

Recherche d'une relation entre Odonates, pratiques piscicoles et végétation

Par Valérie COTTEREAU

34 rue Henri de Montherlant, F-56000 Vannes - lierre@netcourrier.com

Mots-clés: ODONATA, PRATIQUES PISCICOLES, VEGETATION, HYDROPHYTES, BRENNE

Key Words: ODONATA, FISH-FARMING HABITS, VEGETATION, HYDROPHYTIC PLANTS, BRENNE

Résumé: Au cours d'une étude réalisée pour le PNR de la Brenne, les espèces d'Odonates (imagos et exuvies) de 24 étangs ont été inventoriées. La physionomie de la végétation de ces étangs ainsi que les pratiques piscicoles qu'ils subissent ont été étudiées pour tenter de les mettre en relation avec les espèces d'Odonates inventoriées. 36 espèces sont recensées, dont 10 seulement par le biais des exuvies. Les étangs les moins fertilisés seraient plus favorables aux Odonates, notamment les espèces plus rares. Pour la relation Odonates/végétation, les résultats les plus probants concernent la présence d'hydrophytes, qui serait un facteur de l'organisation des peuplements.

Research about Odonata, fish-farming habits and vegetation connections

Summary : During a study realised for the Brenne Natural Regional Park, the Odonata species of 24 ponds have been listed. The vegetation feature of these ponds as well as the fish-farming habits that are applied have been studied to try to connect them with the Odonata species listed. 36 species have been listed, of which only 10 via their exuvies. The less fertilized ponds would be more favourable of Odonata, especially for rare species. Regarding the relationship Odonata/vegetation, the most convincing results concern the hydrophytic plants, which would be an Odonata population organization factor.

Le présent article est tiré d'un rapport de stage de Maîtrise des Sciences et Techniques Aménagement et Mises en Valeur Durables des Régions (MST AMVDR), réalisé au sein du Parc Naturel Régional de la Brenne (Indre).

L'étude s'intéressait aux Odonates et Mollusques aquatiques, et visait à caractériser leurs populations sur un panel d'étangs en insistant particulièrement sur les facteurs qui pourraient déterminer la présence des Odonates : pratiques piscicoles et types de végétation. En effet, on remarque des différences de gestion entre les étangs de Brenne : date de création, pratiques piscicoles ou autres activités, qui, ajoutées aux conditions abiotiques, créent potentiellement une différence de végétation, de qualité de l'eau, etc. On se trouve alors face à des milieux diversifiés,

plus ou moins favorables à la faune et notamment aux invertébrés. L'objectif final de cette étude était donc, d'une part, de dresser un état des lieux des populations de Mollusques aquatiques en Brenne, et d'autre part d'aboutir à des recommandations de gestion favorisant les Odonates, notamment les espèces de la Directive Habitats, en tentant de mettre en évidence une relation entre la gestion, la végétation et les populations d'Odonates.

Nous laisserons dans cet article les Mollusques de côté, pour nous intéresser uniquement aux Odonates.

Localisation et description des milieux

La zone d'étude concerne 24 étangs de Brenne, choisis suivant plusieurs critères :

- étangs n'ayant jamais été prospectés pour les groupes considérés,
- en cas d'étangs mitoyens : tout le groupe d'étangs doit être prospecté (si possible...),
- limitation du dérangement des oiseaux nicheurs, notamment Guifette et Butor,
- accord du propriétaire.

Ajoutons à cela le choix de certains étangs en raison de leur richesse floristique recensés par une précédente étude, susceptibles d'être favorables aux espèces de l'annexe II de la Directive Habitats.

Tous les étangs de Brenne sont d'origine anthropique, plus ou moins récents. Ils présentent tous la même configuration, adaptée à l'activité piscicole. Ils se vident généralement les uns dans les autres, formant ainsi des « chaînes » jusqu'au canal d'évacuation de l'eau. Alimentés soit par la pluie et le ruissellement (étangs en tête de chaîne), soit par un forage (rare), soit par les fossés issus des étangs en amont (vidanges et trop-plein), leur niveau peut être réglé dans une certaine mesure. Ils sont caractérisés par un fond relativement plat, des berges en pente douce et une profondeur moyenne de 1,20 mètre (qui augmente à la bonde). Trois parties distinctes se reconnaissent :

- la queue d'étang, généralement envahie par la végétation aquatique ou hygrophile, traversée par des chenaux d'alimentation en eau,
- la chaussée, partie la plus en aval de l'étang, constituée par la levée de terre destinée à fermer l'étang. Elle est munie d'une bonde (par laquelle l'étang est vidé lors de la pêche) et d'un trop-plein,
- la pêcherie, légère dépression au fond de l'étang devant la chaussée, dans laquelle les poissons et les larves d'Odonates sont piégés lors de la vidange.

Ces étangs abritent une végétation variée : hydrophytes flottants (*Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *Potamogeton sp...*), herbiers immergés (*Myriophyllum spicatum*, *Najas marina...*), héliophytes (*Phragmites sp.*, *Typha sp.*, *Scirpus sp.*, *Carex sp.*, *Juncus sp.*, *Molinia coerula...*), saulaies... Ajoutons à cela les milieux de fossés et les mares avoisinantes, ainsi que les suintements et quelques puits artésiens.

Matériel et méthodes

Prospection Odonates

L'étude a été faite sur les imagos et les exuvies (d'Anisoptères uniquement), cela pour avoir des indices de reproduction effective des libellules sur les étangs considérés. Chaque étang a été visité 2 à 3 fois avec un intervalle d'un mois environ entre chaque visite, suivant son intérêt et les conditions météorologiques des passages précédents. La durée d'un passage varie entre 5 heures et 30 minutes suivant la taille et l'intérêt de l'étang.

Les imagos sont capturés au filet puis relâchés (autorisation de capture), ou bien identifiés aux jumelles pour les espèces les plus faciles¹. Tous les habitats aquatiques favorables ont été prospectés sur chaque étang, ainsi que les milieux annexes (prairies, brandes, fossés, mares, allées forestières...) susceptibles d'accueillir des Odonates. Pour chaque passage, il a été dressé une estimation de la taille des populations suivant la méthodologie de l'Inventaire cartographique des Odonates de France (INVOD) entrepris par la *Société française d'odonatologie* en liaison avec le MNHN. De plus, les comportements et stades ont été notés dans la mesure du possible, notamment pour avoir des indices de reproduction : émergences, immatures, territorialité, accouplement, ponte, etc.

