

Etude écosystémique d'une gravière de l'ancien lit majeur du Rhin (Krafft-Erstein, Bas-Rhin, France)

Par Jean-Paul KLEIN * et Alain VANDERPOORTEN **

* Laboratoire d'Analyses et de Biologie Médicales Aubert,
22, rue des Carmes, F-54063 Nancy

* Université Louis Pasteur de Strasbourg, Centre d'Analyses et de Recherches,
Département Hydrologie & Environnement, 76 route du Rhin, F-67400 Illkirch

** Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux,
Zoologie Générale & Appliquée, 2 Passage des Déportés, B-5030 Gembloux

Mots clés : ODONATES, HYDROPHYTES, GRAVIERE, RHIN, QUALITE DE L'EAU, GESTION ECOLOGIQUE, NAPPE PHREATIQUE, ZONES REFUGES, CONNECTIVITE.

Key-words : ODONATA, HYDROPHYTES, GRAVEL PIT, RHINE, WATER QUALITY, ECOLOGICAL MANAGEMENT, GROUNDWATER, REFUGE AREAS, CONNECTIVITY.

Résumé : L'étude écosystémique d'une gravière de l'ancien lit majeur du Rhin a été réalisée de 1994 à 1997. Les analyses hydrochimiques ont montré que l'eau était alcaline, oligo-mésotrophe, moyennement minéralisée, bicarbonatée calcique et chlorurée sodique. Les données odonatologiques, qui portent à la fois sur les imagos et les exuvies, sont mises en relation avec la végétation aquatique et riveraine, et avec la qualité physico-chimique de l'eau. Dans ce biotope, 24 espèces d'Odonates ont été recensées. Deux sont protégées au niveau national, 3 figurent sur la liste rouge française, 11 sur la liste rouge du Bade-Wurtemberg, 3 sur la liste rouge du Conseil de l'Europe et 2 sur la liste des espèces animales et végétales d'intérêt communautaire de la Directive Habitat. Les espèces d'Odonates les plus fréquentes sont *Enallagma cyathigerum*, *Libellula fulva*, *Crocothemis erythraea*, *Ischnura elegans*, *Orthetrum cancellatum*, *Anax imperator* et *A. parthenope*. La faune odonatologique de cette gravière, comparable en diversité à celle des gravières les plus anciennes, n'est pas entravée par l'importante faune ichtyologique locale, ni par la faible diversité des phytocénoses, bien que celle-ci induise une faible densité pour des espèces comme *Platycnemis pennipes* et *Cercion lindenii*. La diversité odonatologique de ce site paraît être fonction d'une part de la qualité des eaux, d'autre part de son statut de zone pionnière qui en fait un refuge comparable aux anciens chenaux du Rhin avant la canalisation du fleuve. Ce travail constitue une base de comparaison pour évaluer les conséquences des ré-inondations prévues dans le massif forestier d'Erstein voisin dans le cadre des projets de rétention latérale des crues du Rhin.

Summary : An integrated survey of a gravel pit located in the former alluvial floodplain of the Rhine was carried out between 1994 and 1997. The gravel pit is fed by groundwater and its water level is controlled by the floodpulse of the Rhine. The quality of the water was monitored monthly between 1995 and 1997 and was found to be alkaline, oligomesotrophic, moderately mineralised, calcareous and chloridic. Data dealing with adults and exuviae were compared with the quality of the water and the aquatic and riverine phytocenosis. In this man-made biotope, 24 species of Odonata were recorded. *Enallagma cyathigerum*, *Libellula fulva*, *Crocothemis erythraea*, *Ischnura elegans*, *Orthetrum cancellatum*, *Anax imperator* and *A. parthenope* are the most common ones. Two species are protected at the national level, 3 are included within the French red list and 11 within the Baden-Württemberg red list, 3 within the red list of the European Council and 2 within the European list for Habitat directive. The dragonfly diversity in this recent gravel pit is similar to that of the oldest ones in this region and is not depressed as a cause of large populations of fish and the low diversity of the phytocenosis. Nevertheless, the latter caused a low density in species such as *Platycnemis pennipes* and *Cercion lindenii*. The diversity of the dragonfly assemblage in this gravel pit is linked to water quality, and also to its status of pioneer area acting as a refuge resembling the former side channels of the Rhine river before canalisation. This study can be used for future surveys to compare and evaluate the impact and consequences of the artificial flooding of the riverine landscape of the Erstein area owing to the lateral retention of the Rhine highflow.

