

DISTRIBUTION DIFFÉRENTIELLE DES ODONATES ET DES SALMONIDÉS INDIGÈNES ET EXOGÈNES DANS LA RÉSERVE D'ORLU (ARIÈGE, FRANCE)

Sylvain BONIFAIT & Pierre DEFOS DU RAU*

SUMMARY. — *Differential distribution of Odonates and indigenous and exogenous salmonids in Orlu Protected Area (Ariège, France).* — Species introduction may constitute an important threat to indigenous biodiversity. The naturalization of Brook Trout *Salvelinus fontinalis* in the Orlu Protected Area (Ariège, France) may affect local communities, especially Odonates. We surveyed the wetlands of this protected area in order to compare the distributions of Odonates and salmonids. Our results showed that the Brook Trout was absent in nearly all reproduction sites of Odonates. Brown Trout *Salmo trutta fario* was present in some of these sites. The sites where salmonids were present generally hosted few or no Odonates. Other sites were characterized by a relatively important typological and odonatological diversity, with specific assemblages that often showed an ecological and/or a heritage value. The spatial segregation was more conspicuous between Brook Trout and Odonates than between these latter and Brown Trout. Then, an eventual impact of Brook Trout on Odonates is plausible, but remains unconfirmed in our study in the absence of local data on the microhabitats occupied by both taxa.

RÉSUMÉ. — L'introduction d'espèces peut constituer une menace importante pour la biodiversité indigène. La naturalisation du Saumon de fontaine *Salvelinus fontinalis* dans la Réserve Nationale de Chasse et de Faune Sauvage d'Orlu (Ariège, France) est ainsi susceptible d'affecter les communautés locales et notamment les Odonates. Nous avons inventorié les Odonates et les Salmonidés dans les milieux humides de la réserve afin de comparer leurs distributions. Nos résultats montrent que le Saumon de fontaine est absent de presque tous les sites de reproduction d'Odonates. La Truite fario *Salmo trutta fario* est présente sur quelques uns de ces sites. Les sites de présence de Salmonidés accueillent généralement peu ou pas d'Odonates. Une diversité typologique et odonatologique assez importante caractérise les autres sites, avec des assemblages spécifiques, présentant souvent un intérêt écologique et/ou patrimonial. La ségrégation spatiale est apparue plus marquée entre le Saumon de fontaine et les Odonates qu'entre ces derniers et la Truite fario. Un éventuel impact du Saumon de fontaine sur les Odonates est donc plausible mais, en l'absence de données locales sur les microhabitats occupés par ces taxons, reste à confirmer.

L'introduction d'espèces exogènes est actuellement considérée comme l'une des principales causes de perte de biodiversité après la dégradation des habitats naturels (e.g. Simberloff, 2001 ; Courchamp *et al.*, 2003 ; Beebe & Griffiths, 2005 ; Clavero & García-Berthou, 2005 ; Rodriguez *et al.*, 2005). Le plus souvent les espèces introduites s'éteignent rapidement ou s'intègrent sans dommages importants aux biocénoses locales (Williamson & Fitter, 1996 ; Hochberg & Gotelli, 2005). Cependant leur installation durable (acclimatation et/ou naturalisation) dans un écosystème peut affecter les espèces indigènes de diverses manières : prédation, compétition, pollution génétique, transmission de parasites ou pathogènes, destruction de l'habitat, modification de la structure des biocénoses et chaînes trophique, etc. (UNEP/CBD/SBSTTA/6/INF/9, 2000 ; Simberloff, 2001 ; Beebe & Griffiths, 2005). De nombreux

* auteur correspondant : ONCFS – D.R. Sud-Ouest, 10 bis route d'Ax. F-31120 Portet-sur-Garonne.
E-mail : pierre.defosdurau@oncfs.gouv.fr

taxons constituent ainsi des menaces potentielles pour la santé économique et environnementale des milieux d'accueil et peuvent parfois conduire à la disparition des espèces autochtones.

Les introductions de Salmonidés, pour la pêche sportive principalement, sont généralement considérées comme une menace importante pour les espèces indigènes. En particulier la prédation et/ou compétition des poissons introduits, ainsi que l'hybridation avec des espèces ou sous-espèces exogènes, menacent significativement les souches natives (e.g. Crowl *et al.*, 1992 ; Dunham *et al.*, 2002 ; Weigel *et al.*, 2003 ; Hasegawa *et al.*, 2004 ; Peterson *et al.*, 2004). Diverses études tendent également à montrer l'impact négatif des Salmonidés (indigènes et exogènes) sur les populations d'amphibiens à cause, entre autres, de leur dépendance des milieux aquatiques pour les stades larvaires. L'introduction de poissons dans des sites où ils sont normalement absents (e.g. biotopes montagnards) peut être particulièrement néfaste aux populations locales d'amphibiens (e.g. Matthews *et al.*, 2001 ; Lowe *et al.*, 2004 ; Knapp *et al.*, 2005 ; Bosch *et al.*, 2006). En outre les Salmonidés, comme le Saumon de fontaine *Salvelinus fontinalis*, peuvent entraîner des modifications de la structure des communautés d'invertébrés. Ainsi les écosystèmes colonisés montrent une diminution des taxons de grande taille tels que les éphéméroptères et trichoptères, et une augmentation des densités d'invertébrés plus petits comme les Diptères (Bechara *et al.*, 1992 ; Knapp *et al.*, 2005 ; Meissner & Muotka, 2006).