Les exuvies ont été recherchées en priorité sur les digues. En effet, la plupart des étangs étant pêchés chaque année, les espèces à développement larvaire long (supérieur à un an) restent piégées dans la pêcherie et émergent sur les digues, ce qui a pour conséquence une concentration des exuvies à cet endroit. Les exuvies rencontrées au cours de la prospection sur le reste de l'étang ont été collectées également. La détermination de ces exuvies s'est faite au Parc, à l'aide d'une clé (HEIDEMANN et SEIDENBUSCH, 2002) et d'une loupe binoculaire, puis a été vérifiée avec les collections d'Eric Male-Malherbe, délégué départemental de la Sfonat. La présence d'une exuvie sur un étang certifie le succès de reproduction d'une espèce sur cet étang, ce qui en fait une donnée précieuse.

Toutes ces données ont été transmises au programme INVOD.

Cartographie végétale

La cartographie doit permettre de comprendre en partie l'organisation des populations d'Odonates ; c'est pourquoi il est nécessaire de se replacer à l'échelle d'une libellule pour choisir un type de cartographie adéquat. Ainsi, selon certains spécialistes (DOMMANGET, 1998 et 2002, Male-Malherbe, *comm. pers.*), la diversité floristique n'est pas un critère primordial. Il s'agit plutôt de caractériser la physionomie, l'aspect et la structure de la végétation : hauteur, « rugosité » (surface homogène ou en trous : touradons par exemples), densité... Il a donc été décidé de dresser une typologie des physionomies de végétation adaptée aux Odonates, inspirée de la liste des micro-habitats présentés notamment dans le protocole du programme INVOD (DOMMANGET, 2002) et modifié pour les besoins de l'étude (annexe I), en s'inspirant des travaux de FATON, PISSAVIN et PONT (1999).

¹ Ouvrages d'identification : AGUILAR (d') et DOMMANGET, 1998 ; WENDLER et NUSS, 1997.

La méthodologie utilisée pour la cartographie a été la suivante : après un premier passage sur les étangs, une ébauche de cartographie est tracée d'après les orthophotoplans de 1999 ou, plus rarement, de 1995, à l'exception des étangs déjà cartographiés lors d'une précédente étude du Parc. Ce travail est effectué sous le logiciel Mapinfo 6.5. à l'échelle 1 : 1000. Ces ébauches ainsi que les cartes de l'IPN sont vérifiées, modifiées et complétées au cours du deuxième passage sur le terrain.

Identification des pratiques piscicoles

Une typologie des étangs de Brenne a été établie lors d'une thèse (OTTO-BRUC, 2001). Elle classe les étangs en trois catégories grâce à un croisement manuel suivant leurs caractéristiques physiques, anthropiques, physico-chimiques et phytosociologiques, en vue d'établir un lien de cause à effet entre pisciculture et recouvrement de la végétation. La présente étude se basant uniquement sur les faciès de végétation (traités par la cartographie) et les pratiques piscicoles, nous ne conserverons de cette typologie que les critères piscicoles en gardant à l'esprit que cet élagage pourra être source de biais. Les trois types d'étangs définis dans cette typologie sont les suivants :

- **Groupe 1** : Il s'agit d'étangs à faible production piscicole (moyenne de 105 kg/ha de poissons) et empoissonnement (33 kg/ha), ne recevant pas d'herbicides ni d'apports en azote soluble, phosphate ammoniacal, scories ou chaulage en eau mais seulement un chaulage en assec en petite quantité (13 kg/ha) ou une fertilisation organique.

- **Groupe 2** : La production piscicole et l'empoissonnement moyen sont deux fois plus importants que dans le premier groupe, avec respectivement 250 kg/ha et 67 kg/ha. Etangs régulièrement chaulés en eau, parfois en assec, et fertilisés en azote soluble. Ces étangs sont également **fertilisés avec du phosphate ammoniacal liquide**. Il peut y avoir de l'épandage de scories, des herbicides et du nourrissage.

- **Groupe 3** : Étangs chaulés en assec et en eau, recevant une **fertilisation organique importante**, mais pas de scories. La fertilisation azotée est faible (azote soluble seulement). L'empoissonnement est très important (75 kg/ha) tandis que la production piscicole est moyenne (163 kg/ha). On peut trouver des herbicides en faible quantité et parfois un nourrissage important.

La présente étude reprend cette typologie pour classer les étangs prospectés les uns par rapport aux autres. Afin de faciliter le classement des étangs, une clé dichotomique a été élaborée à partir des caractéristiques de chaque groupe, en ne réutilisant que le critère discriminant : étang exploité pour la pisciculture, fertilisation minérale (azote soluble ou phosphate ammoniacal), chaulage en eau. Les autres critères (fertilisation organique, empoissonnement, production, herbicides, etc.) servent à des fins de vérification et de nuance.

Chaque exploitant ou propriétaire a été invité à répondre à un questionnaire standardisé au cours d'une rencontre ou d'une conversation téléphonique. Celui-ci répond à trois objectifs différents :

- fournir les informations nécessaires pour replacer les étangs dans la typologie,

- préciser la typologie par la description de pratiques pouvant avoir une influence sur les Odonates,

- pouvoir disposer de données importantes pour la gestion future de chaque étang : hydrologie, position du propriétaire concernant Natura 2000.

22 propriétaires sur 24 ont accepté de répondre à ce questionnaire.

Espèces	Statut	Espèces	Exuvies	Statut
Zygoptères		Anisoptères		
<i>Calopteryx splendens</i>		<i>Aeshna affinis</i>	x	
<i>Calopteryx virgo</i>		<i>Aeshna cyanea</i>		
<i>Lestes viridis</i>		<i>Aeshna mixta</i>	x	
<i>Lestes barbarus</i>		<i>Anax imperator</i>	x	
<i>Lestes sponsa</i>		<i>Brachytron pratense</i>		rem
<i>Lestes virens</i>		<i>Gomphus pulchellus</i>	x	L
<i>Sympecma fusca</i>		<i>Onychogomphus forcipatus</i>		
<i>Platynemesis pennipes</i>		<i>Cordulia aenea</i>	x	
<i>Erythromma lindenii</i>	L	<i>Oxygastra curtisii</i>		DH II et IV, P, rem, R
<i>Ceriagrion tenellum</i>		<i>Somatochlora flavomaculata</i>		Rem, L
<i>Coenagrion mercuriale</i>	DH II,P, LR, rem, R	<i>Crocothemis erythraea</i>	x	
<i>Coenagrion puella</i>		<i>Libellula depressa</i>	x	
<i>Coenagrion scitulum</i>	LR, rem	<i>Libellula quadrimaculata</i>	x	
<i>Enallagma cyathigerum</i>	L	<i>Orithetrum albistylum</i>	x	
<i>Erythromma najas</i>		<i>Orithetrum cancellatum</i>	x	
<i>Ishnura elegans</i>		<i>Orithetrum coerulescens</i>		L
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>		<i>Sympetrum meridionale</i>		rem
		<i>S. sanguineum</i>		
		<i>S. striolatum</i>		
		<i>S. vulgatum</i>		L

Tableau I. Liste des espèces d'Odonates rencontrées au cours de l'inventaire.