Introduction

Les milieux naturels, semi-naturels et/ou anthropisés de l'ancien lit majeur du Rhin ont subi des modifications structurales et fonctionnelles depuis les travaux de canalisation du fleuve, réalisés pour sa partie alsacienne de 1932 à 1977 entre Kembs (Haut-Rhin) et Iffezheim (Bas-Rhin). Ces travaux d'aménagement ont plus ou moins isolé les milieux aquatiques du lit majeur du Rhin et ont engendré des processus de déconnexion des milieux riverains avec le chenal principal. L'étude des différents secteurs connectés, déconnectés et semi-connectés au Rhin permet d'en suivre l'évolution spatio-temporelle. Parmi les milieux anthropisés, les gravières constituent d'intéressants milieux pionniers qui apparaissent comme des milieux de substitution pour de nombreuses espèces, car leurs biotopes primaires ne sont plus créés par la dynamique naturelle du fleuve. Ces milieux artificiels n'ont été que peu étudiés dans la plaine rhénane comparativement aux études menées sur les communautés végétales (BARRA, 1963 ; BAUMGART, 1994 ; LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG, 1994). Pourtant l'extraction des graviers est intense tout le long du Rhin. Actuellement, une réflexion sur les besoins et les futures zones gravières est à l'étude, et un schéma de réaménagement des gravières en fin d'exploitation est en cours d'élaboration (KLEIN *et al.*, 1997).

Dans le cadre d'études écosystémiques, il est intéressant d'associer des données portant sur la faune aux études phytoécologiques et hydrologiques plus traditionnelles, afin d'améliorer la connaissance de l'organisation des biocénoses alluviales (KLEIN, 1997). Les Odonates constituent un élément faunique indicateur de l'évolution des écosystèmes aquatiques (SCHMIDT, 1983 ; DONATH, 1987 ; DE RICQLES, 1988). Ils ont également été utilisés dans le cadre de la réalisation d'une typologie des milieux aquatiques (WARINGER, 1989 ; KLEIN, 1997).

L'objectif du travail que nous rapportons ici consiste à inventorier et à analyser les peuplements d'Odonates d'un habitat artificiel de l'ancien lit majeur du Rhin, soustrait aux débordements du fleuve, dans la logique de la bioévaluation et de la gestion des milieux alluviaux. On cherchera en outre à disposer d'une base de référence pour évaluer l'impact des ré-inondations prévues dans les massifs forestiers avoisinants, qui seront provoquées lors des opérations d'écrêtement des crues du Rhin par rétention latérale des eaux. Cette étude s'inscrit dans le cadre des recherches et des réflexions menées par l'Institut Franco-Allemand de Recherches en Environnement (IFARE) visant à mieux connaître la structure et le fonctionnement des milieux alluviaux.

Le site d'étude

Le site étudié est constitué par une gravière située juste en aval de la chute de Gamsheim, à une altitude d'environ 150 mètres. Il s'agit d'une pièce d'eau qui est une ancienne zone d'emprunt de graviers, localisée entre la digue de canalisation et l'ancienne digue des hautes eaux (Fig. 1).

Cette gravière, creusée il y a une trentaine d'années, a été étudiée de 1994 à 1997. Ce milieu aquatique d'environ 200 m de côté a des rives en pente douce à l'est et à l'ouest et des berges abruptes au nord et au sud. Il n'est plus soumis aux débordements du Rhin depuis les aménagements réalisés entre Gamsheim et Strasbourg de 1967 à 1970. Ce milieu artificiel est alimenté par la nappe phréatique du Rhin, dont les variations entraînent des fluctuations du niveau de l'eau d'environ 70 centimètres (KLEIN *et al.*, 1996).

Cette ancienne excavation est située à l'extérieur et au sud du Polder d'Erstein, zone destinée à écrêter les crues du Rhin. La gravière ne sera donc pas submergée par les eaux du fleuve lors de la mise en eau du bassin de rétention latéral, et pourra faire l'objet d'études comparatives au cours du temps.

Bien que cette gravière soit isolée des eaux de surface du Rhin, elle est néanmoins reliée au chenal actif par des écoulements souterrains de l'aquifère alluvial (connexions hydriques). La connexion hydrique peut être estimée par des traceurs comme les ions chlorures. De surcroît, ce biotope a des échanges avec les communautés d'Odonates du Rhin (connectivité biologique latérale) et d'autres milieux aquatiques (connectivité biologique longitudinale).

Les gravières sont très nombreuses le long du Rhin et leur devenir à la fin de leur exploitation suscite beaucoup de questions. Alors que les grandes gravières sont des milieux d'accueil bien connus pour l'avifaune, les petites zones d'emprunts de

granulats peuvent constituer des milieux aquatiques fort intéressants pour certaines biocénoses.

