



VIGIE**NATURE**

Bilan 2011 du Suivi Temporel des libellules en France



Programme coordonné par
la Société Française d'Odonatologie,
l'Office Pour les Insectes et leur Environnement,
le Conservatoire d'espaces naturels du Nord et du Pas-de-Calais et
le Muséum national d'Histoire naturelle

Dans le cadre du
Plan national d'actions en faveur des odonates
et du programme Vigie-Nature

Anne-Laure Gourmand
Cédric Vanappelghem
Martin Jeanmougin

Avec le soutien de :



Table des matières

Remerciements	3
1. Introduction.....	4
2. Matériel et méthode	4
a. Protocole	4
b. Une année test pour définir la pertinence du protocole	5
3. Résultats	6
a. Bilan de la participation 2011.....	6
b. Temps minimum requis pour un inventaire complet.....	8
c. Nombre de visites requises au cours d'une saison pour réaliser un inventaire complet	10
d. Le taux d'occupation comme indice de suivi des populations.....	11
e. L'exploitabilité des données d'abondance.....	15
4. Discussion	18
5. Perspectives : vers un indice européen.....	19

Remerciements

Nous remercions Xavier Houard, Hélène Perier et Raphaëlle Itrac-Bruneau pour le portage efficace et enthousiaste du STELI dans les actions du Plan national d'actions (PNA) odonates.

Merci à Romain Julliard, Pascal Dupont, Grégoire Loïs et Alexandre Robert pour leurs appuis scientifiques. Merci en particulier à Martin Jeanmougin pour sa contribution aux analyses des données.

Un grand merci à tous les observateurs qui ont permis de mener à bien cette première phase test. Mention spéciale à Baptiste Hubert pour tous les relevés complémentaires qu'il a réalisé qui nous ont permis d'aller plus loin dans certaines analyses. Merci à Bénédicte Lemaire, Jean-Loup Charpentier, Damien Top, David Foulon, Florence Alderweireld, Frédéric Dhainne, Gérard Vermersch, Guillaume Meire, Guillaume Schodet, Julien Masquelier, Kevin Ransquin, Marie Lantoine, Noellie Demard, Pierre Jean Vanmarcke, Rémy Becquart, Sébastien Meziere, Stephanie Darblade, Thierry Leroy, Yohan Tison, Yves Dubois, Dominique Mouchéné.

Merci aux structures qui ont mis du temps à disposition pour ce programme : Conseil général du Nord, Conservatoire d'espaces naturels de Haute-Normandie, Conservatoire d'espaces naturels de Picardie, Conservatoire d'espaces naturels de Languedoc-Roussillon, Eden 62, CPIE Ville d'Arras, CPIE Flandre maritime, Parc naturel régional Caps et Marais d'Opale, Parc naturel régional Scarpe-Escaut, Parc naturel régional Volcans d'Auvergne, Réserve naturelle nationale de l'Etang Noir, Réserve naturelle nationale de Chastreix-Sancy, Réserve naturelle nationale de la Sangsurière et de l'Adriennerie, Ville de Lille, Groupe ornithologique et naturaliste du Nord - Pas-de-Calais.

Nous remercions également les membres du groupe de travail européen pour leurs partages d'expériences et leur dynamisme pour de futures collaborations : Arco J. van Strien, Tim Termaat, Vincent Kalkman, Marijn Prins, Geert De Knijf, Brian Nelson, Calijn Plate, Stephen Prentice, Eugenie Reagan, David Smallshire, Wouter Vanreusel.

Coordinateurs du programme STELI

Anne-Laure Gourmand et Cédric Vanappelghem

<http://odonates.pnaopie.fr/steli/>

1. Introduction

En 2008, pour célébrer les 10 ans du programme de suivi des odonates aux Pays-Bas, *Dutch Butterfly Conservation* organisait un colloque pour proposer des réflexions sur la mise en place d'un indice de l'évolution des populations d'odonates à l'échelle européenne. En 2009, l'OPIE et la SFO intègrent dans le Plan national d'actions (PNA) en faveur des odonates la mise en place d'un programme de suivi des populations, toutes espèces confondues, en plus d'un programme spécifique pour chaque espèce prioritaire (action 10 du plan). Pour mettre en œuvre cette action, un partenariat entre la SFO et le MNHN-CERSP se met en place. Depuis 1989, l'unité de Conservation des Espèces, Restauration et Suivi des Populations coordonnent le programme Vigie-Nature qui consiste à suivre l'évolution de la faune et de la flore à l'échelle nationale en s'appuyant sur des réseaux d'observateurs volontaires, afin de diagnostiquer les causes de variations et proposer différents scénarios d'évolution. En juin 2010, une table ronde est organisée sur ce sujet à l'occasion des Rencontres odonatologiques de la SFO et un groupe de travail se constitue.

