagma cyathigerum*, *Platynemis pennipes* et *Sympetrum striolatum*. D'autres en revanche sont plus rares, comme

Sympetrum depressiusculum, *Somatochlora flavomaculata*, *Calopteryx virgo*, *Cordulegaster boltonii*, *Coenagrion pulchellum*, *Gomphus pulchellus*, *G. vulgatissimus* et *Onychogomphus forcipatus*. Certains individus sont très certainement migrants ou erratiques, tels *Sympetrum pedemontanum* et *Lestes barbarus*. Enfin, il convient de relever la très faible représentation des *Gomphidae*.

Liste des espèces	Liste rouge France	Liste rouge Bade-Wurtemberg	Liste rouge Conseil de l'Europe	Directive habitat (Annexe 2)
Zygoptera				
<i>Calopteryx virgo</i>		*		
<i>Lestes barbarus</i>		*		
<i>Lestes virens</i>		*		
<i>Sympecma fusca</i>		*		
<i>Cercion lindenii</i>		*		
<i>Coenagrion mercuriale</i>	*	*	*	*
<i>Coenagrion pulchellum</i>		*		
<i>Erythromma najas</i>		*		
<i>Erythromma viridulum</i>		*		
Anisoptera				
<i>Aeshna grandis</i>	*	*	*	
<i>Brachytron pratense</i>		*		
<i>Anax parthenope</i>		*		
<i>Onychogomphus forcipatus</i>		*		
<i>Cordulegaster boltonii</i>	*	*	*	
<i>Cordulia aenea</i>		*		
<i>Somatochlora metallica</i>	*		*	
<i>Oxygastra curtisii</i>				*
<i>Crocothemis erythraea</i>		*		
<i>Leucorrhinia caudalis</i>	*	*	*	*
<i>Libellula fulva</i>		*		
<i>Orthetrum coerulescens</i>		*	*	
<i>Sympetrum depressiusculum</i>	*	*	*	
<i>Sympetrum pedemontanum</i>	*	*	*	
<i>Sympetrum vulgatum</i>			*	

Tableau 2 : Statut réglementaire des espèces dans diverses listes à finalité conservatoire.

4. 3. Les différentes espèces d'Odonates : statut et menaces

Zygoptères

Calopterygidae

Calopteryx virgo

Une petite population est présente sur le secteur amont du Schützengiessen. Cette espèce colonise électivement les cours d'eau oligo-mésotrophes. L'entrée d'une eau eutrophe et contaminée en provenance du Rhin lors de l'exploitation du bassin de rétention des crues d'Erstein risque de faire disparaître cette population. Il est donc important de préserver ce biotope en favorisant, par exemple lors des inondations écologiques, un écoulement privilégié dans le Kaltergiessen, un ancien bras mort du Rhin situé sur la limite orientale de la réserve naturelle.

Calopteryx splendens

L'espèce est abondante sur les seuils des cours d'eau eutrophes des réserves rhénanes. *Calopteryx splendens* s'éloigne quelquefois des milieux lotiques pour voler au-dessus des mares ou encore rejoindre les espaces prairiaux.

Lestidae

Sympecma fusca

Il est peu abondant mais est présent dans chacun des différents biotopes aquatiques étudiés.

Lestes barbarus

L'unique individu capturé à Offendorf était très certainement erratique. Selon JACQUEMIN et BOUDOT (1991), *L. barbarus* est sporadique dans la vallée du Rhin.

Lestes viridis

Espèce abondante des mares intra-forestières, bordées d'une végétation ligneuse. Elle dépose ses œufs dans

l'écorce des ligneux des rives.

Lestes virens

Capturé une seule fois à Erstein à la périphérie de la réserve naturelle.

Lestes sponsa

Est bien représenté sur les bords des mares avec des couverts arborescents. Il y a lieu d'observer que les différentes espèces de *Lestes* fréquentent des mares susceptibles de s'assécher au cours de l'été.

Platycnemididae

Platycnemis pennipes

Très commun partout le long des cours d'eau bordés de végétation herbacée.

Coenagrionidae

Enallagma cyathigerum

De nombreux biotopes à eau calme accueillent cette espèce qui est répandue partout (Vieux Rhin, bras morts, mares, gravières). Elle peut être localement dominante, notamment lorsque l'eau stagne.