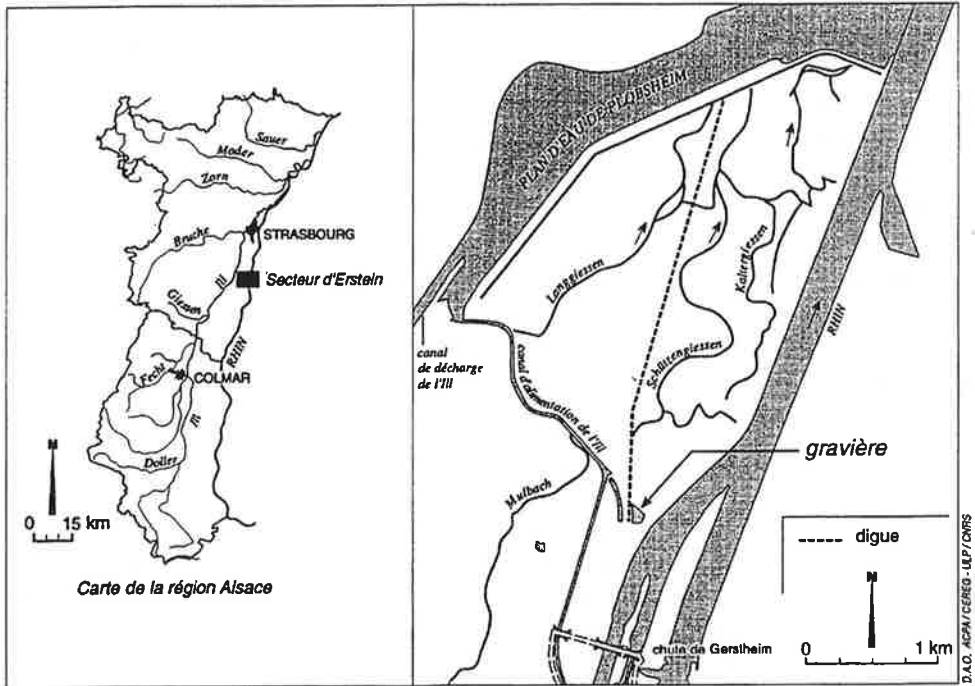


Figure 1- Localisation de la zone étudiée.

Matériel et méthodes

Le pH, l'oxygène dissous, la température et la conductivité électrique de l'eau ont été mesurés *in situ* par méthodes électrométriques à l'aide de matériel WTW. Les analyses d'eau ont été réalisées en laboratoire selon des méthodes normalisées (AFNOR, 1993) ou validées. Les nomenclatures utilisées sont celles d'OBERDORFER (1994) pour les phanérogames, de CORLEY *et al.*, (1981) et CORLEY et CRUNDWELL (1991) pour les mousses, de GROLE (1983) pour les hépatiques, et de RILEY et HIGGHINS (1971) pour les papillons. L'inventaire des Odonates a principalement été conduit en 1995 et 1996. La collecte d'exuvies a permis de confirmer la reproduction de certaines espèces sur le site étudié. Les prospections d'imagos ont été réalisées avec un filet de type Deyrolles de 40 cm de diamètre. La nomenclature adoptée est celle de d'AGUILAR et DOMMANGET (1998). L'évaluation de la valeur biologique a été conduite sur la base des listes réglementaires d'espèces protégées au niveau national et des listes rouges des espèces menacées. La directive européenne Habitats-Faune-Flore n° 92-43 du 21 mai 1992, qui mentionne les listes d'habitats et d'espèces dont la conservation est d'intérêt communautaire, a été utilisée.

Résultats et discussion

Caractéristiques physico-chimiques et biocénologiques de la gravière

Les analyses physico-chimiques consignées dans le tableau I montrent que l'eau de la gravière est moyennement minéralisée, bicarbonatée calcique et chlorurée sodique. Les concentrations en phosphore et en azote restent basses. Les concentrations relativement élevées en chlorures révèlent des apports souterrains en provenance du Rhin, situé à une centaine de mètres de là.

La végétation aquatique du fond de la gravière est formée d'un tapis de *Chara hispida*. Cette characée est le signe de l'alimentation phréatique du milieu. *Chara hispida* est une macroalgue relativement rare car elle nécessite une eau de bonne qualité, ce qui explique pourquoi elle colonise électivement les cours d'eau phréatiques du ried de l'Ill et du Rhin, ainsi que les gravières oligotrophes. Les hydrophytes flottants et nageants sont représentés par *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton crispus* et *P. lucens*. Toutes ces espèces ont un recouvrement faible. La présence de *P. lucens* donne d'intéressantes informations sur son écologie. Bien qu'elle soit souvent considérée comme typiquement eutrophe, il semble bien que cette espèce soit en réalité également apte, dans des conditions pionnières, à coloniser des eaux oligotrophes à mésotrophes, car on la retrouve aussi bien dans les affluents eutrophes du Rhin que dans certains tronçons oligo-mésotrophes des rivières phréatiques du Ried ello-rhénan. Hormis *Chara hispida*, les macrophytes aquatiques mentionnés ci-dessus sont fréquents dans la plaine d'Alsace. Les hydrophytes présents ont colonisé le milieu sans doute transportés par l'avifaune qui véhicule des diaspores, des fragments de plantes, des turions ou des hibernacles. Cette colonisation est donc liée à la connectivité biologique.