DH II et IV : espèces protégées, annexes II et IV de la Directive Habitats. P : protection nationale.

LR : liste rouge nationale ou régionale. Rem : remarquable pour la région. R : rare en Brenne.

L : localisé en Brenne. D'après MALE-MALHERBE, 2003.

Résultats

Résultats de la prospection

Nous avons trouvé 36 espèces d'Odonates dont 2 figurant aux annexes II et IV de la directive « Habitat ». Il s'agit d'*Oxygastra curtisii*, protégée en France, et de *Coenagrion mercuriale*, ce dernier, étant également protégé en France et figurant en Liste rouge, ne subsiste, à notre connaissance, en Brenne que dans trois autres stations. Le statut des autres espèces est précisé dans le tableau I. Toutefois, il est utile de rappeler qu'aucune recherche n'a été faite sur les exuvies de Zygoptères ; de plus la détermination des exuvies de *Sympetrum* étant particulièrement délicate, il n'a pas été tenu compte de celles trouvées durant la prospection.

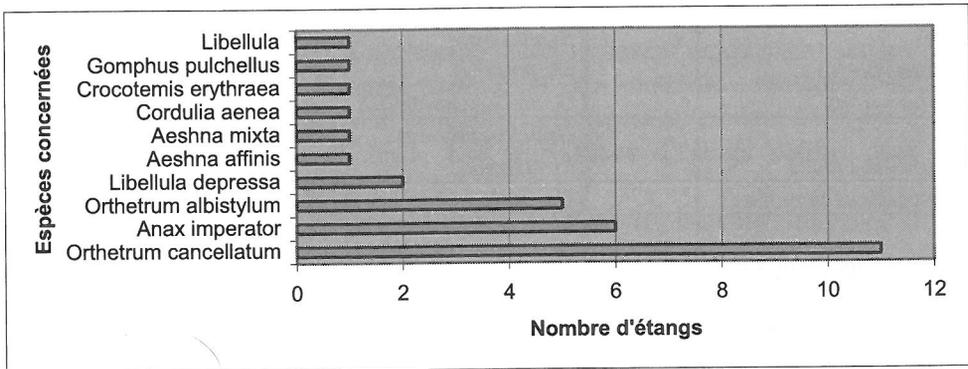


Figure 1. Nombre d'étangs où ont été découvertes des exuvies.

« Libellula » = *Libellula quadrimaculata*

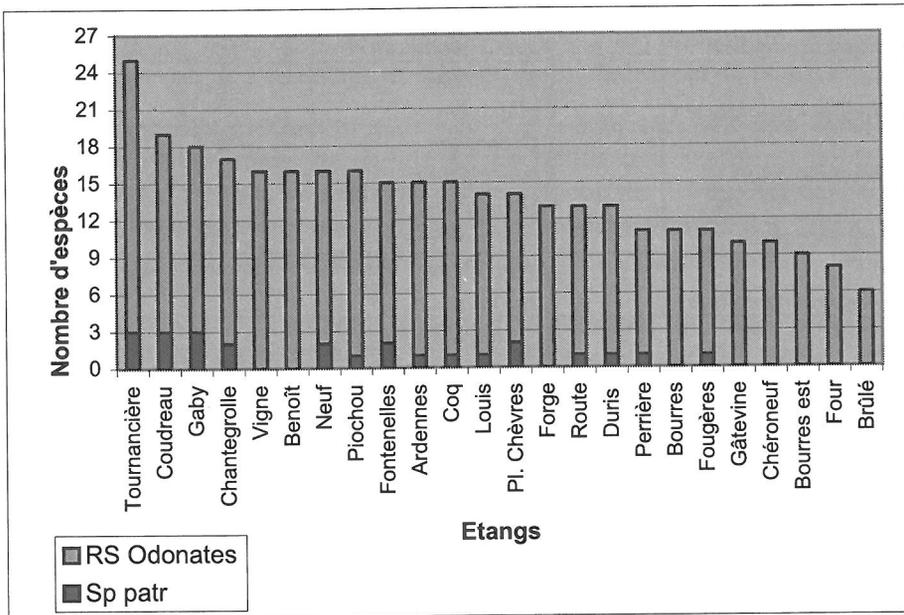


Figure 2. Richesse spécifique (Odonates) et nombre d'espèces patrimoniales par étang.

Remarquons que nous n'avons pas découvert d'exuvies pour toutes les espèces d'Anisoptères observées. De plus, il s'agit ici d'une liste générale regroupant tous les étangs ; il faut noter que pour les espèces dont nous avons pu découvrir les exuvies, cela n'a pas forcément été systématique sur tous les étangs prospectés (figure 1). La figure 2 présente le nombre d'espèces par étang.

Odonates et production piscicole

En examinant le classement des étangs obtenu grâce à la clé, on s'aperçoit que 15 étangs sur 22 (2 propriétaires n'ont pas répondu au questionnaire) se situent dans le groupe 1, c'est-à-dire « étangs soit inexploités pour la pisciculture, soit à production occasionnelle ou de type traditionnel ».

Diagonalisons dans le tableau II les critères « espèces / groupes d'étangs », afin de rechercher une éventuelle différence de populations d'Odonates selon les groupes d'étangs. Les effectifs mentionnés sont les effectifs maximaux rencontrés parmi tous les passages effectués sur tous les étangs du groupe considéré.