Des Salmonidés exotiques ont été fréquemment introduits dans les Pyrénées françaises pour la pêche (e.g. Delacoste *et al.*, 1997). Dans la Réserve Nationale de Chasse et de Faune Sauvage (RNCFS) d'Orlu (Ariège, France), plusieurs Salmonidés ont été importés pour la pêche : espèces exotiques ou Truite fario *Salmo trutta fario* de souche exogène en renforcement des populations autochtones. En particulier, la naturalisation du Saumon de fontaine dans les années cinquante a pu provoquer des déséquilibres dans le fonctionnement des hydrosystèmes. Il est susceptible de présenter des interactions marquées (prédation, compétition, etc.) avec la faune locale et notamment des espèces emblématiques comme le Desman des Pyrénées *Galemys pyrenaica* ou l'Euprocte des Pyrénées *Euproctus asper*, toutes deux endémiques. La faune invertébrée autochtone, en particulier les Odonates, peut également être affectée par la présence du Saumon de fontaine. En effet certaines espèces sont sensibles à la présence – et tout particulièrement à la surabondance – de poissons (Wiseman *et al.*, 1993 ; McPeck, 1998 ; Heidemann & Seidenbusch, 2002). L'intérêt des Odonates dans les études sur les écosystèmes aquatiques réside d'une part dans le statut patrimonial reconnu de certaines espèces et d'autre part dans leur qualité de descripteurs biologiques de fonctionnement des hydrosystèmes (intégration des caractéristiques environnementales). Ils sont généralement considérés comme des bio-indicateurs (*s.l.*) de la qualité générale et de l'évolution des habitats (e.g. Bulánková, 1997 ; Chovanec & Raab, 1997 ; Sahlén & Ekestubbe, 2001 ; Masselot & Nel, 2003). Du fait de leur position au sommet des chaînes alimentaires leur présence dépend des paramètres environnementaux (physico-chimie, végétation, etc.) mais aussi de l'évolution des chaînes trophiques (assemblages d'espèces-proies et éventuellement prédatrices). Dans ces conditions le Saumon de fontaine est donc susceptible d'influencer la structure de l'odonatofaune locale de manière directe en se nourrissant des larves ou indirecte en modifiant la structure des communautés d'invertébrés-proies (Bechara *et al.*, 1992 ; Jackson & Harvey, 1993 ; Knapp *et al.*, 2005 ; Meissner & Muotka, 2006).

Notre objectif est d'inventorier les sites de présence du Saumon de fontaine, des autres Salmonidés et des Odonates afin de : a) préciser la répartition des Odonates dans les milieux humides de la RNCFS d'Orlu ; b) explorer les modalités de cohabitation avec le Saumon de fontaine.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

SITE D'ÉTUDE

La Réserve d'Orlu se trouve dans l'est des Pyrénées ariégeoises françaises en haute vallée de l'Oriège (42°39'N, 1°57'E) ; elle couvre 4 247 ha entre 915 et 2 765 m d'altitude. Le réseau hydrographique est composé d'une rivière principale, l'Oriège, alimentée par de nombreux ruisseaux. Le régime hydrique est très variable, avec une crue annuelle printanière due à la fonte des neiges et des crues occasionnelles lors des orages estivaux. Les étangs se trouvent principalement entre 1 900 et 2 400 mètres. Ils sont gelés en hiver et durant la majeure partie du printemps.

INVENTAIRES D'ESPÈCES

Les biotopes aquatiques de la réserve ont été repérés dans un premier temps à l'aide de cartes (IGN, 1997) et de photos aériennes (BD ORTHO IGN, 1998) puis en explorant la réserve à pied. La majorité des sites a été inventoriée de mai à août 2004, avec une focalisation sur les habitats *a priori* favorables à la reproduction des Odonates. Les sites ont été cartographiés sous SIG à l'échelle d'unités hydrauliques fonctionnelles homogènes pour les Odonates (mares, ruisseaux, milieux connectés présentant les mêmes caractéristiques et globalement le même potentiel d'accueil pour chaque assemblage d'espèces).

Salmonidés

Bien que le projet se soit principalement focalisé sur le Saumon de fontaine *Salvelinus fontinalis*, tous les Salmonidés présents ont été recherchés, afin de confronter leur distribution à celle des Odonates. Le Saumon de fontaine et la Truite fario *Salmo trutta fario* ont fait l'objet de recherches plus poussées. Ces espèces sont en effet les plus susceptibles de se trouver dans les milieux favorables aux Odonates.

La présence des Salmonidés a été évaluée par observation directe (Lowe *et al.*, 2004) dans la plupart des sites prospectés, de manière à définir le statut de chaque espèce (absente, présente, occasionnelle). Cette méthode est d'autant plus efficace qu'une grande partie des habitats visés (favorables aux Odonates) sont peu profonds. Afin de préciser la durée minimale d'observation nécessaire pour évaluer la présence des Salmonidés, 60 dénombrements de 10 minutes ont été effectués dans différentes conditions (milieu lentique/lotique, heure, météorologie, etc.) sur un sous-échantillon de sites. L'effectif maximal observé simultanément a été noté toutes les minutes pour chaque période d'observation. La détection des poissons s'est avérée relativement aisée dans les milieux visés, puisqu'une asymptote était rapidement obtenue, une période minimale d'observation de 5 mn permettant de détecter plus de 95 % de l'effectif maximal observé. En conséquence de ce test de détection, les dénombrements de Salmonidés ont donc été conduits pendant au moins 5 mn dans les sites favorables (peu profonds), y compris tous les sites de présence d'Odonates.

Les indications des pêcheurs locaux et les résultats de pêches électriques (Aymes *et al.*, 2006) ont également servi à préciser la répartition des différentes espèces, notamment pour la partie principale de l'Oriège et les grands étangs qui accueillent des espèces plus difficilement détectables (e.g. Christivomer *Salvelinus namaycush*, Omble chevalier *Salvelinus alpinus*).

