

Résultats du suivi ODONATES pour la période de mai à octobre 2008



dans le cadre du suivi écologique
en parallèle à des opérations de démoustication
au Bti sur le périmètre du Parc Naturel
Régional de Camargue

Rapport final
présenté par
Christiane Jakob
christianejakob@orange.fr

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	3
2. MATÉRIELS ET MÉTHODES	4
2.1 Sites d'étude	4
2.1.1. Sites témoin à l'«état zéro»	4
2.1.2. Site démoustiqué au BTI	5
2.2. Méthodes	6
2.3. Plan d'échantillonnage	7
3. RESULTATS	8
3.1. Évaluation des méthodes	8
3.2. Composition spécifique	9
3.3. Suivi	10
3.3.1. Suivi des larves /Abondance relative des larves.....	11
3.3.2. <i>Suivi des Exuvies (= C. Succès d'éclosion)</i>	12
3.3.3. <i>Abondance relative des adultes (= D.)</i>	12
4. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	15
5. REFERENCES UTILISEES	17

1. Introduction

Depuis 2007, un suivi scientifique est mis en place parallèlement aux opérations de démoustication expérimentale au BTI* sur certaines zones de la Camargue.

Le suivi a pour objectif :

1. de dresser un état « zéro » pré-opérationnel des populations animales et végétales pouvant être impactées directement et indirectement par les opérations de démoustication,
2. de réaliser un suivi régulier de ces populations afin de suivre dans le temps les effets éventuels de la démoustication sur l'équilibre et le fonctionnement des écosystèmes
3. de mesurer les effets liés aux dérangements occasionnés par l'intervention des agents chargés de la démoustication dans le fonctionnement des espaces naturels, notamment ceux qui bénéficient d'un statut de protection.

Ce rapport concerne **les objectifs 1 et 2** du cahier des charges, à savoir le **suivi des Odonates**.

Le « modèle » Odonates a été choisi, car :

- cet Ordre représente des organismes prédateurs non-cibles du BTI, dont l'importance dans la chaîne trophique des écosystèmes camarguais est élevée.
- ces prédateurs possèdent un cycle de vie complexe, avec à la fois un stade larvaire aquatique et un stade adulte aérien, ils sont donc exposés à deux reprises à des éventuels changements d'abondance de proie.

Dans ce rapport, nous présenterons les résultats des suivis de terrain et les analyses qui en découlent. Des conclusions pour 2008 et des perspectives pour 2009 sont exposées au dernier chapitre.

*BTI : Sigle utilisé ici pour toute la famille de larvicides du type *Bacillus thuringiensis ssp. israelensis* (« nom commercial : Vectobac 12 AS, WDG ou G »).

2. Matériels et méthodes

2.1 Sites d'étude

Quatre sites d'étude ont été suivis entre mai et octobre 2008. Parmi eux, un seul se trouve à l'intérieur du secteur de l'opération de démoustication expérimentale (La Bellugue). Les trois autres, à savoir les marais de Rousty au Parc Naturel Régional de Camargue (PNRC), la Fangouse sur le Domaine de la Tour du Valat (TDV) et un marais de scirpes, la Boutardière au sein des Marais Du Vigueirat (MDV) se trouvent en dehors de la zone traitée. Les deux premiers sont localisés sur le territoire du PNRC, le troisième (MDV) est localisé sur le Plan du Bourg, à l'Est du grand Rhône.

Le choix des sites s'est essentiellement aligné sur les suivis d'invertébrés en cours, afin de permettre, à terme, un croisement des résultats. Les stations suivies se localisent donc dans des marais à Scirpes, des Jonchaies et Sansouïres.

Deux autres sites traités au Bti n'ont pu être suivis. Sur Sollac c'est l'absence de terrain accessible correspondant à l'habitat « marais à Scirpes » qui est en cause. Pour le domaine de la Palissade, station suivie pour les Chironomidae en hiver, c'est le pâturage bovin au printemps qui nous a contraint d'abandonner le site.

2.1.1. Sites témoin à l'«état zéro»

Sur les 3 sites témoins (marais de Rousty, PNRC; Boutardière, MDV; Fangouse, TDV) les échantillonnages ont été réalisés sur les mêmes types d'habitats. La salinité est plus élevée aux Marais de Rousty (voir résultats des suivis 2007).



Fig. 2.1.: Site d'échantillonnage sur le site des Marais du Vigueirat (MDV). La zone du transect est entourée



Fig. 2.2.: Site d'échantillonnage au domaine de la Tour du Valat. La zone du transect est entourée

2.1.2. Site démoustiqué au BTI

Le site de la Bellugue, seul site suivi soumis au traitement Bti, représente des types d'habitats et des taux de salinité similaires aux autres sites (cf. rapport 2007).



Fig. 2.3.: Site d'échantillonnage au domaine de la Bellugue. La zone du transect est entourée

2.2. Méthodes

Étant donné qu'il s'agit, a priori, d'un suivi à long terme mais avec un budget limité, les méthodes de comptage visuel et de captures ont été sélectionnées pour leur rapidité d'exécution et leur robustesse, notamment par rapport à d'éventuels effets « observateur ». Ils procurent des données d'abondance relative et de présence spécifique.