	20/06/95	26/10/95	10/11/95	15/12/95	30/01/96	27/02/96	26/03/96	25/04/96	24/05/96	28/06/96	26/07/96	30/08/96	Médiane	Écart-type
T °C	23,2	13,3	8,3	1,3	1,8	4,9	12,2	17,3	17,1	21,8	24,1	21,3	15,2	8,3
pH	7,15	7,55	7,55	7,75	7,95	7,95	8,1	8	8,05	8,25	8,05	8,35	7,98	0,34
Cond. (µS/cm)	494	498	485	463	575	515	543	536	527	517	551	515	516,00	30,86
O ₂ (mg/l)	8,1	10,3	10,1	11,2	13,7	12	12,1	11,3	12,1	11,3	9,4	12,4	11,30	1,21
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	-	168,4	196,6	188	190	175	161	156	142	110	121	107	161,0	32,1
CO ₃ ²⁻ (mg/l)	-	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 6	< 6	7	-	-
TAC °F	-	13,8	13,9	15,4	15,6	14,3	13,2	12,8	11,6	9	9,9	10	13,2	2,3
NO ₂ (mg/l)	2,1	3,6	4	5,5	5,4	2	2,3	3,4	1	2,1	< 0,7	< 0,7	-	-
NO ₃ (mg/l)	0,1	0,11	0,06	0,08	0,1	0,02	0,08	0,05	0,04	0,03	< 0,02	< 0,02	-	-
NH ₄ ⁺ (mg/l)	< 0,01	0,1	0,2	0,11	< 0,01	0,01	0,1	0,17	0,04	0,05	< 0,03	0,04	-	-
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	0,4	0,06	0,13	< 0,01	0,12	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-
Ca ⁺⁺ (mg/l)	-	52,9	56,9	64,1	71,9	63,8	57,3	58,1	53,3	42,8	45,1	47,8	56,9	8,3
K ⁺ (mg/l)	7,6	4,8	5,1	4	4	4,2	4,3	4,1	5	4	4,5	4	4,3	0,4
Na ⁺ (mg/l)	44,6	46,5	47,2	45,6	38,5	39,5	47,7	56,8	48,2	55	52,5	49,8	47,5	5,4
Mg ⁺⁺ (mg/l)	-	8,3	6,3	8	5,1	7,8	4,9	5,1	6,7	7	7,8	7,6	7,0	1,2
Cl (mg/l)	72,9	61,2	62,9	65,9	65	66,2	71,2	74,5	75,5	86	86	86	71,2	9,2
SO ₄ (mg/l)	40,2	41,9	34,6	38,3	32	29,1	36,5	38	36,8	32,1	35,8	40,2	36,5	3,6

Tableau I- Paramètres physico-chimiques des eaux de la gravière.

Les rives de la gravière sont colonisées par un rideau arboré constitué des espèces suivantes : *Salix alba*, *S. purpurea*, *Betula pendula*, *Cornus sanguinea*, *Prunus spinosa*, *Robinia pseudacacia*, *Quercus robur*, *Ulmus campestris*, *Populus sp.* (cf. hybrides de *P. nigra*). La végétation herbacée riveraine est éparse et limitée aux

secteurs les moins pentus. On y retrouve *Phragmites australis*, *Carex elata* et *Solidago gigantea* comme espèces dominantes. Le recouvrement bryophytique des berges est important, mais sa diversité spécifique est faible en raison du fort pouvoir compétitif de la grande pleurocarpe sociale *Calliergonella cuspidata*, qui constitue la majeure partie du tapis muscinal. Au niveau des escarpements de berge, à l'abri de la concurrence de *Calliergonella cuspidata*, existent également quelques espèces caractéristiques des milieux calcaires humides oligotrophes, comme *Fissidens adianthoides*, *Brachythecium mildeanum*, *Pellia endiviifolia* et *Aneura pinguis*.

Perches, gardons, carpes, tanches, brochets, ablettes, anguilles, perches-soleil, rotengles et brèmes sont les poissons recensés dans la gravière. L'abondance de ces différentes espèces résulte des alevinages réalisés par les pêcheurs. La présence d'une importante population d'écrevisse américaine (*Orconectes limosus*) est également à signaler.