Odonates

Les Odonates ont été inventoriés durant leur période de vol en prospectant les sites par temps ensoleillé et en se focalisant sur les indices d'activité de reproduction, afin d'évaluer le caractère autochtone de chaque espèce. Les exuvies, et occasionnellement les larves, ont été recherchées pour valider le succès reproducteur. Les imagos ont été identifiés à vue ou capturés puis relâchés. Le statut reproducteur des espèces a été estimé selon l'échelle suivante :

- 0 : espèce absente ;
- 1 : espèce accidentelle ou présence marginale : observation isolée, sans indice de reproduction ou dans un milieu défavorable ;
- 2 : reproduction probable : observations régulières en milieu favorable (décrit comme tel dans la littérature (e.g. Heidemann & Seidenbusch, 2002) pour chaque espèce ou groupe d'espèces), comportement territorial, accouplement, ponte, individus récemment émergés ;
- 3 : reproduction certaine (larve, exuvie, imago émergeant ou très frais incapable de voler).

ANALYSE DES DONNÉES

Dans un premier temps, le test G a été utilisé pour déterminer si la probabilité de reproduction d'Odonates (classes 2 et 3) est identique dans les sites avec et sans Saumon de fontaine ou Truite fario. Puis les principaux groupes de sites ayant une composition spécifique similaire ont été identifiés à l'aide d'une analyse de groupement à liaison moyenne basée sur la distance ordinaire gamma (McGarigal *et al.*, 2000). La répartition irrégulière par grappes des sites échantillonnés est susceptible d'influencer la distribution des espèces : des sites proches et/ou connectés ont une probabilité plus importante d'héberger des espèces communes, que des sites éloignés. Nous avons donc testé l'influence du contexte en identifiant les principaux groupes de sites et en testant leur influence sur les assemblages d'espèces à l'aide d'une analyse canonique des correspondances. Les variables dépendantes sont constituées par la matrice d'incidence des espèces inventoriées et les variables indépendantes par les groupes de sites identifiés (sept variables factices binomiales). Comme le contexte (distribution des sites) influençait significativement la composition des assemblages (variance expliquée = 21,8 % ; $p = 0,001$), nous avons ensuite classé les sites selon leur composition spécifique à l'aide d'une analyse des correspondances redressée en contrôlant l'effet de la localisation (Legendre & Legendre, 1998). Pour cela les groupes de sites ont été intégrés en tant que covariables dans l'analyse ; ainsi les sites sont classés sur la base de leurs assemblages d'espèces après avoir tenu compte de la variation expliquée par leur localisation. L'utilisation conjointe de l'analyse de groupement et de celle des correspondances redressée permet de détecter la présence éventuelle de groupes de sites distincts accueillant des assemblages similaires, d'explorer les relations de parenté entre ces différents groupes et d'estimer le degré de variabilité entre les sites (McGarigal *et al.*, 2000). Les ordinations ont été réalisées à l'aide de Canoco 4

(Ter Braak & Šmilauer, 1998) et l'analyse de groupement avec Systat 11 (Systat Software Inc). La fréquence de chaque espèce au sein des groupes identifiés par l'analyse de groupement a été utilisée pour représenter les assemblages d'espèces. Les profils ainsi obtenus permettent une comparaison visuelle des espèces caractéristiques de chaque groupe.

RÉSULTATS

Cinq espèces de Salmonidés et 19 d'Odonates ont été inventoriées dans la RNCFS d'Orlu (Tab. I). Parmi les Salmonidés, seule la Truite fario est autochtone, bien que des souches exogènes aient également été introduites. Elle est répandue dans la plupart des milieux aquatiques, à l'exception des habitats marginaux (mares isolées, ruisselets, suintements, etc.). Le Saumon de fontaine se reproduit dans un secteur de l'Oriège et il est présent dans quelques lacs. Sa répartition reflète celles des sites d'introduction pour la pêche, à partir desquels il a occasionnellement colonisé les milieux adjacents. Les autres espèces ne se trouvent que dans quelques lacs et étangs. La Truite fario et le Saumon de fontaine sont les Salmonidés les plus largement répandus. Les Odonates se reproduisent exceptionnellement dans les sites fréquentés par le Saumon ($G = 11,85$; $P = 0,001$) et rarement dans ceux fréquentés par la Truite ($G = 4,52$; $P = 0,035$; Fig. 1 & 2). L'analyse des correspondances redressée (Fig. 3 & 4), classant les sites sur la base de leurs assemblages d'espèces, montre une variabilité importante entre les sites échantillonnés (diversité β). Celle-ci se traduit principalement le long de l'axe 1 (6,481 SD ; variance expliquée = 18,3 %). L'analyse de groupement nous a permis d'identifier six principaux groupes de sites (Fig. 3). Les groupes 3 à 6 comprennent peu de sites (groupe 3 : $N = 3$; gr. 4 : $N = 3$; gr. 5 : $N = 3$; gr. 6 : $N = 1$). Ceux-ci sont relativement marginaux d'un point de vue typologique par rapport à l'ensemble des milieux échantillonnés ; ils se caractérisent notamment par une faible richesse mais une forte originalité odonatologique (Fig. 3 & 4). Les sites des groupes 3, 4 et 6 correspondent à des ruisseaux, sources ou suintements. Ils sont dépourvus de Salmonidés sauf un site du groupe 4 où la Truite fario a été notée. Ce groupe est constitué de ruisselets assez végétalisés fréquentés par les Odonates suivants : *Cordulegaster boltonii*, *Orthetrum coerulescens*, *Pyrrhosoma nymphula* et *Coenagrion mercuriale*. Le groupe 3 comprend uniquement *Cordulegaster bidentata*, ainsi que *C. boltonii* sur un site. Il est composé de ruisselets et suintements très pentus, à fond plutôt sablonneux et peu végétalisé. Le site correspondant au groupe 6 est une zone de suintements assez diffus et moyennement végétalisés. Seuls *C. mercuriale* et *Sympetrum flaveolum* y ont été notés. Le groupe 5 est plus hétérogène puisque constitué d'une mare, d'une laquette¹ peu profonde et de méandres lents de ruisseaux. La présence commune de *Coenagrion puella* explique le regroupement de ces sites, bien qu'ils ne semblent pas constituer un groupe écologique homogène. Quelques autres espèces ont été notées sur les méandres. Les groupes 1 ($N = 26$) et 2 ($N = 22$) regroupent tous les autres sites. Ces groupes se distinguent le long de l'axe 1 et 2 de l'analyse des correspondances redressée (Fig. 3) ; ils se différencient principalement par la présence majoritaire d'Odonates pour le groupe 1 et de Salmonidés pour le groupe 2 (Fig. 4 & 5). Ces différences entre les assemblages d'espèces sont prépondérantes sur le type d'habitat aquatique. Les sites des deux groupes sont en effet relativement hétérogènes et comprennent à la fois des milieux stagnants et courants. Sur l'ordination (Fig. 3), les milieux se séparent surtout le long de l'axe 2 (et partiellement le long de l'axe 1).