En revanche, une méthode très efficace pour ce genre d'étude, les « pièges à éclosion ou pièges à émergence » (Pinkney et al., 2000), qui consistent à mettre en place durant une saison de simples moustiquaires, ont dû être écartés puisque les surfaces suivies sont pâturées par des bovins une partie de la saison de terrain et ne disposent pas d'Exclos.

Tous les suivis ont été effectués sous des conditions météorologiques les plus standardisées possibles, à savoir en l'absence de forts vents (<20km/h), si possible avec ensoleillement, avec un intervalle de temps le plus court possible entre sites.

Le protocole pour Odonates a été élargi en 2008, pour tenir compte du cycle de reproduction des espèces et pour fournir des résultats d'abondance relative.

Il a donc été décidé pour 2008 :

- d'ajouter des prélèvements par carottage au printemps (**Approche qualitative**).
- de compléter l'étude Odonates par un protocole quantitatif (abondance relative) et adapté au cycle de développement larvaire de la plupart des Odonates (= **Approche quantitative** pour printemps, été, automne).

Des suivis pour déterminer un éventuel impact du Bti sur les **différents stades de développement** ont donc été effectués :

Approche qualitative

A. Détermination des larves d'odonates issues du carottage

Les larves de libellules prélevées en même temps que les larves de Diptères chironomidés (hors saison de reproduction) sont stockées dans de l'alcool à 90° et transmises après tri pour identification. Il s'agit d'une approche uniquement qualitative, permettant d'identifier les espèces présentes, dans les différents milieux échantillonnés.

Approche quantitative

B. Echantillonnages au filet Surber aquatique

Un surber d'une surface de fond standard (35x35 cm) est utilisé pour prélever des larves dans l'eau, la végétation aquatique et les premières couches de sédiment durant la saison de reproduction. Le résultat attendu est le calcul d'une abondance relative des larves d'odonates présentes, une quantification et une comparaison de leur présence entre sites et années.

C. Succès d'éclosion

Les exuvies sont collectées sur une partie de la berge des plans d'eau suivis. Ceci permet une estimation du succès d'éclosion par espèce, une vérification des listes d'espèces et éventuellement une estimation de leur abondance relative.

D. Densité relative des adultes

L'observation d'adultes dans un rayon de 10 m autour du plan d'eau pendant un temps donné, permet à l'observateur de noter un indice d'abondance par espèce (ou le genre dans certains cas).

Les parties C et D ont du être adaptées aux conditions de terrain. Des transects de 100m ont ainsi été choisis, le diamètre des marais étant trop variable selon le niveau d'eau. Les collectes d'exuvies se sont faites le long des transects, les libellules observées jusqu'à environ 5m de distance de part et d'autre du transect ont été recensées.

Pour compléter ce protocole, des observations hors des transects ont également été effectuées sur chaque site le long d'un canal voisin. Ils ont servi à la comparer les méthodes et les milieux (permanents /temporaires).

Tableau 2.1.: Nombre de campagnes d'échantillonnage en 2008

<i>dates échantillon</i>	<i>MdV</i>	<i>Rousty</i>	<i>Fangouse</i>	<i>Bellugue</i>
14mai -24. mai	1	1	1	1
15-20 aout	1	1	1	1
29. août-25. sept			3	3
27. oct	1	1	1	1

Cette année, des fortes pluies au mois de mai ont interrompu la phase d'échantillonnage, ce qui explique une plus longue période entre les premiers et derniers prélèvements du mois de mai par rapport aux mois d'août et octobre.

2.3. Plan d'échantillonnage

Quatre méthodes d'échantillonnage différentes sont donc prévues dans le protocole de suivi, afin d'adapter au mieux la technique de prélèvement aux différents stades de développement des Odonates et les conditions de terrain.

L'échantillonnage prévoit le traitement des échantillons issus des carottages en saison hivernale (voir aussi rapport 2007), 3 prélèvements au surber aquatique par année et site et 3 transects pour adultes et exuvies par année et site. En plus, 2 sites (Fangouse et Bellugue) sont suivis de manière hebdomadaire en été (19 août- 7 septembre).

Tableau 2.2. : Description du plan d'échantillonnage. Les prélèvements se sont effectués au cours d'un cycle de reproduction des Odonates, à savoir du printemps aux premiers froids en octobre.

Sites	Saisons	Habitats prospectés	Type de prélèvement
Rousty (PNRC) <i>site témoin</i>	Printemps (14. Mai) Eté (août) Automne (27. oct)	Marais à scirpes/ Jonchaie	2 x Surber (larves), 3 x transects (adultes, exuvies)
Boutardière (MDV) <i>site témoin</i>	Printemps (14. Mai) Eté (août) Automne (27. oct)	Marais à scirpes	2 x Surber (larves), 3 x transects (adultes, exuvies)
Fangouse (TDV) <i>site témoin</i>	Printemps (14. Mai) Eté (août) Automne (27. oct) + 4x Eté, hebdomadaire	Marais à scirpes	2x Surber (larves), 6 x transects (adultes, exuvies)
Bellugue <i>site démoustiqué</i>	Printemps (14. Mai) Eté (août) Automne (27. oct) + 4x été, hebdomadaire	Jonchaie/ Sansouïre	2x Surber (larves), 6 x transects (adultes, exuvies)

3. Résultats

Les résultats présentés ici reprennent ceux du rapport intermédiaire, complétés par les données issus des échantillonnages au surber et par carottage.