Pyrrosoma nymphula

Bien présent au niveau des pièces d'eau à alimentation phréatique. Il faut noter que *Pyrrosoma nymphula* est préférentiellement lié aux apports d'eau phréatique, aussi bien dans les milieux lotiques que lénitiques ; ceci est corroboré par les données de CASTELLA (1987).

Ischnura elegans

Très commun partout au bord des eaux stagnantes ou peu courantes.

Cercion lindenii

Espèce abondante dans les différents milieux aquatiques. Elle affectionne particulièrement les anciens bras à courant lent du Rhin.

Coenagrion puella

Cette espèce est omniprésente, tout autant que *Ischnura elegans*, partout où l'eau est calme.

Coenagrion mercuriale

Espèce rare et localisée au niveau du Schützengiessen à Erstein. *Coenagrion mercuriale* caractérise les cours d'eau drainant la nappe phréatique (CASTELLA, 1987, BUCHWALD, 1994, FATON, communication personnelle). Une modification de l'alimentation phréatique des cours d'eau est susceptible de faire disparaître cette espèce phréatophile (PONT et FRUGET, 1995). Selon SCHMIDT (1989/1990), l'Agrion de Mercure est fortement menacé au niveau du "Naturschutzgebiet Wollmatinger Ried" du Lac de Constance (Allemagne) en raison de l'altération de la qualité de l'eau dans ses habitats.

Coenagrion pulchellum

Peu commun, cet Agrion montre une prédilection pour les milieux aquatiques à alimentation phréatique. Il semble en régression, car l'espèce était beaucoup plus abondante dans les années soixante (BARRA, 1963).

Erythromma viridulum

Bien présent au niveau des nénupharaies. Selon REISS (1992), cette espèce plutôt méridionale est classée comme étant en danger en Suisse. Il s'agit en fait d'une espèce dont la limite nord de l'aire de répartition subit de grandes amplitudes périodiques et qui est depuis quelques années en extension vers le nord. De fortes populations sont actuellement bien connues dans l'est de la France et cette espèce s'étend maintenant jusqu'en Pologne (MIERLEWCZYK, 1972 ; BOUDOT et JACQUEMIN, 1988).

Erythromma najas

Également bien représenté au niveau

des groupements aquatiques rattachés au *Nymphaion*. Contrairement à ce qui est mentionné par BARRA (1963), les deux espèces d'*Erythromma* cohabitent dans les mêmes milieux.

Anisoptères***Gomphidae***

Dans les zones de l'ancien lit majeur du Rhin où le champ d'expansion des crues n'a pas été conservé, les *Gomphidae*, souvent inféodés aux eaux courantes, sont rares. Ces espèces affectionnent particulièrement les cours d'eau sauvages et ont très certainement régressé à la suite de l'aménagement du Rhin. Ils sont encore bien représentés dans les cours d'eau des Vosges du Nord (JACQUEMIN et BOUDOT, 1991), ou sur les tronçons de rivières alsaciennes encore dynamiques et à lit mobile comme l'Ill à Réguisheim ou la Doller à Schweighouse, dans le Haut-Rhin.

Onychogomphus f. forcipatus

Rare ; n'a été repéré pour l'instant qu'à Rhinau. Cette espèce tolère les eaux eutrophes contrairement à *Gomphus vulgatissimus* et *G. pulchellus*. *O. forcipatus* a besoin de cours d'eau dynamiques. La même constatation a été faite sur la Drôme (FATON, communication personnelle) et sur le Rhône (PONT et FRUGET 1995).

Gomphus vulgatissimus

Rare ; présente à Rhinau, cette espèce discrète a beaucoup régressé depuis sa première description par le célèbre Linné. Cette Libellule marque une prédilection pour les secteurs fluviaux dynamiques.

Gomphus pulchellus

Bien qu'elle affectionne autant les eaux lacustres que les eaux courantes, cette espèce reste rare et n'a été observée que dans une gravière en bordure de la réserve naturelle d'Erstein.

Aeshnidae

Tout comme les *Gomphidae*, les *Aeshnidae* sont des espèces très mobiles qui s'éloignent volontiers de leurs sites de reproduction, notamment en phase d'immaturité.

Aeshna affinis

Rare ; n'a pour l'instant été repéré qu'à Rhinau.