¹ Les laquettes désignent des petits lacs dans les Pyrénées. Nous avons utilisé ici ce terme pour désigner les étangs situés en altitude, peu profonds et de petite à moyenne surface. Ils présentent généralement un substrat organique et une végétation plus ou moins développée, différant des autres étangs, plus profonds et à substrat minéral.

TABLEAU I
Espèces inventoriées et codes utilisés

Espèce	Code	Espèce	Code
Salmonidés			
<i>Salmo trutta fario</i>	Satf	<i>Salvelinus namaycush</i>	Sana
<i>Salvelinus fontinalis</i>	Safo	<i>Salvelinus alpinus</i>	Saal
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Onmy		
Odonates			
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	Syfo	<i>Coenagrion puella</i>	Copu
<i>Calopteryx xanthostoma</i>	Caxa	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	Pyny
<i>Orthetrum coerulescens</i>	Orco	<i>Libellula quadrimaculata</i>	Liqu
<i>Ishnura pumilio</i>	Ispu	<i>Coenagrion hastulatum</i>	Coha
<i>Coenagrion mercuriale</i>	Come	<i>Aeshna juncea</i>	Aeju
<i>Sympetrum flaveolum</i>	Syfl	<i>Leucorrhinia dubia</i>	Ledu
<i>Libellula depressa</i>	Lide	<i>Somatochlora metallica</i>	Some
<i>Platycnemis pennipes</i>	Plpe	<i>Enallagma cyathigerum</i>	Ency
<i>Cordulegaster bidentata</i>	Cobi	<i>Platycnemis latipes</i>	Plla
<i>Cordulegaster boltonii</i>	Cobo		

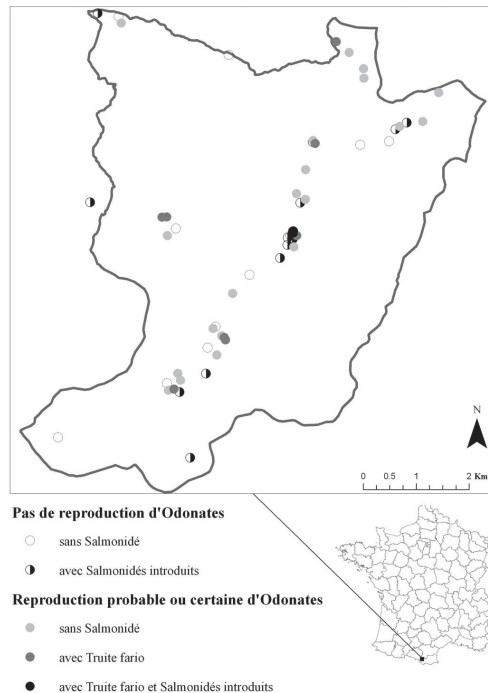


Figure 1. — Réserve Nationale de Chasse et de Faune sauvage d'Orlu (Ariège, France) et localisation des sites inventoriés.

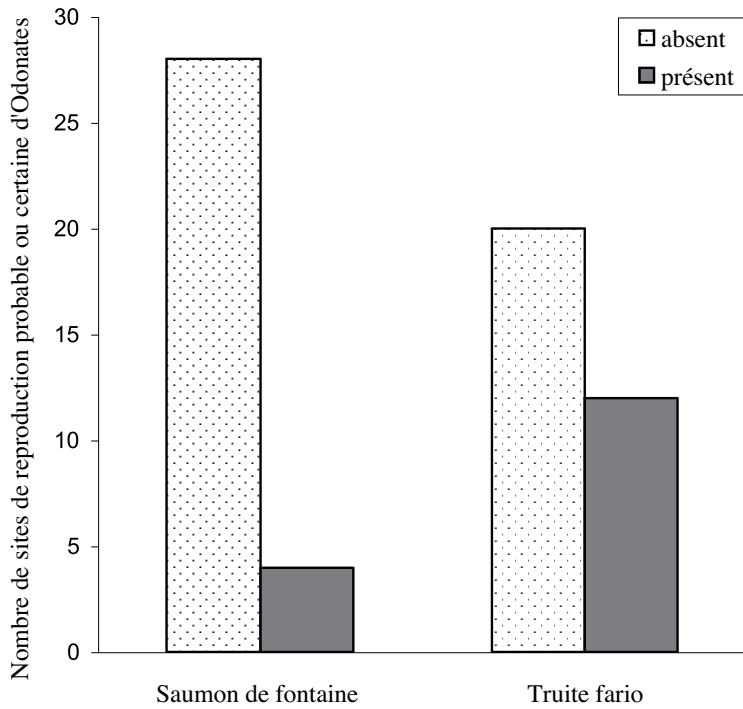


Figure 2. — Les Odonates se reproduisent principalement dans des sites qui n'accueillent ni Saumon de fontaine ($G = 11,85 ; P = 0,001$) ni Truite fario ($G = 4,52 ; P = 0,035$).