3.1. Évaluation des méthodes

Bien que l'objectif de cette étude ne fût pas de faire un inventaire exhaustif, la proportion d'espèces contactées par rapport aux inventaires connus à la Fangouse (TDV) et à la Boutardière (MDV), donne une idée de la représentativité des résultats.

Le taux des espèces en vol vues sur le transect de la Fangouse (TDV) par rapport à la liste des espèces connues pour cette station est de **75 %** ($n = 12$ sur $n_{\text{total}} = 16$), dont 1 genre avec deux espèces difficiles à distinguer sans capture. Les 3 nouvelles espèces observées en 2008 sur le site se trouvaient en bord d'un canal et donc hors du transect.

Pour les données sur la Boutardière (MDV), 11 des 26 espèces présentes sur l'ensemble du site ont été détectées. Une comparaison avec les classes d'abondances

existantes a pu mettre en évidence, que le nombre d'observations effectuées pour une espèce au cours de cette étude est significativement lié à sa classe d'abondance sur le site (estimation MDV sur 2 années d'observation ; $\chi^2=60,06$; $df=3$; $p<0,0001$).

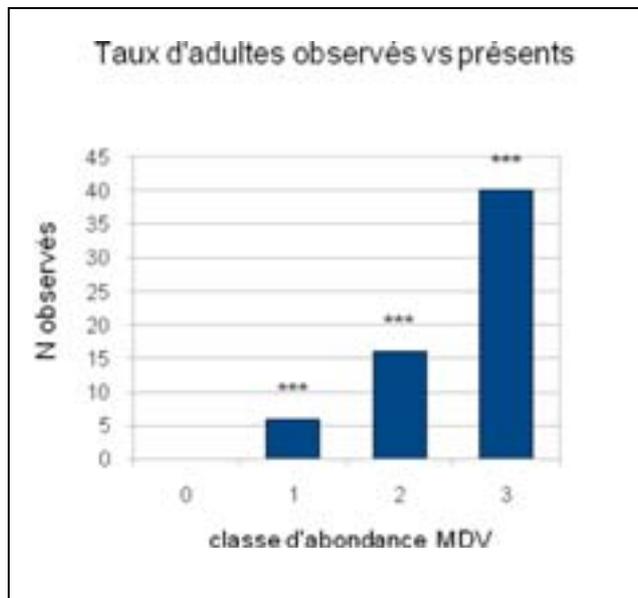


Fig.3.1: Observation du nombre d'adultes d'une espèce en fonction de sa classe d'abondance connu sur le site (référence Amis des Marais du Vigueirat, MDV)

Ainsi, les échantillonnages sur les adultes effectués lors de ce suivi sont représentatifs de la population d'adultes sur au moins deux des quatre sites d'études.

En l'absence d'autres données sur les captures de larves dans les marais concernés la méthodologie ne peut pas être évaluée. En revanche, les taux de capture des larves d'odonates par carottage entre l'année précédente et 2008 diffèrent fortement (Tab.3.1.). Ceci laisse penser qu'un effet entre années (hydrologie, température) a du intervenir.

3.2. Composition spécifique

Lors de la saison 2008, parmi les 1328 spécimens contactés, 73% appartiennent à quatre espèces (*I. elegans*, *I. pumilio*, *C. erythrea*, *O. cancellatum*), en terme d'abondance relative, et 56% au genre *Ischnura* (en rouge foncé et rouge clair).