Aeshna mixta

Cette espèce présente de belles populations en automne dans les différents sites prospectés.

Aeshna grandis

Il patrouille au-dessus des milieux aquatiques de grande surface, comme les élargissements en étangs des anciens bras du Rhin.

Aeshna cyanea

Relativement fréquent dans l'ancien lit majeur du Rhin.

Brachytron pratense

Des prospections répétées au printemps ont démontré que cette espèce était bien présente dans les différents milieux étudiés.

Anax imperator

Cette espèce est fréquente dans les milieux aussi bien lénitiques que lotiques.

Anax parthenope

Nettement moins fréquent qu'*Anax imperator*. Se localise plus spécialement au niveau des pièces d'eau stagnante.

Corduliidae***Cordulia aenea***

Bien présent au niveau des pièces d'eau stagnante.

Somatochlora flavomaculata

Habite les secteurs inondables de l'île de Rhinau. Selon SCHMIDT 1989/1990, *S. flavomaculata* est une espèce typique des prairies humides des Ried.

Somatochlora metallica

Cohabite fréquemment avec *C. aenea*. Selon JACQUEMIN (1992), *S. metallica* est une Libellule surtout abondante dans les massifs montagneux et qui reste peu commune en moyenne au niveau national.

Oxygastra curtisii

Espèce nouvelle pour l'Alsace (KLEIN et EXINGER, 1995), elle n'a été rencontrée qu'en 1994 en bordure d'une gravière au sud de la réserve naturelle d'Erstein. Endémique du sud-ouest de l'Europe, *O. curtisii* se raréfie vers l'est pour devenir peu commune en Provence (PAPAZIAN, 1995) et en Italie, puis franchement rare dans l'ouest de l'Allemagne.

Cordulegastridae***Cordulegaster boltonii***

Cette espèce plutôt montagnarde a besoin d'un courant suffisamment rapide et d'une eau de bonne qualité ; c'est pourquoi elle fréquente uniquement le Schützengiessen. Elle nécessite une protection attentive.

Libellulidae***Crocothemis erythraea***

Cette espèce méditerranéenne fréquente surtout les zones les plus ensoleillées. *C. erythraea* est une espèce migratrice qui s'est établie en différents sites de l'ancien lit majeur du Rhin. Elle est signalée comme étant abondante au niveau des zones d'emprunt de graviers de la Petite Camargue alsacienne (SCHMIDT, 1993).

Libellula depressa

Cette espèce pionnière est attachée aux milieux jeunes. Les effectifs de ses populations seront intéressants à suivre en fonction de la fermeture des habitats.

Libellula fulva

Partout bien présent au niveau des mares et des étangs intra-forestiers.

Libellula quadrimaculata

Assez commun sur les eaux stagnantes.

Orthetrum cancellatum

Encore un insecte commun sur les eaux calmes. Il aime se poser sur les rives dénudées à galets ou sur les digues et les chemins de terre nue.

Orthetrum coerulescens

Cet *Orthetrum* n'a été observé qu'une seule fois à Offendorf. La question est posée de savoir s'il s'agit d'un individu erratique ou indigène. Le statut de cette espèce reste à préciser.

Sympetrum sanguineum

Espèce commune des eaux stagnantes ou faiblement courantes.

Sympetrum vulgatum

Cette espèce sporadique est plus rare que l'espèce précédente, avec laquelle elle cohabite néanmoins.

Sympetrum striolatum

C'est avec *S. sanguineum* le plus commun des *Sympetrum* des milieux rhénans. Les effectifs de ces deux espèces sont importants et leurs populations se mélangent.

Sympetrum pedemontanum

Quelques individus ont été observés sur l'île de Rhinau. Leur indigénat reste à établir.

Sympetrum depressiusculum

Cette espèce, de même que *Somatochlora flavomaculata*, est caractéristique des mares inondables et des zones d'atterrissement de l'île de Rhinau (KLEIN, 1997), ce qui rejoint les observations faites par SCHMIDT (1989/1990) sur les rives du Lac de Constance (Bade-Wurtemberg, Allemagne). Ce *Sympetrum* est toutefois présent dans une gravière à Erstein, alors que ce milieu n'est plus soumis aux

débordements du fleuve. L'évolution des populations devra être suivie pour évaluer leur dynamique dans les milieux inondables et non inondables.