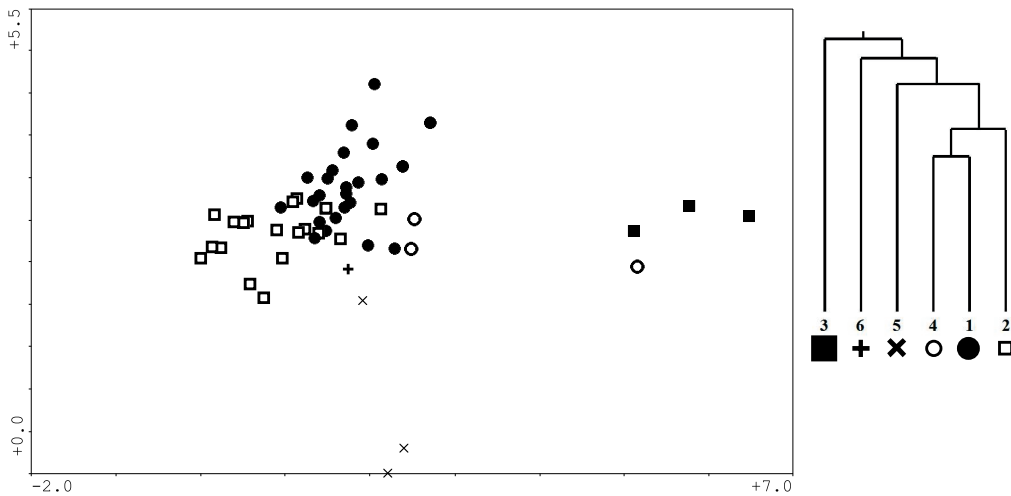


Figure 3. — Analyse des correspondances redressée des sites sur la base de leurs assemblages d'espèces (principaux groupes de sites en covariables ; axe 1 : $\lambda = 0,851$; axe 2 : $\lambda = 0,393$; inertie totale = 5,939 ; inertie résiduelle = 4,641). Les symboles correspondent aux groupes identifiés par l'analyse de groupement. Les habitats lenticques tendent à se situer dans la partie supérieure gauche du graphique.

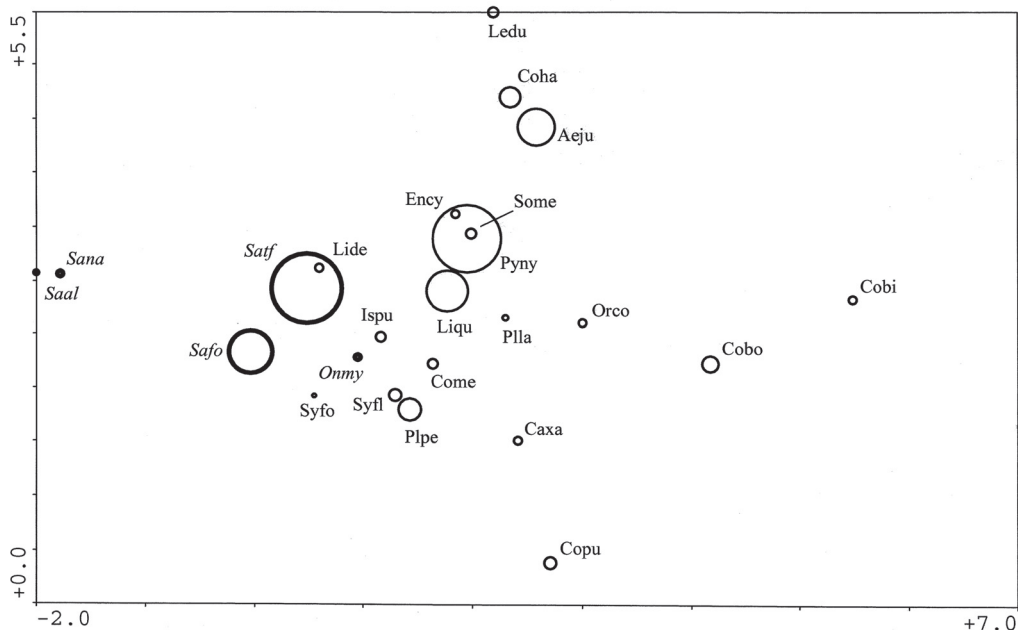
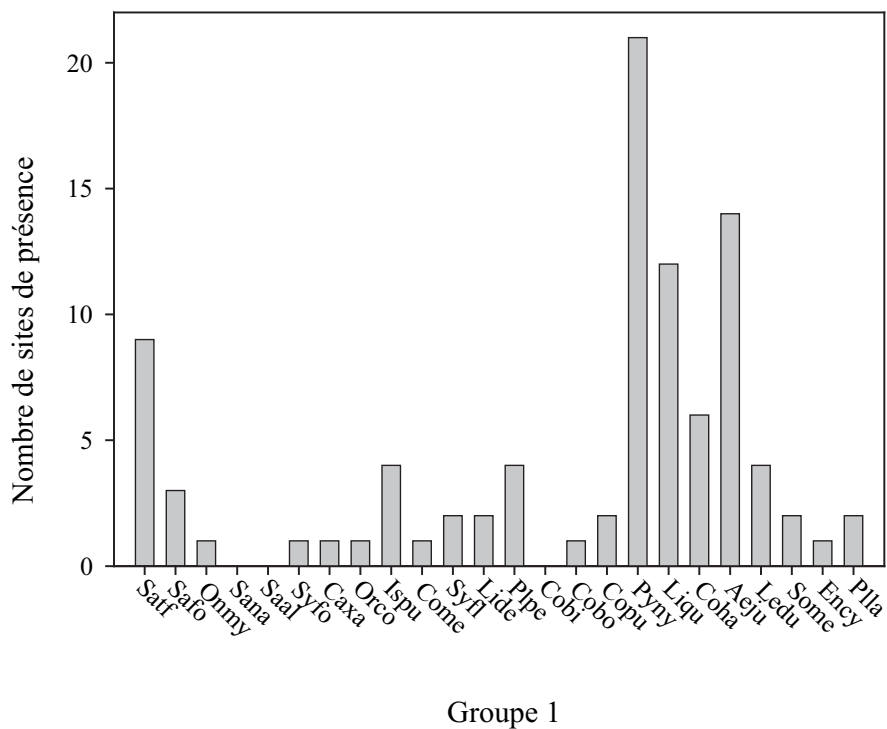