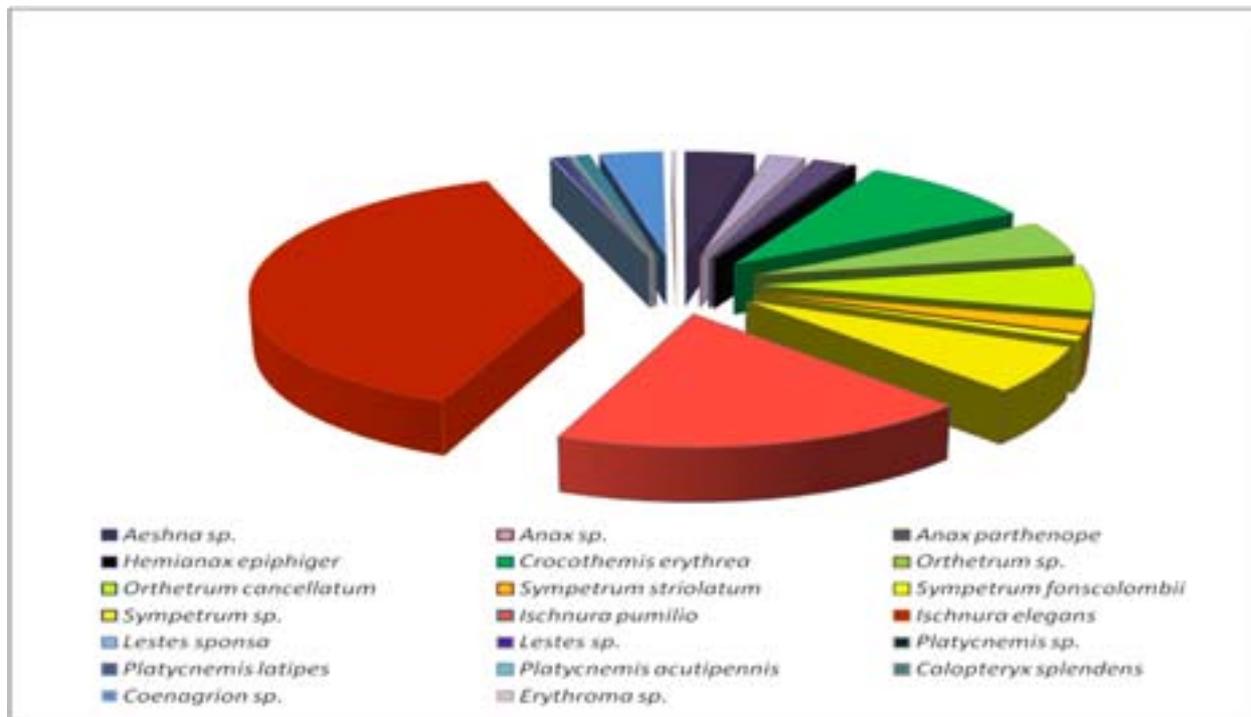


Fig.3.2: Cumul des odonates adultes contactés lors des échantillonnages par transect. Pour plus de lisibilité les genres ont été regroupés avec des teintes de couleur proches.

3.3. Suivi

A. Approche qualitative

Rappel du protocole (effectué depuis 2006)

Les larves d'odonates sont prélevées sur 5 sites en île de Camargue en même temps que les échantillons de larves de Diptères chironomes (méthode de carottage dans la colonne d'eau). Les larves sont ensuite transmises après tri et déterminées. Cette approche purement qualitative donne une liste d'espèces présentes sur les marais temporaires suivis (sites traités et non-traités), et permet de mettre en évidence d'éventuels changements dans la composition spécifique.

La détermination des spécimens dans les échantillons issus des carottages ont été finalisés en janvier 2009.

Tab.3.1. : Comparaison des Résultats 2007 et 2008 des échantillonnages par carottage des larves d'odonates. Les sites ont été suivis durant l'hiver 2008.

ANNEE	Nombre de spécimens	taxons	N espèces	N carottages	Stade larvaire
2008	2	1	-	200	Premiers stades
2007					Premiers

	114	11	10 <	200	stades
--	-----	----	------	-----	--------

B. Approche quantitative

3.3.1. Suivi des larves / Abondance relative des larves

Rappel du protocole

Réalisation de 3 passages de « surber-sampler » (filet surber) dans un même plan d'eau, distants d'au moins 35 cm (longueur surber). Récolte des macro-invertébrés piégés dans le filet et maintien de l'échantillon dans un flacon d'alcool à 90° jusqu'à leur détermination. Des campagnes d'échantillonnages sur les sites sélectionnés sont prévues au printemps (mars-mai), en été (juin-juillet) et en automne (septembre-octobre) adapté à l'hydrologie du site et de l'année.

Le protocole initial a été modifié, puisque les premiers prélèvements ont montré une très faible densité en larves, le nombre de passages de surber a donc été augmenté à 10 par campagne. Un deuxième suivi équivalent a été réalisé dans un canal près de la station initiale.

La présence larvaire a été suivie par échantillonnage surber. La détermination des spécimens dans les échantillons issus du surber a été finalisée en janvier 2009.

Au mois d'août, seulement le marais de la Fangouse était en eau avec une très faible profondeur, les autres marais étant asséchés. Les résultats montrent un taux de capture tellement faible, qu'aucune conclusion quantitative ne peut en être déduite. Du aux effectifs extrêmement faibles, le calcul d'une densité de larves d'Odonates/m² en extrapolant les valeurs de médianes obtenue a été écarté. Néanmoins la détermination des espèces servent à prouver la reproduction des espèces *I. elegans* et *I. pumilio* sur les sites concernés. En revanche, aucune espèce supplémentaire n'est à signaler à la liste d'espèces établie à l'aide des observations d'adultes.

Tab.3.2. : Résultats 2008 des échantillonnages par surber des larves d'odonates. Les quatre sites ont été suivis au moins 3 fois dans l'année (mai, août et octobre), deux (Fangouse et Bellugue) 4 fois.

Site	Nombre	Genre	Espèce	Saison	Stade larvaire
Boutardière (MDV)	1	<i>Ischnura</i>	<i>elegans</i>	Octobre	Dernier stade
Rousty (PNRC)	5	<i>Ischnura</i>	<i>elegans</i>	Octobre	Derniers stades
	2	<i>Ischnura</i>	<i>pumilio</i>		
Fangouse (TDV)	1	<i>Ischnura</i>	<i>elegans</i>	Août	stade intermédiaire
Bellugue (site traité)	-	-	-	-	-

--	--	--	--	--	--

3.3.2. Suivi des Exuvies (= C. Succès d'éclosion)

Rappel du protocole

Prélèvement des exuvies le long d'une berge d'un plan d'eau déterminé, au moins 1 fois par semaine vers la fin du printemps et en automne (juin/ juillet et septembre/octobre) = minimum 12 fois et selon la pluviométrie. La phénologie d'émergence et l'abondance relative d'une espèce ayant émergée du plan d'eau avec succès peuvent être calculés.