Leucorrhinia caudalis

Une belle population se reproduit dans une gravière à eau alcaline au sud de la réserve d'Erstein. Ce *Leucorrhinia*, par ailleurs connu des anciens bras morts du Rhin dans la région de Karlsruhe (HEIDEMANN, 1977), n'est donc pas inféodé aux eaux acides comme cela est souvent mentionné dans la littérature. On consultera également MAUERSBERGER et HEINRICH (1993) pour une écologie plus approfondie de cette espèce. Sur la rive droite du Rhin au niveau du Polder d'Altenheim, cette espèce sténoïque semble avoir disparu à la suite des remises en eau lors de l'exploitation de ce bassin de rétention des eaux du Rhin (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (1994).

5. Diversité spécifique des habitats

Le tableau 3 fait apparaître le nombre d'espèces d'Odonates en fonction des différents habitats des réserves naturelles rhénanes. On remarquera que les milieux isolés du Rhin présentent une grande diversité en raison notamment de leur alimentation phréatique.

Du point de vue de la diversité spécifique, les mares forestières bien ensoleillées ayant des ceintures hélophytiques complexes sont plus riches en espèces que les eaux courantes. Ces résultats sont en accord avec ceux de BARRA (1963) autour de Strasbourg. Par ailleurs les biotopes neufs à eau calme et à stades pionniers ou intermédiaires constituent les milieux les plus riches qualitativement et quantitativement. Les gravières constituent également d'intéres-

sants milieux pionniers de substitution pour de nombreuses espèces, car leurs biotopes primaires ne sont plus régénérés par la dynamique fluviale. Il est intéressant de remarquer que les peuplements d'Odonates des annexes du Rhin sont plus diversifiés que ceux du chenal principal, ce qui concorde avec les observations effectuées sur la Loire

(ORIEUX et LALEURE, communication personnelle), le Rhône (PONT et FRUGET, 1995) et la Drôme (FATON, communication personnelle). Ces données démontrent le rôle de refuge que jouent pour les Odonates les milieux aquatiques adjacents des lits majeurs des cours d'eau lorsque ces derniers sont trop artificialisés.

Type de milieu aquatique	Erstein	Rhinau	Offendorf
Rivière phréatique	11 espèces		
Gravière	24 espèces		
Mare forestière	18 espèces	18 espèces	10 espèces
Bras secondaire		18 espèces	16 espèces
Vieux Rhin		13 espèces	
Bras latéral en voie d'atterrissement			4 espèces

Tableau 3 : diversité spécifique des habitats rhénans

6. Éléments d'orientation pour la gestion des habitats

De plus en plus les invertébrés et notamment les Odonates sont pris en compte dans la gestion des milieux naturels (ALBOUY, 1994 ; WILDERMUTH et SCHIESS, 1983 ; BUCHWALD *et al.*, 1989 ; ARNABOLDI et DOMMANGET, 1996). En milieu alluvial, les Odonates constituent des éléments importants du patrimoine naturel. De nombreuses espèces sont rares et menacées et à ce titre il est important de les prendre en compte pour définir des objectifs de gestion dont les orientations doivent inclure la préservation et/ou la restauration de leurs habitats (KLEIN *et al.*, 1996).

6. 1. Qualité de l'eau

De nombreuses espèces d'Odonates sont dépendantes de la qualité de l'eau. Si certaines espèces ont une amplitude écologique assez large, comme *Coenagrion puella* et *Ischnura elegans*, d'autres comme *Coenagrion mercuriale*, *Pyrrhosoma nymphula* ou *Cordulegaster*

boltonii nécessitent des eaux de bonne qualité. Dès lors, il convient d'éliminer ou de réduire les sources de pollution ou d'eutrophisation des habitats aquatiques. Dans cette optique le caractère oligotrophe du Schützengiessen, situé dans la réserve naturelle d'Erstein, devrait être préservé afin de conserver les communautés d'Odonates les plus rares.

6. 2. Dynamique fluviale

Certaines espèces comme celles de la famille des *Gomphidae* recherchent des cours d'eau à lit mobile. La domestication des rivières et des fleuves leur est hautement préjudiciable. Il est donc important de préserver la dynamique fluviale pour conserver l'aptitude des milieux à les accueillir.