Figure 4. — Analyse des correspondances redressée (principaux groupes de sites en covariables ; axe 1 : $\lambda = 0,851$; axe 2 : $\lambda = 0,393$; inertie totale = 5,939 ; inertie résiduelle = 4,641) : répartition relative des espèces d'Odonates (caractères romains et cercles fins) et de Salmonidés (italiques et cercles épais). La taille des cercles correspond à la fréquence d'occurrence des espèces (analogue à la diversité N2 de Hill calculée par espèce ; Ter Braak & Šmilauer, 1998). Pour les abréviations des noms des espèces, cf. tableau I.

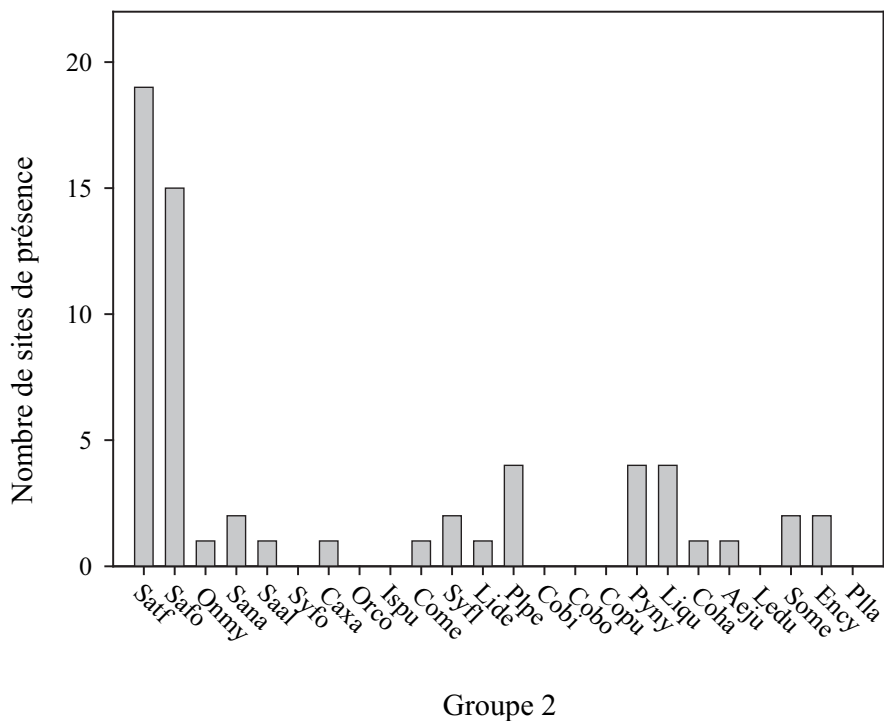
DISCUSSION

Un des résultats majeurs de ce travail réside dans la ségrégation spatiale entre Odonates et Salmonidés (Fig. 2 & 4). Les deux principaux groupes identifiés par l'analyse de groupement séparent de façon assez nette les milieux avec Salmonidés des milieux avec Odonates (Fig. 3 & 5). Les sites du groupe 2 (Salmonidés) ont tendance à être plus grands, plus profonds et moins végétalisés que ceux du groupe 1 (Odonates). Ainsi les milieux stagnants sont essentiellement des grands lacs rocheux pour le groupe 2 et des laquettes et mares peu profondes avec plus de végétation pour le groupe 1. De même, les milieux courants du groupe 1 sont constitués de petits ruisseaux assez calmes avec une importante végétation rivulaire, tandis que ceux du groupe 2 sont composés de ruisseaux et torrents de calibre supérieur (débit, profondeur, pente) à fond rocheux ou sableux.