La collecte des exuvies, habituellement un moyen fiable pour compléter des inventaires ou pour obtenir des abondances relatives, n'a apporté aucun résultat exploitable cette année, par manque d'exuvies trouvés. Une des raisons possibles semble le faible taux d'émergence du à une très faible activité de ponte (voir Tab.3.1. et Tab.3.2.) et très probablement un effet du pâturage sur les exuvies accrochés sur la végétation basse.

3.3.3. Abondance relative des adultes (= D.)

Rappel du protocole

L'observation d'adultes s'effectue dans un rayon de quelques mètres le long des berges du plan d'eau pendant un temps donné (10 min) et permet à l'observateur de noter un indice d'abondance selon l'espèce (ou le genre dans certains cas).

L'observation et le comptage des adultes se sont déroulés sur tous les sites le long d'un transect de 100 mètres entre berges et plan d'eau. Certains spécimens difficilement identifiables ont été capturés à l'aide d'un filet, déterminés sur place et pris en photo pour vérification ultérieure. Des stations d'observation le long de canaux ont été ajoutées pour tous les sites. Le temps initialement prévu pour chaque transect a été revu et fixé à 30 minutes pour chaque passage, étant donné les densités relativement faibles.

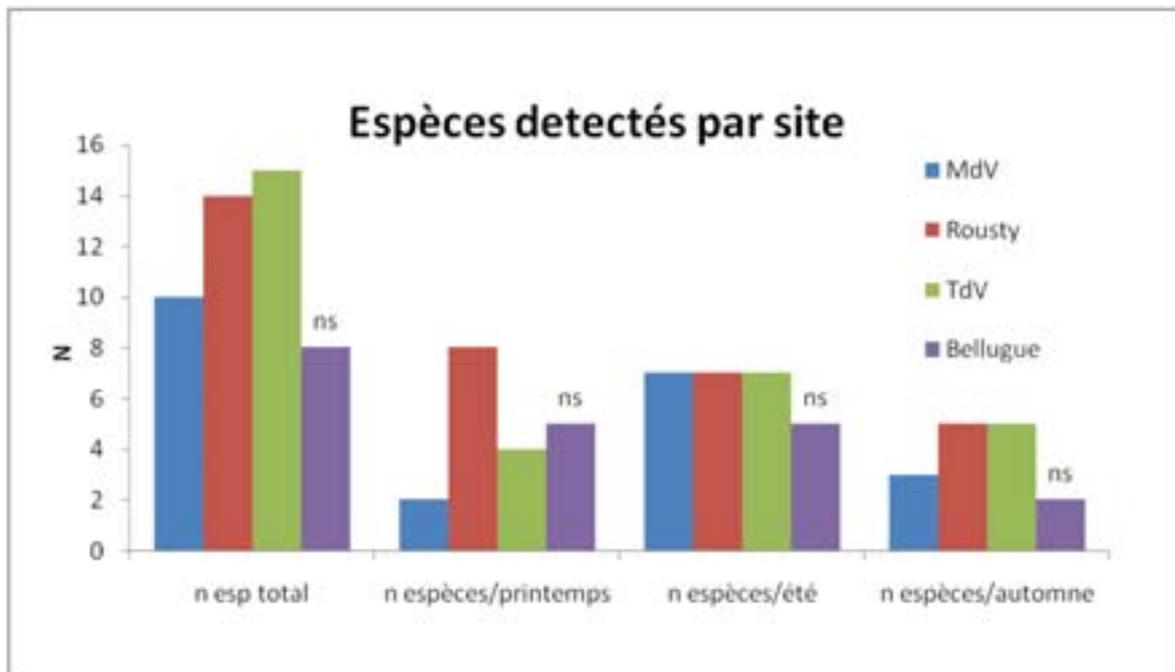
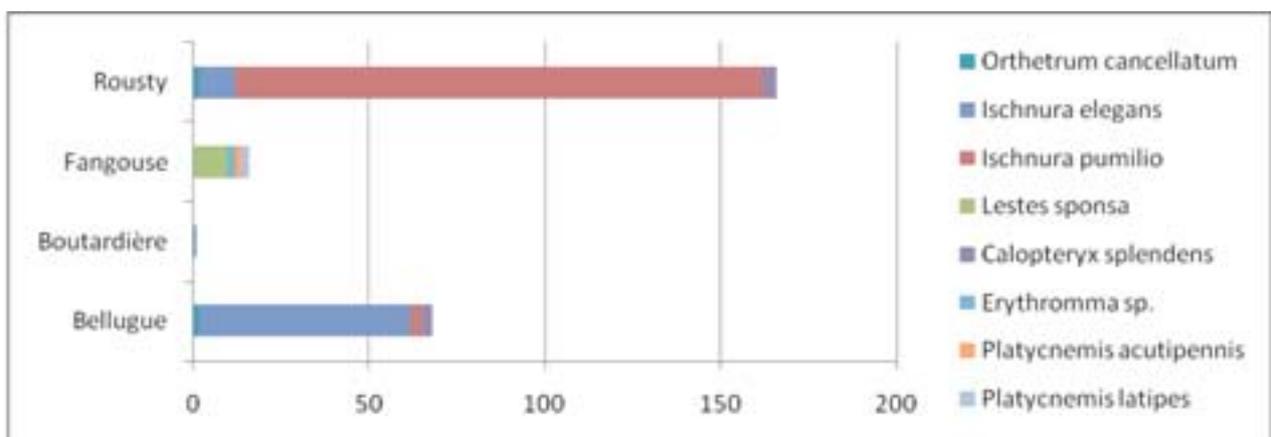


Fig.3.3.: Nombre d'espèces détectés par site et saison lors du suivi Odonates.