	Gpe 1	Gpe 2	Gpe 3
Espèces très abondantes			
<i>Ishnura elegans</i>	5	5	5
<i>Sympetrum sanguineum</i>	5	5	5
<i>Lestes virens</i>	5	5	4
<i>Erythromma najas</i>	5	4	5
<i>Orthetrum albistylum</i>	5	4	5
<i>Ceriagrion tenellum</i>	5	3	5
<i>Coenagrion puella</i>	5	3	4
<i>Orthetrum cancellatum</i>	5	3	3
<i>Lestes sponsa</i>	5	2	5
<i>Platycnemis pennipes</i>	5	.	4
Espèces abondantes			
<i>Lestes barbarus</i>	3	3	5
<i>Aeshna affinis</i>	3	3	4
<i>Libellula depressa</i>	3	2	2
<i>Sympetrum meridionale</i>	3	2	2
<i>Libellula quadrimaculata</i>	3	2	1
<i>Crocothemis erythraea</i>	4	3	.
<i>Coenagrion scitulum</i>	3	1	3
<i>Pyrrosoma nymphula</i>	3	4	.
<i>Somatochlora flavomaculata</i>	2	3	3
<i>Enallagma cyathigerum</i>	2	2	3
<i>Lestes viridis</i>	2	2	2
<i>Anax imperator</i>	2	2	2
<i>Sympecma fusca</i>	1	2	2
Espèces plus rares			
<i>Orthetrum coerulescens</i>	4	2	.
<i>Sympetrum striolatum</i>	3	1	.

<i>Brachytron pratense</i>	3	.	.
<i>Cordulia aenea</i>	3	.	.
<i>Gomphus pulchellus</i>	2	.	.
<i>Oxygastra curtisii</i>	2	.	.
<i>Erythromma lindenii</i>	1	.	.
<i>Aeshna cyanea</i>	1	.	.
<i>Sympetrum vulgatum</i>	.	.	1
Espèces d'eau courante			
<i>Coenagrion mercuriale</i>	3	.	.
<i>Calopteryx splendens</i>	3	.	.
<i>Calopteryx virgo</i>	2	3	.
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	2	.	.
Richesse Spécifique moy.	14,2	14	13,25
Ecart-type RS	3,9	2,2	3,7
H'app moy (Ind. Shannon)	0,871	0,842	0,792
Ecart-type H'	0,118	0,110	0,161
Espèces patrimoniales	6	3	3

Tableau II. Diagonalisation des critères « espèces (classes d'effectifs)/ groupes d'étangs »
 Les classes d'effectifs utilisées sont celles de l'INVOD : 1=1 individu, 2=2 à 10 individus, 3=11 à 50 individus, 4=50 à 100 individus, 5= plus de 100 individus

On remarque de légères différences en ce qui concerne les richesses spécifiques et les indices de Shannon² ; cependant, l'amplitude des écarts-types ne peut nous permettre de conclure.

La distinction entre les étangs ne se fait ici qu'au niveau des espèces plus rares, les effectifs étant globalement identiques pour les autres espèces. Ainsi, le groupe 1 accueille la majorité des espèces plus rares, mais cela s'explique en partie par la présence de l'étang La Tournancière qui compte 4 des 8 espèces rares de ce groupe. Nous ne considérons pas les espèces d'eau courante, l'étude se faisant sur les milieux lenticules (ces espèces sont soit erratiques sur les étangs, soit ont été trouvées sur le fossé de contournement de La Tournancière).

Enfin, le groupe 1 accueille la totalité des espèces patrimoniales rencontrées au cours de la prospection, contrairement aux deux autres qui n'en comptent que la moitié. On n'observe donc pas de différence probante au niveau du nombre ou de la diversité des espèces entre les groupes, mais plutôt au niveau de la qualité de ces espèces.

Nous avons listé les variables pouvant influencer la capacité d'accueil des groupes d'étangs pour les Odonates (annexe II). Tous les étangs étant mis en assec, sauf certains du groupe 1, ce critère n'introduira pas de réelle différence entre eux

² Approximation de l'indice de Shannon calculée sur des classes d'abondance plutôt que sur des effectifs : $H'_{app} = -\sum (P_i \cdot \log P_i)$, avec $P_i = \text{effectif de l'espèce } i / \text{effectif total}$. Varie en général entre 0,5 (communautés très pauvres et simplifiées) et 4,5 (grandes communautés très complexes).

(excepté si l'assec date de l'année précédente). Les étangs les moins fertilisés sont plus favorables, c'est-à-dire le groupe 1. Le groupe 3 est moins fertilisé en azote soluble que le 2, mais les effets risquent d'être identiques puisque ces étangs reçoivent une forte fertilisation organique. En ce qui concerne les herbicides, le seul étang à avoir été traité est l'étang des Ardennes (groupe 1) ; ce critère ne peut donc pas servir à différencier les étangs. De plus, la nature des parcelles adjacentes ne dépend pas de la place de l'étang dans la typologie piscicole. L'empoisonnement est plus important dans les groupes 2 et 3, mais les espèces utilisées sont presque toujours les mêmes dans les trois groupes : carpe surtout, puis tanche, gardon, sandre, perche et brochet (parfois silure et black-bass). La carpe, poisson majoritaire, est herbivore ; l'effet de la prédation dans ce cas risque d'être réduit. Par contre, étant un poisson fouisseur, elle contribue à la turbidité de l'étang. Les Odonates chassant à vue, cela peut leur être néfaste.

On retiendra donc que le groupe 1 serait plus favorable aux Odonates car peu ou pas fertilisé. Etant donné la relative homogénéité des 3 groupes vis-à-vis des autres critères, il serait imprudent de tenter de tirer des conclusions plus poussées.

Odonates et végétation

La végétation dominante influe-t-elle sur les populations ?

Tout d'abord, en calculant la surface de chaque type de végétation, il est possible de classer les étangs suivant leur végétation dominante : les Odonates préfèrent-ils en majorité un certain type de végétation ? Le tableau III apporte un élément de réponse.

	Hélophytes hauts	Hydrophytes à feuilles flottantes	Bois rivulaire	Hélophytes moyens	Hélophytes en touradons	Hélophytes affleurants
Nb étangs	3	4	7	2	7	1
Richesse Sp moy	18	15	12,875	12,5	13	13
Ecart-typeRS	6,1644	2,94	3,0593	2,5	3,3	0
H'app moy	0,901	0,87	0,8369	0,84	0,78	0,869
Ecart-typeH'	0,2135	0,11	0,0967	0,13	0,19	0
Sp patr	5	4	3	2	2	0

Tableau III. Diagonalisation des critères « espèces / physionomie de végétation dominante »

A première vue, les étangs dominés par les hélophytes hauts semblent plus riches (18 espèces en moyenne dont 5 patrimoniales) et plus diversifiés (indice de Shannon approximé = 0,901). Cependant, cette différence est introduite par la présence dans ce groupe de La Tournancière, qui apporte sa contribution sous la forme de presque toutes les espèces supplémentaires (*E. lindenii*, *G. pulchellus*, *O. forcipatus*, *O. curtisii*). De plus, en considérant les écarts-types des richesses spécifiques et des indices de Shannon, on s'aperçoit qu'il serait hasardeux de tirer des conclusions de ces résultats.