Notre approche a été essentiellement descriptive, visant à comparer les distributions des Odonates et Salmonidés. L'inventaire des milieux humides de la RNCFS d'Orlu montre une diversité odonatologique assez importante entre les sites échantillonnés. Les groupes identifiés par l'analyse de groupement et l'ordination des sites par analyse des correspondances redressée ne reflètent cependant pas la variabilité typologique des sites mais plutôt celles des assemblages associés. Ainsi des milieux différents d'un point de vue hydro-morphologique, mais accueillant les mêmes espèces, sont classés de la même manière. C'est ce qui explique l'hétérogénéité des habitats aquatiques représentés dans les groupes 1, 2 et 5. Les ruisseaux, sources et suintements, sont les habitats les plus diversifiés (pente, végétation, profondeur, etc.) et se retrouvent dans tous les principaux groupes de sites. Les abondances d'Odonates y sont généralement faibles et peu d'espèces cohabitent sur un même site. Malgré cela l'intérêt patrimonial de ces sites réside dans la présence d'espèces caractéristiques associées à chaque



Groupe 1



Groupe 2

Figure 5. — Profils des assemblages d'espèces des groupes 1 ($N = 26$) et 2 ($N = 22$). Pour les abréviations des noms des espèces, cf. tableau I.

type d'habitat. Ainsi certaines espèces ou associations (e.g. *O. coerulescens*, *C. bidentata*) sont exclusives à un groupe particulier, tandis que d'autres (e.g. *C. boltonii*, *C. mercuriale*) sont présentes dans plusieurs des six groupes. Contrairement aux habitats lotiques et bien qu'ayant des caractéristiques assez variables, les milieux stagnants de la réserve sont relativement homogènes pour les assemblages d'Odonates. Les laquettes et mares peu profondes et végétalisées du groupe 1 accueillent de fortes abondances d'Odonates, avec jusqu'à une dizaine d'espèces inventoriées dans les sites les plus favorables. D'une manière plus générale, la richesse de ces milieux ainsi mise en évidence par l'examen des peuplements odonatologiques, se révèle également par la présence d'une faune et d'une flore diversifiée, parfois d'intérêt patrimonial, ainsi que de microhabitats particuliers (tremblants, rives de sphaignes, fonds sableux à *Isoetes*, etc.). Dans la RNCFS d'Orlu, la richesse en Odonates des milieux stagnants apparaît donc indicatrice de la qualité écologique des habitats.

Peu de sites sont à la fois occupés par les Salmonidés et les Odonates en reproduction (malgré la présence de la Truite fario dans 12 sites utilisés de manière certaine ou probable par les Odonates pour leur reproduction). Si, en règle générale, les poissons semblent affecter négativement les Odonates, les modalités de réponse sont susceptibles de varier en fonction de l'habitat et des espèces présentes (McPeck, 1998). Ainsi, dans la RNCFS d'Orlu, il semble que les Odonates, en particulier l'assemblage des laquettes et mares, aient pu supporter, dans une certaine mesure, la présence de la Truite fario (les deux sites présentant les plus fortes abondances d'Odonates accueillent également cette espèce).

Nous avons observé, en revanche, très peu de sites accueillant à la fois du Saumon de fontaine et des Odonates. L'hypothèse d'un impact, de prédation notamment, du Saumon de fontaine sur les Odonates est donc pertinente mais nécessite d'être confirmée en l'absence d'analyses comparatives des niches écologiques ou des préférences d'habitat de chaque taxon. Il faudrait donc vérifier 1) que les milieux avec Saumon de fontaine sont favorables à la reproduction des Odonates et 2) que la présence du Saumon de fontaine est effectivement limitante. Or, dans certains cas, la répartition observée s'explique simplement par le fait que les milieux sont inhospitaliers pour l'un ou l'autre des taxons. La poursuite de cette étude devra donc impérativement prendre en compte l'utilisation des microhabitats. Il est complexe de tester les relations directes entre espèces introduites et autochtones et notamment de s'assurer que les patrons de distribution observés (temporels ou, comme ici, spatiaux) sont bien le fruit de l'impact direct ou indirect des espèces introduites sur les espèces indigènes. Il est possible en effet que ces patrons résultent, au moins en partie, de processus environnementaux ou spécifiques sous-jacents, non directement liés aux espèces introduites, même si ces dernières en bénéficient (cf Crowl *et al.*, 1992 ; Dunham *et al.*, 2002 ; Peterson *et al.*, 2004). Pour cela une approche expérimentale, en étudiant la cohabitation des espèces étudiées à l'échelle d'enclos artificiels par exemple, semble préférable (Meissner & Muotka, 2006).

REMERCIEMENTS

Ce travail a bénéficié d'un financement de l'Union Européenne (arrêté n° 00/2004/9970) et de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne (décision attributive n° 2004/843). Nous tenons à remercier P. Menaut (directeur de la RNCFS d'Orlu), P. Marty et D. Soulet, pour leur aide sur le terrain et leurs conseils, J. Leduc, M. Fuziès et A. Sournia pour leur appui administratif, ainsi que J.-M. Cugnasse pour la relecture de ce travail.

RÉFÉRENCES

- AYMES, J.C., SANTOUL, F., MASTRORILLO, S. & CEREGHINO, R. (2006). — Interactions trophiques entre salmonidés : comportements et stratégies alimentaires d'une espèce indigène (*Salmo trutta*) et d'une espèce exogène (*Salvelinus fontinalis*) en situations d'alopatrie et de sympatrie. 2nd International Symposium on the Ecology of Stream Fish. Leon, Juin 2006 (Espagne)
- BECHARA, J.A., MOREAU, G. & PLANAS, D. (1992). — Top-down effects of brook trout *Salvelinus fontinalis* in a boreal forest stream. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 49 : 2093-2103.
- BEEBEE, T.J.C. & GRIFFITHS, R.A. (2005). — The amphibian decline crisis : a watershed for conservation biology ? *Biol. Conserv.*, 125 : 271-285.