Le nombre total d'espèces est plus élevé sur les trois sites non-traités qu'à la Bellugue. Si on fait le tri par saison, on observe la même tendance, à l'exception du printemps. Par contre, ces différences entre sites ne sont pas significatives (Fishers exact test, $p=0,09$) Les prélèvements à la Fangouse (TDV) et à la Boutardière (MDV) n'ont pas pu être effectués dans les mêmes conditions météorologiques que pour Rousty et la Bellugue, suite aux chutes de températures et des fortes pluies du mois de mai.



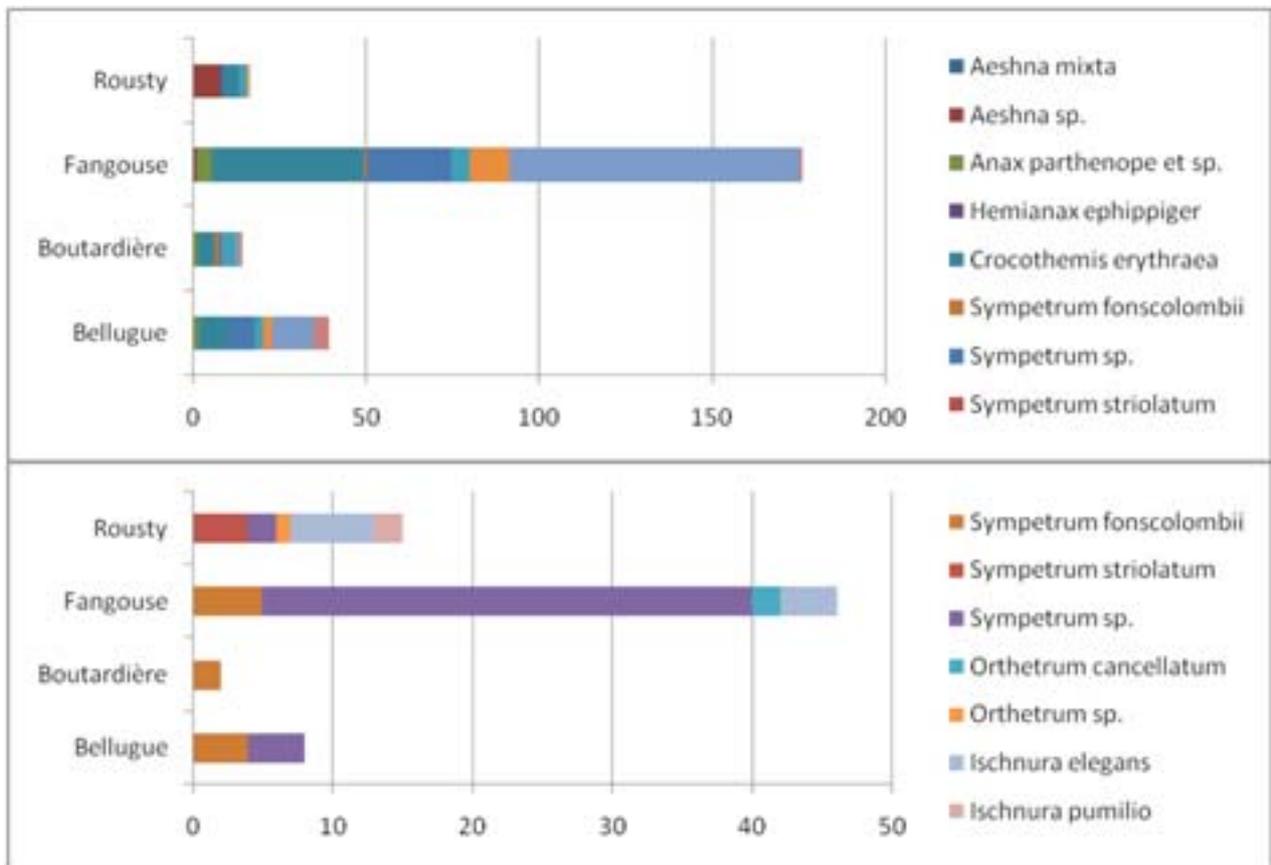


Fig. 3.4. a-c : Abondance relative par site pour le printemps (a), été (b) et automne (c) 2008. Le code couleur espèce est le même pour chaque figure.

L'abondance relative des espèces correspond au cumul d'adultes observés par saison divisé par le nombre de transects par site et par saison (Frazer, 1973; Pollard, 1991a). Les résultats montrent i) qu'au printemps surtout les adultes des Zygoptères sont observés en vol, tandis que les Anisoptères apparaissent plus tard dans la saison, en été et automne. ii) On voit également que les plus grands effectifs sont observés sur deux sites, la Fangouse et Rousty. iii) Les abondances de certaines espèces varient beaucoup entre saisons. iv) Et finalement, on peut constater que les abondances varient beaucoup entre sites malgré un délai entre les transects assez rapproché du moins pour l'été et l'automne.