6. 3. Structure de la végétation des rives

Dans le cas des cours d'eau de faible largeur un développement trop important des arbres et arbustes riverains entraîne un ombrage préjudiciable aux Libellules. Des dégagements ponctuels sont fortement recommandés.

De même, la tendance à la fermeture des milieux lénitiques par la colonisation ligneuse, qui se produit actuellement en raison d'une dynamique fluviale fortement diminuée, est une menace pour de nombreuses espèces.

6. 4. Restauration des milieux aquatiques

Assurer une gestion conservatoire des peuplements d'Odonates nécessite le maintien d'une mosaïque de milieux aquatiques à différents stades, depuis les biotopes ouverts à Characées jusqu'aux milieux plus fermés à zonation aquatiques et hélophytiques complexes. Cet objectif peut être atteint en pratiquant une stratégie de gestion spatialisée, c'est-à-dire en laissant des secteurs sans interventions alors que d'autres feront l'objet d'interventions ponctuelles pour limiter les processus d'atterrissement (KLEIN *et al.*, 1994a), et en redynamisant les anciens bras latéraux du Rhin, isolés du fleuve après sa canalisation, en vue de réinonder les forêts riveraines (KLEIN *et al.*, 1994b).

6. 5. Suivi scientifique des habitats aquatiques

Différents travaux ont montré l'intérêt de l'étude des Odonates pour le suivi spatio-temporel des zones humides (DOMMANGET, 1989 ; KLEIN, 1997). Le suivi des Odonates, associé à celui des macrophytes aquatiques, constitue un excellent outil de diagnostic et de surveillance des milieux fluviaux dans le cadre de leur gestion ou de leur restauration.

7. Conclusion

L'étude des Libellules et des Demoiselles des réserves naturelles rhénanes a permis d'établir un état des connaissances actuelles pour ce groupe

d'insectes, représenté ici par 44 espèces dont environ quarante se reproduisent avec certitude dans les secteurs étudiés. Les menaces qui pèsent sur les Odonates et le statut réglementaire propre à certaines espèces ont permis de définir des objectifs de gestion en vue de leur protection.

Les différents habitats aquatiques sont caractérisés par des peuplements d'Odonates qui dépendent finement de leurs caractéristiques physico-chimiques : stades de succession de la végétation aquatique et riveraine, ensoleillement, niveau trophique de l'eau selon le type d'alimentation (souterraine ou superficielle), conditions d'écoulement. La richesse spécifique est maximale pour les pièces d'eau dont la végétation aquatique et les groupements hélophytiques et arbustifs associés sont diversifiés et bien structurés.

Ce travail souligne la diversité et l'originalité de la faune odonatologique de la plaine alluviale du Rhin. Tout comme la répartition et la composition des phytocénoses aquatiques (KLEIN *et al.*, 1995 ; VANDERPOORTEN *et al.*, 1995), les Odonates sont des indicateurs des milieux et des descripteurs de leur fonctionnement. Ils traduisent l'état de connectivité subsistant entre les différents compartiments de l'hydrosystème, et leurs peuplements évoluent en fonction des successions végétales.

Nos résultats s'inscrivent dans le cadre d'une amélioration de la connaissance du fonctionnement des milieux alluviaux. Les données concernant les Odonates apportent un éclairage nouveau pour leur prise en compte dans le cadre du déterminisme des biocénoses alluviales et la gestion des milieux aquatiques.

Des études complémentaires, notam-

ment par la recherche d'exuvies, sont toutefois nécessaires afin de préciser le statut des espèces de la famille des *Gomphidae* et de recenser les espèces qui auraient pu échapper à nos prospections, comme *Sympetrum fonscolombii*, *S. flaveolum*, *S. danae*, *Ischnura pumilio*, *Orthetrum albistylum*, *O. brunneum*, etc. Les données de ce travail pourront être utilisées pour le suivi à long terme de ces espaces protégés, et le cas échéant pour ajuster les orientations de gestion en fonction de l'évolution des populations et des peuplements d'Odonates.

Remerciements

Les auteurs remercient J.P. Boudot pour la lecture critique du manuscrit.