- BOSCH, J., RINCON, P.A., BOYERO, L. & MARTINEZ-SOLANO, I. (2006). — Effects of introduced salmonids on a montane population of Iberian frogs. *Conserv. Biol.*, 20 : 180-189.
- BULÁNKOVÁ, E. (1997). — Dragonflies (*Odonata*) as bioindicators of environmental quality. *Biologia*, 52 : 177-180.
- CHOVANEC, A. & RAAB, R. (1997). — Dragonflies (*Insecta, Odonata*) and the ecological status of newly created wetlands – Examples for long-term bioindication programmes. *Limnologica*, 27 : 381-392.
- CLAVERO, M. & GARCÍA-BERTHOU, E. (2005). — Invasive species are a leading cause of animal extinction. *TREE*, 20 : 110.
- COURCHAMP, F., CHAPUIS, J.L. & PASCAL, M. (2003). — Mammal invaders on islands : impact, control and control impact. *Biol. Rev.*, 78 : 347-383.
- CROWL, T.A., TOWNSEND, C.R. & MCINTOSH, A.R. (1992). — The impact of introduced brown and rainbow trout on native fish : the case of Australasia. *Rev. Fish Biol. Fisher.*, 2 : 217-241.
- DELACOSTE, M., BARAN, P., LASCAUX, J.M., ABAD, N. & BESSON, J.P. (1997). — Bilan des introductions de Salmonidés dans les lacs et ruisseaux d'altitude des Hautes-Pyrénées. *Bull. Fr. Pêche Pisc.*, 344/345 : 205-219.
- DUNHAM, J.B., ADAMS, S.B., SCHROETER, R.E. & NOVINGER, D.C. (2002). — Alien invasions in aquatic ecosystems : Toward an understanding of brook trout invasions and potential impacts on inland cutthroat trout in western North America. *Rev. Fish Biol. Fisher.*, 12 : 373-391.
- HASEGAWA, K., YAMAMOTO, T., MURAKAMI, K. & MAEKAWA, K. (2004). — Comparison of competitive ability between native and introduced salmonids : evidence from pairwise contests. *Ichthyol. Res.*, 51 : 191-194.
- HEIDEMANN, H. & SEIDENBUSCH, R. (2002). — *Larves et exuvies des libellules de France et d'Allemagne (sauf de Corse)*. Société Française d'Odonatologie, Bois d'Arcy (France).
- HOCHBERG, M.E. & GOTELLI, N.J. (2005). — An invasions special issue. *TREE*, 20 : 211.
- JACKSON, D.A. & HARVEY, H.H. (1993). — Fish and benthic invertebrates : community concordance and community-environment relationship. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 50 : 2641-2651.
- KNAPP, R.A., HAWKINS, C.P., LADAU, J. & MCCLORY, J.G. (2005). — Fauna of Yosemite National Park lakes has low resistance but high resilience to fish introductions. *Ecol. Appl.*, 15 : 835-847.
- LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. (1998). — *Numerical Ecology*. 2nd ed. Elsevier Science BV, Amsterdam.
- LOWE, W.H., NISLOW, K.H. & BOLGER, D.T. (2004). — Stage-specific and interactive effects of sedimentation and trout on a headwater stream salamander. *Ecol. Appl.*, 14 : 164-172.
- MASSELOT, G. & NEL, A. (2003). — Les Odonates sont-ils des taxons bio-indicateurs ? *Martinia*, 19 : 7-40.
- MATTHEWS, K., POPE, K., PREISLER, H. & KNAPP, R. (2001). — Effects of nonnative trout on Pacific Treefrogs (*Hyla regilla*) in the Sierra Nevada. *Copeia*, 1130-1137
- MCGARIGAL, K., CUSHMAN, S. & STAFFORD, S. (2000). — *Multivariate statistics for wildlife and ecology research*. Springer-Verlag, New-York.
- MCPEEK, M.A. (1998). — The consequences of changing the top predator in a food web : a comparative experimental approach. *Ecol. Monogr.*, 68 : 1-23.
- MEISSNER, K. & MUOTKA, T. (2006). — The role of trout in stream food webs : integrating evidence from field surveys and experiments. *J. Anim. Ecol.*, 75 : 421-433.
- PETERSON, D.P., FAUSCH, K.D. & WHITE, G.C. (2004). — Population ecology of an invasion : effects of brook trout on native cutthroat trout. *Ecol. Appl.*, 14 : 754-772.
- RODRIGUEZ, C.F., BECARES, E., FERNANDEZ-ALAEZ, M. & FERNANDEZ-ALAEZ, C. (2005). — Loss of diversity and degradation of wetlands as a result of introducing exotic crayfish. *Biol. Invas.*, 7 : 75-85.
- SAHLÉN, G. & EKESTUBBE, K. (2001). — Identification of dragonflies (*Odonata*) as indicators of general species richness in boreal forest lakes. *Biodiv. Conserv.*, 10 : 673-690.
- SIMBERLOFF, D. (2001). — Biological invasions – How are they affecting us, and what can we do about them ? *West. N. Am. Naturalist*, 61 : 308-315.
- TER BRAAK, C.J.F. & ŠMILAUER, P. (1998). — *CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows : Software for canonical community ordination (version 4)*. Microcomputer Power, Ithaca, NY.
- UNEP/CBD/SBSTTA/6/INF/9 (2000). — *Invasive alien species. Global strategy on invasive alien species*. Convention on Biological Diversity.
- WEIGEL, D.E., PETERSON, J.T. & SPRUELL, P. (2003). — Introgressive hybridization between native cutthroat trout and introduced rainbow trout. *Ecol. Appl.*, 13 : 38-50.
- WILLIAMSON, M. & FITTER, A. (1996). — The varying success of invaders. *Ecology*, 77 : 1661-1666.
- WISEMAN, S.W., COOPER, S.D. & DUDLEY, T.L. (1993). — The effects of trout on epibenthic Odonate naiads in stream pools. *Freshwater Biol.*, 30 : 133-145.