Afin d'affiner cette analyse, nous avons considéré les sous-groupes de végétation (présence ou non de canaux dans les roselières ou de micro-mares dans les massifs de touradons). De plus, nous avons supprimé le type « saules », puisque les massifs cartographiés s'étendent parfois loin de l'étang ; il a été remplacé par la surface de végétation classée en deuxième sur la liste.

Un tableau presque identique au précédent a été obtenu, les résultats étant encore plus dispersés du fait de la présence de 9 classes de végétation dominante au lieu de 6 dans le précédent. La Tournancière se détache là encore des autres étangs de par sa richesse.

Des physionomies de végétation variées sont-elles importantes ?

Nous pouvons nous demander si les étangs possédant la plus grande diversité de milieux sont plus favorables aux Odonates : une mosaïque de végétation est-elle préférable à une seule grande roselière par exemple ? Le tableau IV tente d'apporter une réponse à cette question. Pour chaque étang, la diversité des types de végétation a été calculée grâce à l'indice de Shannon appliqué à la surface des taches de végétation cartographiées³. Les étangs ont ensuite été classés suivant la valeur obtenue.

	$H' \leq 0,6$	$0,5 \leq H' < 0,6$	$0,4 \leq H' < 0,5$	$0,3 \leq H' < 0,4$	$H' < 0,3$
Nb étangs	7	4	8	3	2
RS moy	15,57	14,5	13,25	12	11
Ecart-type RS	2,25	6,22	2,72	2,82	5
H'app(sp) moy	0,92	0,86	0,80	0,81	0,58
Ecart-type H'app(sp)	0,07	0,15	0,13	0,08	0,22
Sp patrimoniales	3	4	4	2	1

Tableau IV . Diagonalisation des critères « espèces/diversité de physionomies de végétation »

Si nous nous intéressons tout d'abord aux richesses spécifiques moyennes par classe de diversité de végétation, nous nous apercevons que la tendance qui se dégage est démentie par les écarts-types. Quant aux diversités spécifiques, les faibles écarts observés ne justifient pas une prise en considération de cet indice, excepté pour le dernier groupe. En effet, la diversité en espèces des étangs possédant une végétation uniforme ($H' < 0,3$) est plus faible que pour les autres étangs. Cependant, cette classe n'est représentée que par deux étangs, ce qui rend cette interprétation incertaine. Il semble que l'on rencontre plus d'espèces patrimoniales dans les groupes plus diversifiés ; cette différence est néanmoins très faible. Le nombre d'espèces plus important que l'on remarque sur les étangs de la classe 2 ($0,5 \leq H' < 0,6$) est toujours dû à La Tournancière.

³ Indice de Shannon : $H' = -\sum (P_i \cdot \log P_i)$, avec P_i = surface du type de végétation i / surface totale de la végétation de l'étang (la surface en eau libre est exclue).

Un gradient qui organise les peuplements

S'il n'est pas possible de mettre en évidence des variations de richesse ou de diversité suivant la végétation, peut-être pouvons-nous caractériser des variations de peuplement. En croisant les variables « espèces/étangs », cette hypothèse peut être vérifiée. Ont été exclus de cette analyse l'étang La Tournancière ainsi que les espèces que l'on trouve uniquement sur ce site, et les espèces d'eau courante (*Calopteryx virgo* et *C. splendens*, *Coenagrion mercuriale*).

La figure 3 illustre le résultat d'une analyse factorielle des correspondances sur ces deux variables, les valeurs du tableau de contingence étant les moyennes de chaque classe d'abondance des Odonates. Nous travaillons sur les axes factoriels F1 (inertie = 0,257) et F2 (inertie = 0,226).

On remarque tout d'abord trois points très excentrés : l'étang Fontenelles, *Somatochlora flavomaculata* et *Pyrrhosoma nymphula*. Cet étang est le seul avec la Tournancière où cette dernière espèce pourtant commune a été trouvée. Exploité pour la pisciculture (il fait partie du groupe 2, le plus intensif), il compte tout de même 15 espèces de libellules. Il accueille une végétation diversifiée et quelques milieux annexes intéressants (brande, haies) ; de plus, il est mitoyen d'un autre étang. Il n'est géographiquement pas excentré par rapport aux autres. Rien ne permet donc à première vue de le différencier des autres sites étudiés ; de plus, ne disposant que de ces trois points pour caractériser l'axe F1, il est difficile de tirer une conclusion.

Par contre, un net gradient se dégage de l'axe F2 sur la figure 3. La plupart des espèces sont très proches de cet axe, ce qui signifie que leur présence est étroitement associée à la variable qu'il représente. Les espèces *B. pratense*, *C. aenea*, *E. najas*, *C. puella* et *C. erythraea* sont regroupées avec les étangs Louis, Perrière, Bourres Est et Gaby ; ce groupe s'oppose aux espèces *S. striolatum*, *S. meridionale*, *L. virens*, *O. coerulescens*, *L. barbarus* et *P. nymphula* associées aux étangs Piochou, Four, Fougères, Planche aux Chèvres, Forge, Ardennes, Route et Bourres Ouest.

Ces deux groupes d'étangs sont caractérisés respectivement par une forte abondance et une absence d'hydrophytes (nénuphars, potamots, myriophylle...). La bibliographie⁴ nous donne les traits écologiques des espèces concernées en relation avec ce type de végétation.

Une distinction se dégage entre les deux groupes d'espèces. Le premier (celui de *Brachytron pratense*) affectionne la végétation flottante, que ce soit pour la ponte ou le milieu de vie de la larve. Ce premier groupe est associé aux étangs dont la proportion d'hydrophytes est importante. Le second (associé aux étangs sans hydrophytes ou presque) comporte deux types d'espèces : espèces n'ayant pas besoin de végétation flottante pour leur développement (*S. striolatum* et *O. coerulescens*) et espèces pouvant se développer sur un large panel d'hydrophytes **ou d'hélophytes**. L'axe F2 met donc en évidence un gradient déterminé par la présence d'hydrophytes.