Bibliographie

- ALBOUY V., 1994.- Introduction à la prise en compte des insectes dans la gestion des milieux.- Ligue pour la protection des Oiseaux, 47 pp.
- ARNABOLDI F. et DOMMANGET J.L., 1996.- Les Odonates du massif forestier de Rambouillet (département des Yvelines).- *Martinia*, 12 (4) : 87-108.
- AFNOR., 1993.- Méthodes d'analyse des eaux. Afnor eds, Paris.
- AMOROS C., BRAVARD J.-P., REYGROBELLET J.L., PAUTOU G. et ROUX, A.L., 1988.- Les concepts d'hydrosystème et de secteur fonctionnel dans l'analyse des complexes fluviaux à l'échelle des écosystèmes.- *Bull. Ecol.*, 19 (4) : 531-546.
- ASKEW R.R., 1988.- The dragonflies of Europe.- Harley Books, Colchester, Essex, England, 291 pp.
- BARRA J., 1963.- Introduction à l'étude écologique des Odonates autour de Strasbourg.- *Bull. Soc. Zool. France*, 1 : 108-124.
- BOUDOT J.P. et JACQUEMIN G., 1988.- A note on the variability of a population of *Erythromma viridulum* (Charp.) from eastern France, with special reference to *E. viridulum orientale* Schmidt (Zygoptera : Coenagrionidae).- *Notul. Odonatol.*, 3 (2) : 17-19.
- BOURNAUD M. et AMOROS C., 1984.- Des indicateurs biologiques aux descripteurs de fonctionnement : quelques exemples dans un système fluvial.- *Bull. Ecol.*, 15 (1) : 57-66.
- BRAUN-BLANQUET J., 1964.- Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3^{ème} éd., Springer Verlag, Wien et New York, 865 pp.
- BRIDGES C.A., 1994.- Catalogue of the family-group, genus-group and species-group names of the Odonata of the world (3^{ème} édition). C.A. Bridges (ed.), 937 pp.
- BUCHWALD R., 1991/1992.- Libellen (Odonata) in Wiesengraben Südwestdeutschlands.- *Naturschutzforum*, 5/6 : 219-240.
- BUCHWALD R., 1992.- Vegetation and dragonfly fauna characteristics and examples of biocenological field studies.- *Vegetatio*, 101 : 99-107.
- BUCHWALD R., 1994.- Zur Bedeutung der Artenzusammensetzung und Struktur von Fließgewässer-Vegetation für die Libellenart *Coenagrion mercuriale* mit Bemerkungen zur Untersuchungsmethodik.- *Ber. Reinh.-Tixen-Ges.*, Hannover, 6 : 61-814.
- BUCHWALD R., HOPFNER B. et ROSKE W., 1989.- Gefährdung und Schutzmöglichkeiten grundwasserbeeinflusster Wiesenbäche und -gräben in der Oberrheinebene. Naturschutz-orientierte Untersuchungen an Habitaten der Helm-Azurjungfer (*Coenagrion mercuriale*, Odonata).- *Natur und Landschaft*, 64 (10) : 398-403.
- BUCHWALD R., HOPFNER B. et SCHANOWSKI A., 1994.- Schutzgemeinschaft Libellen Baden-Württemberg. 10. Sammelbericht (1994) über Libellen-vorkommen in Baden-Württemberg.- *Landesanstalt für Umweltschutz*, 36 pp.
- CARBIENER R., 1970.- Un exemple de type forestier exceptionnel pour l'Europe occidentale : la forêt du lit majeur du Rhin au niveau du fossé rhénan (*Fraxino-*