Le calcul de la diversité spécifique par site a été effectué à l'aide des comptages d'adultes d'Odonates sur toute la période de reproduction et selon la formule de l'indice de biodiversité de Shannon (voir Peet, 1974), utilisé fréquemment pour ce genre de comparaison (Pinkney et al., 2000):

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Tableau 3.1.: Indice de Shannon pour chaque site d'échantillonnage. La Bellugue présente le seul site démoustiqué.

Boutardière (MDV)	Marais de Rousty (PNRC)	Fangouse (TDV)	Bellugue (site traité)
0,91	0,63	0,69	0,66

4. Conclusions et perspectives

Evaluation des Méthodes

Les résultats du suivi des adultes d'odonates 2008 ont permis de montrer l'efficacité de la méthode allégée en ce qui concerne le recensement des espèces fréquentes à dominantes. En revanche, les espèces les plus rares en Camargue, du à leur comportement erratique (*Oxygastra curtisii*), ou ayant un cycle biologique avec une émergence très synchronisés (*L. macrostigma*), ne sont généralement pas représentées.

Les abondances relatives obtenues reflètent donc assez bien la structure d'un peuplement, composé des espèces chassant leurs proies dans les marais et des espèces qui s'y reproduisent.

α La méthode de suivi des adultes, décidé en 2007, est donc adaptée, néanmoins il serait judicieux d'ajouter un ou deux échantillonnages aux moments propices pour certaines espèces rares (par exemple mai-juin pour *L. macrostigma*, *Oxygastra curtisii*). D'autant plus que cette dernière est la seule espèce présente en Camargue inscrit dans l'annexe II et IV de la « Directive Habitat » (directive 92/43/CEE).

Les échantillonnages de larves et d'exuvies sont généralement des moyens de prouver la reproduction de l'espèce sur le site, de connaître le succès d'éclosion et de calculer l'abondance des espèces reproductrices.

Or, en ce qui concerne l'échantillonnage des larves en 2008, élargie au printemps et utilisant la technique du surber, les résultats se limitent ici à apporter la preuve de la reproduction pour 2 espèces dans l'habitat échantillonné. Identifier, si le très faible nombre de spécimens échantillonnés est du à un problème de technique ou de fréquence d'échantillonnage ou à un très faible nombre de pontes dans ces milieux temporaires en 2008, n'est pas clairement faisable. Mais la comparaison avec les prélèvements par carottage l'année précédente montre une forte différence, ce qui indiquerait plutôt un effet de l'année (hydrologie, températures au printemps).

Les mêmes questions se posent pour le prélèvement des exuvies, mais il faut également remarquer que le pâturage sur les sites échantillonnés peut fortement faire baisser le nombre d'exuvies accrochées dans la végétation suite au passage des bovins.

Le développement larvaire de certaines espèces s'effectue plutôt dans les canaux d'irrigation à proximité des marais temporaires suivis qui, eux, sont très attractifs pour les imagos qui viennent s'y nourrir ou s'abriter.

Suivis

Cette deuxième année d'étude a pu apporter les premiers résultats quantitatifs indispensables au suivi des Odonates.

Ces résultats sur la richesse spécifique par site et saison montrent une différence non-significative entre les sites témoins et le site de la Bellugue. Cette tendance d'un plus faible nombre d'espèces à cette station reste à confirmer sur une année supplémentaire. Une conclusion sur un éventuel effet de traitement au BTI sur la richesse spécifique est actuellement impossible.

L'abondance relative des odonates adultes observés, toute saison confondu, met en évidence la dominance de quatre espèces (73%) sur l'ensemble des sites, en premier *Ischnura elegans* et *I. pumilio*, puis *Crocothemis erythrea* et *Orthetrum cancellatum*. Un faible nombre d'espèces avec de forts effectifs correspond à un fonctionnement fréquent dans des habitats plutôt extrêmes (salinité, temporalité) et peu hétérogènes (Begon et al., 1996), comme la Camargue. En revanche, la différence entre sites témoins et site traité au BTI reste encore à approfondir.

L'abondance relative des adultes par saison et site démontrent des résultats en rapport avec leur cycle de développement annuel dans un habitat temporaire. Ainsi, les petites espèces avec un cycle de développement larvaire plus court apparaissent plus tôt dans la saison, la plupart des espèces Anisoptères sont observées plus tard. Les effectifs observés à la Fangouse et à Rousty ont tendance à être plus grands mais cela doit être confirmé par une saison de suivi supplémentaire. La grande variation des abondances entre sites peu être dû aux éclosions en masse ou « synchronisées », qui ont pu avoir lieu le jour de l'observation (« spring species », Corbet, XXXX). Ceci est fréquemment observé chez des odonates, qui se reproduisent dans des milieux temporaires ayant de fortes variations de température (Corbet, 1957 ; Suhling, 1994). Chez les Libellulidae les pontes en masse dans les milieux temporaires camarguais sont connus et leur comportement larvaire interspécifique adapté à la compétition (Suhling, Lepkojus, 2001). Néanmoins, ni à la Bellugue, ni à la Boutardière ce phénomène d'éclosion en masse a pu être observé à ce moment. Mais ces marais se sont asséchés plus rapidement que les deux premiers et les adultes observés pourraient venir de milieux permanents voisins.