⁴ Source : HEIDEMANN et SEIDENBUSCH, 2002 ; AGUILAR (d') et DOMMANGET, 1998.

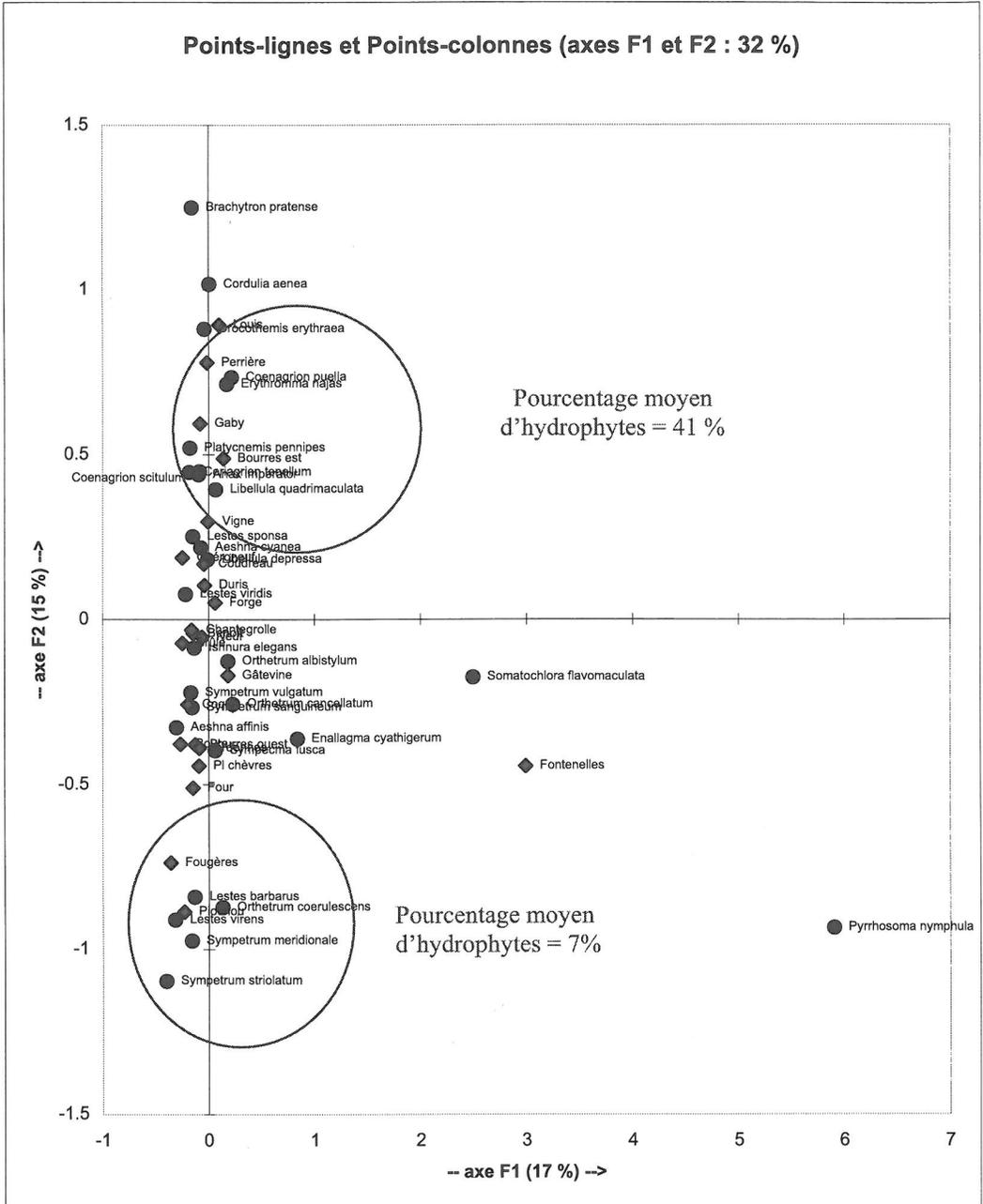


Figure 3 Projection des variables « Espèces » et « Etangs » sur un plan factoriel (AFC), suivant les axes F1 et F2. Ronds = espèces, losanges = étangs.

Cependant, les espèces présentes sur les étangs sans hydrophytes ne sont pas strictement inféodées à ces milieux, alors que les autres ont besoin de cette végétation pour mener à bien leur cycle. On peut donc envisager l'hypothèse de l'exclusion

compétitive, les espèces plus ubiquistes étant reléguées sur les étangs inhospitaliers pour celles dont le préférendum écologique est plus strict.

Les espèces proches de l'origine de F2 ne sont pas concernées par ce type de végétation et peuvent accompagner les autres espèces. Leur présence est déterminée par d'autres facteurs.

Observons maintenant la distribution des espèces patrimoniales le long de ce gradient. *Brachytron pratense* est l'espèce la plus concernée par la présence de végétation aquatique, et sa présence sur un étang sera déterminée par ce facteur (n'oublions pas toutefois que d'autres facteurs peuvent aussi intervenir...). *Coenagrion scitulum* se trouve dans la partie supérieure de l'axe F2, sans toutefois être à l'extrémité. Il est donc favorisé par la présence d'hydrophytes, mais moins étroitement inféodé à ce critère que *Brachytron*. *Sympetrum meridionale* se place à l'autre extrémité de l'axe, il est donc pratiquement absent des étangs à hydrophytes. On peut émettre l'hypothèse qu'étant capable de se développer sur toutes sortes de milieux, il subisse fortement l'exclusion compétitive. Quant à *Somatochlora flavomaculata*, elle semble indifférente à ce type de végétation : sa distribution est dirigée par d'autres facteurs, éventuellement par la présence de grands massifs de touradons (source : bibliographie et observations personnelles).

Discussion

Pour commencer, soulignons que les résultats énoncés ci-dessus doivent être considérés avec la plus grande prudence, en raison de la fréquence et de la durée de prospection. En effet, celles-ci introduisent un biais qui, pour être inévitable au regard du temps imparti pour cette étude, n'en est pas moins important. Ainsi, les étangs n'ont été visités au mieux que trois fois, et ce d'avril à juillet (quelques visites début août). Quelques espèces précoces ont donc pu être ignorées, mais surtout des Aeshnidae émergeant en fin d'été. De plus, une visite par étang par semaine aurait été préférable pour donner des résultats plus complets. Cela dit, si les résultats obtenus ne sont pas fiables dans l'absolu pour ces raisons, ils permettent cependant de comparer les étangs les uns par rapport aux autres car la prospection s'est effectuée de manière homogène.