- Ulmetum* Oberd. 53). Intérêt écologique et biogéographique. Comparaison à d'autres forêts thermophiles.- *Vegetatio*, 20 : 97-148.
- CARLE F.L., 1979.- Environmental monitoring potential of the Odonata, with a list of rare and endangered anisoptera of Virginia, United States.- *Odonatologica*, 8 (4) : 319-323.
- CASTELLA E., 1987.- Larval Odonata distribution as a descriptor of fluvial ecosystems : the Rhône and Ain rivers, France.- *Adv. Odonatol.*, 3 : 23-40.
- DE RICQLES A., 1988.- Les Odonates de Dordogne et leur intérêt comme indicateurs de l'évolution des milieux à moyen terme.- *Rev. Ecol., (Terre et Vie)*, 43 : 177-194.
- DIRECTIVE HABITAT, 1992.- Journal Officiel des Communautés Européennes du 22 septembre 1992. Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages. L. 206 : 7-14 + annexes I à V. L. 206 : 16-39.
- DOMMANGET J.-L., 1987.- Etude Faunistique et Bibliographique des Odonates de France.- Muséum National d'Histoire Naturelle, Secrétariat Faune-Flore, fascicule 36, 283 pp.
- DOMMANGET J.L., 1989.- Utilisation des Odonates dans le cadre de la gestion des zones humides. In : Utilisation des inventaires d'invertébrés pour l'identification et la surveillance d'espaces de grand intérêt faunistique.- Muséum National d'Histoire Naturelle. Secrétariat de la Faune et de la Flore, pp. 93-109.
- DOMMANGET J.L., 1994.- Atlas préliminaire des Odonates de France. Etat d'avancement au 31/12/93.- Muséum National d'Histoire Naturelle, Secrétariat de la Faune et de la Flore, vol. 16, 92 pp.
- DONATH H., 1987.- Vorschlag für ein Libellen-Indikatorsystem auf ökologischer Grundlage am Beispiel der Odonatenfauna der Niederlausitz.- *Entomolog. Nachr. Ber.*, 31 (5) : 213-217.
- HEIDEMANN H., 1977.- Libellen am Altrhein.- *Entomol. Zeitschr.*, 87 (1/2) : 1-8.
- HEYMER A., 1968.- Über ein Vorkommen von *Platycnemis latipes* Rambur, 1842 im Ober-Elsaß (*Odonata : Zygoptera*). *Beitr. Naturk. Forsch. SW-Deutschl.*, 27 (1) : 36-36.
- JACQUEMIN G., 1992.- Les Odonates des vallées des Vosges du Nord face à la déprise agricole.- *Ann. Sci. Rés. Bios. Vosges du Nord*, 2 : 69-79.
- JACQUEMIN G. et BOUDOT J.P., 1991.- Les Odonates (Libellules) de la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord : état actuel de nos connaissances.- *Ann. Sci. Rés. Bios. Vosges du Nord*, 1 : 35-48.
- JACQUEMIN G., BOUDOT J.-P., GOUTET P. et SCHWAAB F., 1987.- Quelques Odonates intéressants observés en Lorraine, France.- *Notul. odonatol.*, 2 (9) : 137-156.
- JOURNAL OFFICIEL, 1993.- Arrêté du 22 juillet 1993 fixant la liste des insectes protégés sur le territoire national.- *Journal Officiel de la République Française*. 24 septembre 1993 : 13272-13273.
- JURZITZA G., 1978.- Die Libellen (Odonata) des Russheimer Altrheines. *Natur und Landschaft*, 10 : 399-405.
- JURZITZA G. et KORMANN K., 1960.- Libellen Beobachtungen in der Umgebung von Karlsruhe (Baden).- *Beitr. Naturk. Forsch. SW-Deutschl.*, 19 (1) : 56-57.
- KLEIN J.P., BUCHEL E., GEISSERT, F. et BERCHTOLD J.P., 1994a.- Restauration écologique d'une mare dans la réserve naturelle d'Erstein.- *Bull. Soc. Ind. Mulhouse*, 832 : 37-45.
- KLEIN J.P., MAIRE G., EXINGER F., LUTZ G., SANCHEZ-PEREZ J.M., TREMOLIERES M. et JUNOD P., 1994b.- The restoration of former channels in the Rhine alluvial forest : the example of the Offendorf nature reserve (Alsace, France).- *Wat. Sci. Tech.*, 3 : 301-305.
- KLEIN J.P. et EXINGER A., 1995.- *Oxygastra curtisi* (Dale, 1834), une espèce d'Odonate nouvelle pour l'Alsace.- *Bull. Ass. Phil. Als. Lorr.*, 31 : 93-96.