Les papillons ont eux aussi fait l'objet d'un recensement. Nous citerons pêle-mêle les espèces suivantes : *Polyommatus bellargus* (azuré bleu céleste), *Polyommatus icarus* (azuré de la bugrane), *Pasarge aegeria tircis* (tircis), *Maniola jurtina* (myrtil), *Polygonia c-album* (Robert le diable), *Inachis io* (paon du jour), *Argynnis paphia* (tabac d'Espagne), *Limenitis camilla* (sylvain azuré), *Pieris rapae* (piéride de la rave), *Leptidea sinapis* (piéride de la moutarde), *Anthocaris cardamines* (aurore), *Gonepteryx rhamni* (citron), *Apatura ilia* (petit mars changeant), *Apatura iris* (grand mars changeant), *Papilio machaon* (machaon). Les trois dernières de ces espèces figurent sur la liste rouge des papillons menacés du Bade-Wurtemberg (EBERT et FALKNER, 1991).

Les Odonates

Inventaire des espèces de la gravière. Vingt-quatre espèces d'Odonates ont été recensées dans la gravière étudiée (Tableau II). Les plus fréquentes sont *Enallagma cyathigerum*, *Libellula fulva*, *Crocothemis erythraea*, *Ischnura elegans*, *Orthetrum cancellatum*, *Anax imperator* et *A. parthenope*. Des prospections complémentaires sont nécessaires pour rechercher certaines espèces qui n'ont pas encore été observées. A cet égard, il est surprenant que des libellules communes comme *Sympetrum striolatum* et *S. vulgatum* n'aient pas été repérées. D'autres sont encore à rechercher comme *Sympetrum fonscolombii* et *Coenagrion pulchellum*. Ces derniers sont en effet mentionnés dans une gravière du Polder d'Altenheim, situé juste de l'autre côté du Rhin (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG, 1994).

Facteurs déterminant la composition et l'abondance des faunes d'Odonates. Le site étudié renferme 24 des 54 espèces d'Odonates signalées jusqu'ici en Alsace. Ce chiffre est à rapprocher de ceux indiqués par BARRA (1963), qui mentionne une à deux espèces dans les gravières récentes et plus de 10 pour les gravières inexploitées. BAUMGART (1994) signale 11 espèces pour une gravière à Nordhouse (Bas-Rhin). Sur la rive droite du Rhin en Allemagne, 25 espèces d'Odonates ont été inventoriées dans une gravière du Polder d'Altenheim. A titre de comparaison, les rives enrochées du Rhin au droit du site d'étude ne recèlent que quelques espèces plus ou moins

ubiquistes, parmi lesquelles on peut citer *Calopteryx splendens*, *I. elegans*, *Coenagrion puella* et *Cercion lindenii*. On note ainsi une nette ségrégation entre les peuplements d'Odonates du cours du Rhin et ceux de la gravière en raison des différences mésologiques, hydrodynamiques et trophiques existant entre ces deux milieux. Là comme ailleurs, les communautés des écosystèmes adjacents au fleuve sont plus diversifiées et mieux structurées que ceux de l'organe fluvial *sensu stricto*.

1. <i>Platycnemis pennipes</i> (Pallas, 1771)	13. <i>Anax parthenope</i> Sélys, 1839
2. <i>Cercion lindenii</i> (Sélys, 1840)	14. <i>Gomphus pulchellus</i> Sélys, 1840
3. <i>Coenagrion puella</i> (L., 1758)	15. <i>Cordulia aenea</i> (L., 1758)
4. <i>Enallagma cyathigerum</i> (Charpentier, 1840)	16. <i>Oxygastra curtisii</i> (Dale, 1834)
5. <i>Erythromma najas</i> (Hansemann, 1823)	17. <i>Crocothemis erythraea</i> (Brullé, 1832)
6. <i>Erythromma viridulum</i> (Charpentier, 1840)	18. <i>Libellula depressa</i> L., 1758
7. <i>Ischnura elegans</i> (Vander Linden, 1820)	19. <i>Libellula fulva</i> Müller, 1764
8. <i>Pyrrosoma nymphula</i> (Sulzer, 1776)	20. <i>Libellula quadrimaculata</i> L., 1758
9. <i>Aeshna cyanea</i> (Müller, 1764)	21. <i>Orthetrum cancellatum</i> (L., 1758)
10. <i>Aeshna grandis</i> (L., 1758)	22. <i>Sympetrum sanguineum</i> (Müller, 1764)
11. <i>Aeshna mixta</i> Latreille, 1805	23. <i>Sympetrum depressiusculum</i> (Sélys, 1841)
12. <i>Anax imperator</i> Leach, 1815	24. <i>Leucorrhinia caudalis</i> (Charpentier, 1840)

Tableau II- Inventaire des Odonates de la gravière de Krafft-Erstein.