Il est intéressant de noter le décalage entre le nombre d'espèces observées par le biais des imagos et par celui des exuvies, quel que soit l'étang considéré. Cela pourrait être dû, justement, à la basse fréquence des prospections qui ne permet pas de récolter la totalité des exuvies d'un passage sur l'autre ; mais dans ce cas, il est vraisemblable que la différence de proportion des exuvies récoltées par espèces ne serait pas si marquée. La différence ici n'est pas quantitative, mais qualitative. Peut-être faut-il chercher l'explication dans le type de support utilisé pour l'émergence, ainsi que la distance à l'eau de ce support. Dans ce cas, le prospecteur focaliserait sa recherche sur un type de support donné (notion d'« image-recherche ») et resterait près de l'eau, ce qui ne lui permettrait pas de trouver tous les types d'exuvies présents. Il faudrait aussi tenter de relier le nombre d'exuvies retrouvées à la quantité d'imagos observables, les espèces les moins représentées par les imagos pouvant l'être aussi par les exuvies, ce qui expliquerait que l'on en trouve peu ou pas du tout.

Par ailleurs, les résultats concernant les pratiques piscicoles sont malheureusement peu exploitables. En effet, les étangs choisis sont globalement semblables, ce qui les classe presque tous dans le groupe 1. Il aurait été préférable pour la qualité de l'étude d'en choisir d'autres, potentiellement défavorables aux Odonates, mais l'objectif principal du commanditaire n'était pas cette étude mais un inventaire des Odonates du Parc Naturel Régional de Brenne ; nous avons donc essayé de choisir en priorité des étangs à la végétation diversifiée, ce qui coïncide en général avec une exploitation piscicole extensive.

Rappelons de plus que la typologie choisie pour classer les étangs ne se limite pas aux critères piscicoles (elle intègre aussi des critères géologiques, physico-chimiques, etc.) Nous l'avons élaguée pour la réduire à ces critères, ce qui peut expliquer que la seule différence notable en définitive entre les 3 groupes soit la fertilisation, qui permet d'isoler le groupe 1 comme étant plus favorable aux Odonates car peu ou pas fertilisé.

Les résultats les plus probants concernent le rapport entre Odonates et végétation, et plus précisément hydrophytes. Il n'a pas été possible de mettre en évidence un rapport entre la richesse ou la diversité spécifique en Odonates des étangs suivant une physionomie dominante de végétation, non plus que suivant une diversité de végétation. C'est somme toute un résultat attendu, puisque les larves se développent dans l'eau et sont de ce fait peu affectées par la végétation aérienne. On peut avancer l'hypothèse qu'elles le sont lorsque cette végétation a un impact direct sur le plan d'eau, par exemple sur la luminosité (différence entre un étang forestier et un étang situé dans une prairie) ou sur l'eutrophisation (chute massive de feuilles dans l'eau). La différence d'impact est vraisemblablement minime entre une végétation faite de carex, de phragmites ou d'espèces prairiales. Cependant, on aurait pu envisager des variations induites par des micro-mares ou des canaux dans cette végétation, qui créent des abris supplémentaires pour les larves. Les résultats de cette étude n'ont pas pu mettre ces variations éventuelles en évidence, mais n'ont pas non plus prouvé qu'elles n'existent pas.

Par contre, en ce qui concerne les hydrophytes, les résultats méritent d'être examinés et éventuellement poursuivis. Il semblerait que la présence d'hydrophytes soit un facteur de l'organisation des peuplements des Odonates sur les étangs étudiés. Les espèces inféodées à cet habitat constituent l'essentiel des peuplements sur les étangs leur étant favorables, reléguant les espèces plus tolérantes sur les autres étangs. Elles sont accompagnées d'un « fond d'espèces communes » indifférentes à ce critère, dont la présence est induite par un autre facteur. Les espèces patrimoniales s'échelonnent le long de ce gradient, les hydrophytes ne sont donc pas un indice de qualité du milieu mais introduisent simplement une dimension supplémentaire aux habitats disponibles pour les Odonates. C'est le seul type de végétation apparemment important pour la survie des larves (de certaines espèces), ou du moins dont nous avons pu prouver l'importance.

Travaux cités

- AGUILAR (d') J., DOMMANGET J.-L., 1998. *Guide des Libellules d'Europe et d'Afrique du Nord*. Delachaux et Niestlé (éd), Paris, 463 pp.
- DOMMANGET J.-L., 2002. *Protocole de l'Inventaire Cartographique des Odonates de France (Programme INVOD)*. Muséum National d'Histoire Naturelle, Société Française d'Odonatologie, 3^e édition, 64 pp.
- [FATON J.-M., PISSAVIN S., PONT B., 1999. *Protocole de suivi à long terme des peuplements de macrophytes aquatiques et d'Odonates comme descripteurs de fonctionnement des hydrosystèmes*. Réserves Naturelles de France, Quétigny (France), 33 pp.]
- HEIDEMANN H., SEIDENBUSCH R., 2002. *Larves et exuvies des libellules de France et d'Allemagne (sauf de Corse)*. Société française d'odonatologie, 416 pp.
- MALE-MALHERBE E., 2003. Les Libellules de la Brenne. Réserve Naturelle de Chérine, 5 pp.
- WENDLER A. ET NÜSS J. H., 1994. *Libellules . Guide d'identification des libellules de France, d'Europe septentrionale et centrale*. Société française d'odonatologie, Bois d'Arcy, 129 pp.
- [OTTO-BRUC C., 2001. Végétation des étangs de la Brenne (Indre). Influence des pratiques piscicoles à l'échelle des communautés végétales et sur une espèce d'intérêt européen : *Caldesia parnassifolia* (L.) Thèse du Muséum National d'Histoire Naturelle, 281 pp.]