- KLEIN J.P., ROBACH F., VANDERPOORTEN J.P. et TREMOLIERES M., 1995.- Spatio-temporal aquatic vegetation patterns in former channels in relation to their isolation from the river Rhine (Eastern France).- *Acta bot. Gallica*, 142/6 : 601-616.
- KLEIN J.P., SANCHEZ-PEREZ J.M. et TREMOLIERES M., 1996.- Conservation and management of the Rhine nature reserves in France.- *Arch. Hydrobiol.*, Suppl. 113. Large Rivers, 10 (3/4) : 345-352.
- KLEIN J.P., 1997.- Mécanismes d'échange rivière-nappe dans l'hydrosystème rhénan : relations entre les biocénoses alluviales, qualité de l'eau et connectivité.- Thèse doctorat. ULP Strasbourg, 439 pp.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG, 1994.- Flutungen der Polder Altenheim. In Materialien zum Integrierten Rheinprogramm.- Band 8. Karlsruhe.
- LEONHARDT W., 1912.- Beitrag zur Kenntnis der Odonaten-Fauna von Ober-Elsass.- *Bericht. Versamml. Bot. Zool. Ver. Rheinl.-Westfalen*, 1912 : 14-16.
- MACHET P. et LEGRAND J., 1986.- A propos de la présence en France de *Coenagrion ornatum* (Sélys, 1850).- *Martinia*, 4 : 9-14.
- MAUERSBERGER R. et HEINRICH D., 1993.- Zur Habitatpräferenz von *Leucorrhinia caudalis* (Charpentier) (Anisoptera : Libellulidae).- *Libellula*, 12 (1/2) : 63-82.
- MIERLEWCZYK S., 1972.- Wazki (Odonata) okolic Gniezna.- *Frag. Faun.*, 18 (8) : 141-162.
- MOORE N.W., 1984.- Dragonflies as Indicators of Environmental Health.- *Newsl. Spec. Survival. Comm. IUCN*, 24 : 7-8.
- OBERDORFER E., 1994.- *Pflanzensoziologische Exkursionsflora*.- Ulmer Verlag, Stuttgart, 1050 pp.
- PAPAZIAN, M., 1995.- Les Odonates de Camargue.- *Entomologiste*, 51(3) : 117-128.
- PONT B. et FRUGET J.F., 1995.- Inventaire des Odonates du lit majeur du Rhône au niveau de la réserve naturelle de l'île de la Platière.- *Sympetrum*, 8 : 35-48.
- RASTETTER V., 1991.- Deux insectes rares en Alsace.- *Bull. Ass. Phil. Als. Lorr.*, 27 : 43-45.
- REISS T., 1992.- Les Odonates de la Petite Camargue Alsacienne (Département du Haut-Rhin).- *Martinia*, 8 (4) : 83-90.
- REYGROBELLET J.L. et CASTELLA E., 1987.- Some observations on the utilization of groundwater habitats by Odonata larvae in an astatic pool of the Rhone alluvial plain (France).- *Adv. Odonatol.*, 3 : 127-134.
- SCHMIDT E., 1983.- Odonaten als Bioindikatoren für mitteleuropäische Feuchtgebiete.- *Verh. Dtsch. Zool. Ges.*, : 131-136.
- SCHMIDT B., 1989/1990.- Faunistisch-ökologische Untersuchungen zur Libellenfauna (Odonata) der Streuwiesen im NSG Wollmatinger Ried bei Konstanz. Auswirkungen und Bedeutungen auf die Libellenbesiedlung.- *Naturschutzforum*, 3 (4) : 39-80.
- SCHMIDT B., 1993.- Ökologische Untersuchungen zur Libellenfauna der Petite Camargue Alsacienne 1993 : speziell der Sumpf-Heidelibelle (*Sympetrum depressiusculum*) unter Berücksichtigung der Vegetation und der Hydrodynamik.- *Berichte Forschungsstation RANA Petite Camargue Als.*, 1993 : 1-6.
- VAN TOL J. et VERDONK M.J., 1988.- *The protection of dragonflies (Odonata) and their biotopes*.- Council of Europe. Nature and Environment Series, vol. 38, 181 pp.
- WÄRINGER J.A., 1989.- Gewässer-typisierung anhand der Libellenfauna am Beispiel der Altenwörther Donauau (Niederösterreich).- *Natur und Landschaft*, 64 (10) : 389-392.
- WASSERMANN G. et SCHMIDT-KLOIBER A., 1996.- Ephemeroptera and Odonata of an artificial Danube backwater irrigation system.- *Arch. Hydrobiol.*, Suppl. 113, Large Rivers, 10, (1/4) : 493-496.
- WILDERMUTH H. et SCHIESS H., 1983.- Die Bedeutung praktischer Naturschutzmassnahmen für die Erhaltung der Libellenfauna in Mitteleuropa.- *Odonatologica*, 12 (4) : 345-366.