La faune ichtyologique n'est pas ici un handicap au développement d'une faune odonatologique riche et diversifiée, comme cela a été parfois mentionné ailleurs (REISS, 1992). La composition et la diversité des populations d'Odonates sont réputées être liées à la richesse et à la diversité de la végétation aquatique et riveraine. Or, les groupements végétaux de la gravière d'Erstein sont pauvres du point de vue de la diversité spécifique et phytocénotique. Ceci peut expliquer par exemple le fait que les populations de *Platycnemis pennipes* sont peu fournies, car cette demoiselle marque un préférendum très net pour les mégaphorbiaies riveraines, ici peu développées. Il en est de même pour *C. lindenii*, peu représenté sur le site étudié alors qu'il est abondant le long des anciens bras latéraux du fleuve, qui constituent son habitat d'élection. En raison du faible recouvrement des hydrophytes, les populations d'*Erythromma viridulum* et d'*E. najas* sont maigres. Toutefois, les tapis flottants de *Chara hispida*, déracinés du fond par les baigneurs et les pêcheurs, sont favorables à certaines espèces, notamment aux Coenagrionidés.

Ainsi la diversité spécifique des libellules et des demoiselles de cette gravière semble au moins en partie contrôlée par la végétation aquatique, et donc liée au statut pionnier du site et à la qualité de l'eau, qui est de bonne qualité et permet la présence d'espèces exigeantes comme *P. nymphula*, préférentiellement liée aux apports d'eau pure phréatique (CASTELLA, 1987 ; KLEIN 1997 ; KLEIN et BERCHTOLD, 1998). La présence de *Leucorrhinia caudalis* mérite également une mention particulière en raison de sa rareté dans l'ancien lit majeur du Rhin. Elle ne s'observe que pendant une période très courte qui s'étend de la dernière semaine de mai à la première semaine de juin. Sur la rive droite du fleuve, au niveau du Polder d'Altenheim, cette espèce sténoïque semble avoir disparu à la suite de la mise en eau périodique de ce

bassin de rétention des crues (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG, 1994). Cette remise en eau du bassin de rétention de crues, localement dénommé "Polder d'Altenheim", s'est également traduite par une nette régression des populations de *L. fulva* et de *C. erythraea*. Mais contrairement à ce qui est mentionné pour la rive allemande, l'épandage des crues du Rhin ne semble pas chez nous avoir d'impact notable sur les populations de ces deux espèces, car elles sont abondantes dans les milieux aquatiques de la forêt alluviale inondable de l'île de Rhinau (KLEIN, 1997 ; KLEIN et BERCHTOLD 1998). Par ailleurs, *Sympetrum depressiusculum*, si caractéristique des mares inondables de la réserve naturelle de l'île de Rhinau (KLEIN et BERCHTOLD 1998), s'avère également apte à coloniser des milieux soustraits aux débordements du fleuve. Ses effectifs sont importants, comme en témoigne l'abondance des exuvies récoltées sur les hélophytes riverains.

Statut réglementaire des espèces observées. Parmi les 24 espèces observées, 2 sont protégées au niveau national (J. O. du 24/09/93), 3 figurent sur la liste rouge française, (DOMMANGET, 1987), 11 sur la liste rouge du Bade-Wurtemberg (BUCHWALD *et al.*, 1994), 3 sur la liste rouge du Conseil de l'Europe (VAN TOL et VERDONK, 1988) et 2 sur la liste des espèces animales et végétales d'intérêt communautaire de la DIRECTIVE HABITAT (1992) (Tableau III). Parmi les espèces remarquables au niveau européen, il faut citer : *L. caudalis*, *Oxygastra curtisii* (KLEIN et EXINGER, 1995), *S. depressiusculum* et *C. erythraea*. *O. curtisii* et *L. caudalis* qui sont en outre protégés au niveau national (arrêté du 22/07/93, Journal Officiel du 24/09/93). Il convient de noter que *O. curtisii* est une espèce de répartition atlantique et méditerranéenne qui se raréfie vers l'est (DOMMANGET, 1994). Connue de Lorraine (JACQUEMIN *et al.*, 1987), elle n'avait jusqu'en 1995 jamais été mentionnée d'Alsace.

Gestion de l'habitat dans le contexte rhénan. La gestion intégrée des milieux fluviaux répond à des préoccupations de conservation des écosystèmes et de leurs potentialités biologiques, mais également au suivi des phénomènes naturels et/ou des projets de réhabilitation. Ce travail se situe dans la logique des réalisations et des réflexions actuellement en cours pour le classement de la bande rhénane dans le contexte transfrontalier du réseau européen Natura 2000 et de sa désignation au titre de la convention RAMSAR. La gravière d'Erstein héberge un nombre important d'Odonates dont plusieurs sont rares et menacés, et qui trouvent dans cet habitat artificiel un habitat refuge graveleux pionnier oligotrophe similaire aux habitats fluviaux dynamiques du Rhin avant sa canalisation. C'est à ce titre que ce biotope mériterait des mesures de protection. Actuellement, sa fréquentation par les pêcheurs et les baigneurs est peu développée, et c'est pourquoi il possède une haute valeur patrimoniale. Il est indispensable que la pression humaine reste faible pour limiter les processus d'eutrophisation et de dégradation de la végétation aquatique et riveraine. Il est donc hautement souhaitable de barrer l'accès du site aux véhicules. Pour protéger le patrimoine biologique de ce biotope, il serait souhaitable de le laisser en l'état. Une gestion passive en quelque sorte, pour assurer la pérennité de la dynamique naturelle des communautés végétales et faunistiques. Toutefois, des coupes ponctuelles de la

végétation ligneuse riveraine pourraient être préconisées en cas de fermeture trop importante du milieu, afin de favoriser l'ensoleillement des rives.