ANNEXES

Annexe I. Physionomies de végétation utilisées pour la cartographie

Désignation générale	Précision	Commentaire	Notation
Hydrophytes à feuilles flottantes		Végétation flottante vivante et morte : <i>Myriophyllum sp.</i> , <i>Potamogeton sp.</i> , <i>Utricularia sp.</i> , <i>Caldesia parnassifolia</i> , <i>Nuphar lutea</i> ... On considère de la même manière les végétaux morts, car ils sont aussi favorables à la ponte que les vivants.	f
<i>Nymphaea alba</i>		Végétation flottante composée presque uniquement de nénuphar blanc. Cette distinction est nécessaire, car ce type de milieu est nécessaire à la survie de <i>Leucorrhinia caudalis</i> (cette espèce figure à l'annexe IV de la Directive Habitats).	n
Hélophytes affleurants		Végétation toujours inondée, ne faisant pas de touffes, souvent près des berges, dépassant de 10 à 50 cm au-dessus de la surface de l'eau : <i>Juncus sp.</i> , <i>Scirpus sp.</i> ... Les Odonates peuvent circuler facilement au-dessus et au milieu de cette végétation.	a
Hélophytes en touradons		Végétation en touffes dominante : <i>Molinia coerulea</i> , <i>Carex sp.</i> , <i>Juncus sp.</i> ,... La hauteur est en général de 50 cm à 1,50 m, les Odonates circulent par-dessus ou entre les touradons. La partie intéressante est souvent la zone de contact avec l'eau.	t
	Touradons rapprochés	Densité maximale de touradons. Les Odonates ne peuvent circuler qu'au-dessus ou le long de la zone, entre les feuilles pour les Zygoptères. La zone de contact avec l'eau est peu étendue.	t 0

	Micro-mares sans végétation	Touradons éloignés les uns des autres, ou par petits groupes, permettant à des micro-mares de se former. Aucune végétation flottante n'est présente dans ces mares. Les Odonates peuvent circuler facilement, les zones abritées (recoins) sont nombreuses.	t 1
	Micro-mares avec végétation	De petites taches de végétation flottante se développent dans les mares : <i>Potamogeton sp.</i> , <i>Nuphar lutea</i> , <i>Myriophyllum sp.</i> ,... On considère comme végétation flottante les plantes vivantes et en décomposition (les deux types sont favorables pour la ponte des Odonates).	t 2
	Micro-mares à végétation dominante	La totalité de la surface des mares (ou presque) est recouverte par la végétation flottante. Le milieu est très favorable pour la ponte.	t 3
Hélophytes hauts		Végétation dépassant 1.90 m, généralement <i>Typha sp.</i> , <i>Phragmites sp.</i> , etc.	hh
	Sans canaux	Milieu haut et compact, réduisant fortement les possibilités de circulation pour les Odonates. La zone la plus utilisée est le contact avec l'eau libre et les milieux moins fermés.	hh 0
	Peu de canaux	La roselière est percée de quelques canaux permettant une circulation minimale.	hh 1
	Beaucoup de canaux	Les possibilités de circulation dans la roselière sont maximales, le milieu devenant une sorte de labyrinthe.	hh 2
	Canaux et végétation	Les canaux sont remplis de végétation flottante (vivante et morte), ce qui donne un milieu favorable pour la ponte.	hh 3
Hélophytes moyens		Généralement les mêmes espèces que la catégorie « hélophytes hauts », mais d'une taille inférieure à 1,90 m. La circulation au-dessus de la zone semble plus aisée. On retrouve dans cette catégorie les mêmes précisions que ci-dessus (sans canaux, peu de canaux, beaucoup de canaux, canaux et végétation).	h h1 h2 h3
Prairie humide		Végétation diversifiée des zones humides, sans touradons (ou très dispersés) : <i>Juncus sp.</i> , <i>Lythrum salicaria</i> , <i>Lysimachia sp.</i> , <i>Hydrocotyle vulgaris</i> , <i>Carum verticillatum</i> , <i>Mentha sp.</i> , etc. La zone est rarement inondée et peut même s'assécher totalement. Elle fonctionne en relation avec l'étang, et constitue souvent une zone de chasse pour les Odonates.	p
Bois rivulaire		Essentiellement <i>Salix sp.</i> (on trouve peu d'aulnes en Brenne), <i>Betula sp.</i> , etc. Arbres des zones humides. Ce milieu est en général très fermé, mais fournit des zones d'affût et des reposoirs aux Odonates. On exclut les plantations de peupliers et de pins sylvestres qui jouxtent parfois les étangs, comme ne faisant pas partie de l'écosystème spontané.	s

Annexe II. Mise en relation des variables du milieu auxquelles sont sensibles les Odonates avec des pratiques piscicoles éventuelles.

Variable	Sens d'évolution de la variable	Effet d'une évolution de la variable sur les Odonates	Pratique ou critère influant sur la variable
Ensoleillement	Variations d'ensoleillement	Changement de peuplement	Nature des parcelles adjacentes
Végétation	Diminution de la végétation	Changement de peuplement et, en général, diminution de la richesse spécifique ⁵ si absence de végétation. Le démottage peut être positif, il crée des zones de clairière.	Limitation de la végétation (faucardage, démottage, herbicides, poissons herbivores) / Présence de ragondins et piégeage
Vidange		Baisse de la richesse spécifique et du nombre d'individus / Disparition des Odonates. Effet négatif , cependant la recolonisation est rapide (vidanges des étangs en amont et arrivées d'adultes).	Mise en assec
Engrais	Augmentation de la concentration d'engrais	Changement de peuplement et variations successives de richesse spécifique, jusqu'à un certain seuil d'eutrophisation (espèces de plus en plus tolérantes). Effet négatif , notamment par augmentation de la turbidité (les larves chassent à vue).	Fertilisation organique ou minérale / (Nature des parcelles adjacentes / Accès du bétail) / (Culture en assec)
Concentration O ₂	Augmentation de la concentration de CO ₂	Changement de peuplement et variations successives de richesse spécifique. Effet négatif.	Fertilisation organique ou minérale / (Nature des parcelles adjacentes) / (Culture en assec)
pH		Effet inconnu aux doses utilisées en pisciculture.	
Pesticides	Apport de pesticides	Diminution de la richesse spécifique / Disparition des Odonates. Effet négatif.	Nature des parcelles adjacentes / Traitement de l'étang à l'herbicide
Toxiques (métaux lourds, etc)	Arrivée de toxiques	Diminution de la richesse spécifique / Disparition des Odonates. Effet négatif.	-
Prédation	Augmentation de la pression de prédation	Disparition des Odonates si la pression est trop forte. Effet négatif.	Empoisonnement (quantité et espèces)

⁵ Richesse spécifique : nombre d'espèces. Le nombre d'individus pour chaque espèce n'est pas pris en compte.