La variation des abondances relatives entre saison pour une espèce donnée semble correspondre à la phénologie connu pour les espèces citées et ne montre pas de particularités entre sites.

L'indice de la diversité de Shannon, utilisé couramment pour des comparaisons entre sites (Pinkney et al, 2000), ne montre pas de différence importante en Camargue centrale (la Bellugue inclus). Par contre l'indice de la station de la Boutardière (MDV) est plus élevé. Ceci pourrait être lié à l'apport en eau douce et la proximité de sites

d'eau courante qui ont une influence sur le cortège d'espèces.

Le groupe des Odonates représentent un maillon important dans les écosystèmes de Camargue. Avec un cycle de vie complexe, à la fois prédateurs aquatiques et aériens, ils sont donc exposés à deux reprises à des éventuels changements d'abondance de proies et en conséquence leurs prédateurs également. Hafner (1971) a pu montrer que les odonates composaient environ 12% des espèces proies (en poids sec) de quatre espèces d'hérons.

Pour cette première année d'étude élargie, les résultats quantitatifs sur les peuplements d'Odonates détectent certaines tendances entre sites témoin et site traité au BTI. Cependant, seul un suivi à plus long terme pourra confirmer ces tendances.

α En conséquence, il est proposé pour l'année 2009 :

- D'effectuer un inventaire d'Odonates de la Bellugue avec une évaluation de classes d'abondance, comme base de comparaison avec les résultats issus des transects.
- De réaliser des suivis transects sur deux autres sites traités au BTI et abritant des habitats similaires à la Bellugue (éventuellement une autre station Palissade moins pâturé et le marais du They de Rostan, Plan du Bourg).
- De renforcer ponctuellement lors de la saison de développement des odonates (printemps, été) les échantillonnages transect pour détecter également certaines espèces à faible effectifs présentes sur la plupart des stations.
- D'abandonner l'échantillonnage par surber et le prélèvement d'exuvies et de le remplacer ponctuellement par des « pièges à éclosion ou émergence », à placer dans des exclos à cause du pâturage.
- D'ajouter sur chaque site un transect au bord d'un canal d'irrigation à proximité de chaque station suivi, échantillonnés aux mêmes intervalles que les stations actuelles (printemps, été, automne).

5. Références utilisées

Begon M.E., Harper J.L. Townsend C.R. (2006). Ecology from individuals to ecosystems. 4 ed., Blackwell editions, 714p.

Bellmann,H.(1993). Libellen beobachten, bestimmen. Naturbuch Verlag Augsburg, 274p.

Butler S.G. (1993). Key to the larvae of european *Orthetrum*. Odonatologica 22(2). 191-196.

Carchini G. (1983). A key to the italian odonate larvae. Societas internationalis odonatologica1, Utrecht.

Corbet, P .S. (1957). The life-history of Emperor Dragonfly Anax imperator leach (Odonata : Aeshnidae). J. Anim. Ecol. 26 : 1-69.

- Dommanget J.L. (1994). Atlas préliminaire des Odonates de France. Etat d'avancement au 31/12/93. *Secrétariat de la Faune et de la Flore Paris (FRA) Patrimoines Naturels 16*
- Franquet E., Cazaubon A., Fayolle S., Hudin, S, Clayes-Mekdade C., Morales A. & Picon, B. (2003). Etude d'impact d'un éventuel traitement au Bti sur le territoire du Parc Naturel Régional de Camargue. Rapport scientifique. 203 p.
- Frazer, (1973). Estimating butterfly numbers. *Biological conservation*5:271-276
- Gerken B. & K Sternberg (1999): Die Exuvien europäischer Libellen (The exuviae of european dragonflies). Huxaria Druckerei GmbH: 354 p.
- Grand,D. & Boudot P. (2006). Les libellules de France , Belgique et Luxembourg. Collection Parthenope, Mèze. 480p.
- Jakob C., (1995.) Inventaire des Odonates du domaine de la Tour du Valat. *Station Biologique Tour du Valat Arles (FRA) 28p+annexes*
- Peet, R.K. (1974). The measurement of species diversity. *Annual Reviews of Ecology and Systematics*. 5:285-307.
- Pinkney,A.E., McGowan P.C., Murphy, D.R., (2000). Effects of the mosquito larvicids temephos and methoprene on insect populations in experimental ponds. *Env. Toxicol. and Chem.* 19(3): 678-684.
- Pollard, (1991a). Monitoring butterfly numbers. In: Goldsmith, F.B. (ed.): *Monitoring for Conservation and Ecology*, 87-111. Chapman and Hall, London, New York 275
- Ramade F. (1994).Elements d'écologie,écologie fondamentale. Ediscience international Paris. 579p.
- Suhling, F. (1994). Einnischungsmechanismen der Larven von *Onychogomphus uncatus* (Charpentier) (Odonata: Gomphidae). Dissertation Technische Universität Braunschweig, 173pp.
- SUHLING F., LEPKOJUS S. (2001). Differences in growth and behaviour influence asymmetric predation among early-instar dragonfly larvae. *Cn. J. Zool.*, 79(5): 854-860.
- Wendler, A. & Nüss J.-H. (1991). Libellen. DJN Hinterhof Druckerei Hamburg.130p.