Liste des espèces	Liste rouge en France	Liste rouge Bade-Württemberg	Liste rouge du Conseil de l'Europe	Directive Habitat (Annexe 2)	Protection en France
<i>Cercion lindenii</i>		*			
<i>Erythromma najas</i>		*			
<i>Erythromma viridulum</i>		*			
<i>Aeshna grandis</i>	*	*	*		
<i>Anax parthenope</i>		*			
<i>Cordulia aenea</i>		*			
<i>Crocothemis erythraea</i>		*			
<i>Gomphus pulchellus</i>		*			
<i>Leucorrhinia caudalis</i>	*	*	*	*	*
<i>Libellula fulva</i>		*			
<i>Oxygastra curtisii</i>				*	*
<i>Sympetrum depressiusculum</i>	*	*	*		

Tableau III- Statut réglementaire des espèces observées.

Dans le contexte général de la prise en compte des Odonates des milieux alluviaux rhénans, on consultera les éléments d'orientation pour la gestion des habitats préconisés par KLEIN *et al.* (1997) et KLEIN et BERCHTOLD (1998). Pour favoriser les échanges entre les communautés biologiques, la priorité doit être donnée à l'établissement d'un réseau d'écosystèmes interconnectés. Ajoutons encore que la notion de conservation exige de prendre en compte la diversité aux différents stades de perception : génétique, spécifique, écosystémique et paysager.

Conclusion

L'étude écosystémique de la gravière d'Erstein montre que ce milieu artificiel abrite une faune odonatologique riche de 24 espèces, ainsi qu'une végétation aquatique et rivulaire pionnière. La distribution des espèces et des communautés d'Odonates est en relation avec l'origine de l'eau, la végétation aquatique associée et la nature du substrat. On perçoit donc l'intérêt de croiser les données hydrologiques, botaniques et zoologiques pour affiner l'étude des écosystèmes aquatiques.

Ce travail a permis de mieux cerner certains aspects du fonctionnement fluvial grâce à l'analyse des interactions entre les compartiments biotiques et abiotiques. Il peut aussi servir de référence pour les prévisions et les comparaisons spatio-temporelles de l'impact des aménagements hydrauliques sur les biocénoses alluviales.

Les informations que les Odonates fournissent sont complémentaires des analyses physico-chimiques et des données phytocénotiques pour caractériser l'état de santé des milieux aquatiques et pour suivre leur évolution dans le temps (successions biocénotiques).

Enfin, il faut souligner que la diversité spécifique du peuplement d'Odonates de cette gravière s'explique non seulement par ses qualités propres, mais également par la présence de nombreux biotopes relais à proximité immédiate, car elle est située au sein d'un milieu alluvial de plus de 1000 hectares d'un seul tenant.

Remerciements

Les auteurs remercient Annie Bouzeghaia (CEREG, Strasbourg) pour la réalisation de l'illustration, et Jean-Pierre Boudot (CNRS, Nancy) pour la lecture critique du manuscrit.

Travaux cités :

- AFNOR., 1993.- Méthodes d'analyse des eaux. Ed. Afnor, Paris, 861 pp.
- AGUILAR J. d' et DOMMANGET J.-L., 1998.- Guide des Libellules d'Europe et d'Afrique du Nord. Delachaux et Niestlé, Paris, 2^e édition, 463 pp.
- BARRA J., 1963.- Introduction à l'étude écologique des Odonates autour de Strasbourg.- *Bull. Soc. Zool. France*, 1 : 108-124.
- BAUMGART G., 1994.- Gravière de Nordhouse. Étude d'impact. Aspects faunistiques. 43 pp. SGREG, Strasbourg.
- BUCHWALD R., HOPFNER B. et SCHANOWSKI A., 1994.- Schutzgemeinschaft Libellen Baden-Württemberg. 10. Sammelbericht (1994) über Libellenvorkommen in Baden-Württemberg.- Landesanstalt für Umweltschutz, 36 pp.
- CASTELLA E., 1987.- Larval Odonata distribution as a descriptor of fluvial ecosystems : the Rhône and Ain rivers, France.- *Adv. Odonatol.*, 3 : 23-40.
- CORLEY M.F.V. et CRUNDWELL A.C., 1991.- Additions and amendements to mosses of Europe and the Azores.- *J. Bryol.*, 16 : 337-356.
- CORLEY M.F.V., CRUNDWELL A.C., DÜLL R., HILL M.O. et SMITH A.J.E., 1981.- Mosses of Europe and the Azores : an annotated list of species with synonyms from the recent literature.- *J. Bryol.*, 11 : 609-698.
- DIRECTIVE HABITATS, 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.- Journal Officiel des Communautés Européennes du 22 septembre 1992. L. 206 : 7-14 + annexes I à V. L. 206 : 16-39.
- DOMMANGET J.-L., 1987.- Étude faunistique et bibliographique des Odonates de France. Secrétariat Faune/Flore, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris. Collection Inventaires de Faune et de Flore, fasc. 36, 283 pp.
- DOMMANGET J.-L. (Ed.), 1994.- Atlas préliminaire des Odonates de France. État d'avancement au 31/12/93.- Secrétariat Faune/Flore, Muséum National d'Histoire Naturelle, SFO, Minist. Env., Paris. Collection Patrimoines Naturels, Vol. 16, 92 pp.
- DONATH H., 1987.- Vorschlag für ein Libellen-Indikatorsystem auf ökologischer Grundlage am Beispiel der Odonatenfauna der Niederlausitz.- *Entomol. Nachr. Ber.*, 31 (5) : 213-217.
- EBERT G. et FALKNER H., 1991.- Rote Liste der in Baden-Württemberg gefährdeten Schmetterlingarten (Macrolepidoptera)- erste Fassung. Stand 1. 11. 1977. Arten- und Biotopschutzprogramm Baden-Württemberg. Band 1. Landesanstalt für Umweltschutz, Institut für Ökologie und Naturschutz, III-B/25-B/35.
- GROLLE R., 1983.- Hepatics of Europe including the Azores : an annotated list of species with synonyms from the recent literature.- *J. Bryol.*, 12 : 403-459.

- JACQUEMIN G., BOUDOT J.P., GOUTET P. et SCHWAAB F., 1987.- Quelques Odonates intéressants observés en Lorraine, France.- *Notul. Odonatol.*, 2 (9) : 140-144.
- 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.
- 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 de doctorat, ULP Strasbourg, 439 pp.
- KLEIN J.P. et BERCHTOLD J.P., 1998.- Les Odonates des réserves naturelles rhénanes d'Erstein, d'Offendorf et de Rhinau (Bas-Rhin, France) : statut et menaces.- *Martinia*, 14 (1) : 3-18.
- 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., VANDERPOORTEN A., SANCHEZ-PEREZ J.M. et MAIRE G., 1996.- La cartographie des hydrophytes appliquée à l'étude des écosystèmes fluviaux : un outil d'analyse pour la restauration des anciens chenaux rhénans.- *Lejeunia*, 153 : 1-33.
- KLEIN J.P., VANDERPOORTEN A. et EXINGER A., 1997.- Etat de préservation et stratégies conservatoires des écosystèmes rhénans en France : bilan et perspectives.- In : Les neuvièmes entretiens Jacques Cartier. Actes du colloque "Fleuve et Patrimoine", Québec, Canada, septembre-octobre 1996, pp. 239-256.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG, 1994.- Flutungen der Polder Altenheim. In : Materialien zum Integrierten Rheinprogramm. Band 8, pp. V17-V18, Karlsruhe
- OBERDORFER E., 1994.- Pflanzensoziologische Exkursionsflora. E. Ulmer Verlag, Stuttgart, 1050 pp.
- REISS T., 1992.- Les Odonates de la Petite Camargue Alsacienne (Département du Haut-Rhin).- *Martinia*, 8 (4) : 83-90.
- RICQLES A. de, 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.
- RILEY N.D. et HIGGINS L.G., 1971.- Guide des papillons d'Europe. Delachaux et Niestlé, Neufchatel, Paris, 455 pp.
- SCHMIDT E., 1983.- Odonaten als Bioindikatoren für mitteleuropäische Feuchtgebiete.- *Verh. Deutsch. Zool. Ges.*, 131-136.
- TOL J. VAN et VERDONK M.J., 1988.- The protection of dragonflies (Odonata) and their biotopes.- Council of Europe. *Nature and Environment Series*, 38 : 1-181.
- WARINGER J.A., 1989.- Gewässertypisierung anhand der Libellenfauna am Beispiel der Altenwörther Donau (Niederösterreich).- *Natur und Landschaft*, 64 (10) : 389-392.

Note au sujet de l'accord des noms scientifiques

Par commodité, on préconise, quel que soit le genre grammatical du taxon latinisé, d'utiliser en français le masculin pour les noms d'insectes, sauf lorsque l'usage est manifestement contraire.

Jacques d'Aguilar