Ce projet se construit progressivement en croisant les expériences de *Dutch Butterfly Conservation*, de *British Dragonfly Society*, du MNHN, de la SFO, de l'OPIE, du Conservatoire d'espaces naturels du Nord et du Pas-de-Calais et du groupe de travail constitué.

La méthodologie retenue pour le protocole de collecte de données repose sur la notion de « *site occupancy* » développée par MACKENZIE *et al.* (2006). Le concept du protocole ne repose plus sur la récolte de données d'abondance très standardisées (transect, maillage aléatoire, ...) comme il est pratiqué traditionnellement pour des protocoles de suivi, mais sur des données de type inventaire récoltées de manière répétée sur les sites choisis par les observateurs. Cette approche beaucoup plus en adéquation avec les pratiques habituelles de relevés, paraît susciter une adhésion plus importante des réseaux naturalistes. Le premier objectif est de tester ce protocole dans quelques régions pilotes avant de le déployer plus largement. En 2011, des observateurs volontaires ont mis en œuvre le protocole et les premières analyses développées dans ce rapport permettront d'évaluer la pertinence de la méthodologie proposée.

2. Matériel et méthode

a. Protocole

Le programme STELI s'adresse en particulier aux naturalistes et aux gestionnaires opérant en France métropolitaine qu'ils soient individuels, associatifs ou professionnels. Chaque observateur définit et géoréférence le périmètre du site qu'il souhaite suivre chaque année. La description des habitats terrestres et aquatiques est réalisée par chaque observateur à l'aide d'une grille de description standardisée. Pour les sites présentant plusieurs types d'habitats, l'observateur décrit chacun des habitats présents sur le site et les hiérarchise selon leur importance en termes de surface (habitat dominant, secondaire et faiblement représenté). L'observateur informe également des activités humaines pratiquées sur le site, comme la pêche ou la baignade.

Les relevés sont faits sous forme d'inventaire, c'est-à-dire que les observateurs réalisent une liste d'espèces d'odonates (au plus proche de ce qu'ils estiment être l'exhaustif) présentes sur le site. Néanmoins, l'observateur a le choix de relever soit la présence des espèces observées, soit des fourchettes d'abondance des espèces observées, soit le dénombrement précis des espèces observées. Le principe est de réaliser une prospection globalement identique à chaque

passage, à vue et/ou par capture. Pour la capture d'espèces protégées, l'observateur doit détenir une autorisation de capture, obtenue via l'animation régionale du Plan national d'actions. Les observateurs qui le souhaitent peuvent compléter leurs inventaires en prospectant les exuvies ou les larves et renseigner les stades biologiques puis les comportements observés.

Pour garantir une pression d'observation suffisante, l'observateur doit rester au minimum 30 minutes sur le site mais ne doit pas excéder une journée. Par ailleurs, l'observateur indique les heures de début et de fin du relevé STELI.

La saison odonatologique est divisée en 3 sessions : avant le 15 juin, entre le 16 juin et le 31 juillet et après le 1^{er} août. Les relevés doivent être répétés 3 fois par session avec un pas de temps maximum de 15 jours entre les passages. L'observateur choisit une, deux ou trois sessions qu'il renouvellera chaque année dans la mesure du possible.

b. Une année test pour définir la pertinence du protocole

Le principe retenu pour ce protocole est de laisser une grande marge de choix aux observateurs (choix du site, de la saison, du temps de prospection, ...). L'année 2011 a été l'objet d'une année test pour évaluer la pertinence du protocole et l'exploitabilité des données. Les premières analyses porteront donc sur le comportement des observateurs et sur la pertinence des recommandations du temps minimum et du nombre de passages requis pour réaliser un inventaire complet des espèces présentes sur le site. Un comparatif des informations fournies par les données de présence et d'abondance permettra de mettre en évidence la pertinence des données d'abondance pour les libellules réputées avoir une très grande variabilité au cours d'une journée. Les données de présence seront traitées selon la méthodologie « *site occupancy* » décrite par ROYLE & KERY (2007) et ROYLE & DORAZIO (2008) pour estimer le taux d'occupation ajusté à la probabilité de détection de chaque espèce. Ces informations seront traitées avec le logiciel « *Presence 4.3* ».

3. Résultats

a. Bilan de la participation 2011

En 2011, 22 volontaires ont participé à la phase test. Principalement localisés dans la région du Nord-Pas-de-Calais (Figure 1), 55 sites ont fait l'objet de relevés. 55 taxons (53 espèces) ont été identifiés, comptabilisant ainsi 1512 données. Les habitats aquatiques suivis pendant cette année test sont majoritairement des étangs (40%) et des mares (20%) (Figure 2).

Figure 1 : Localisation des sites STELI suivi en 2011 en France

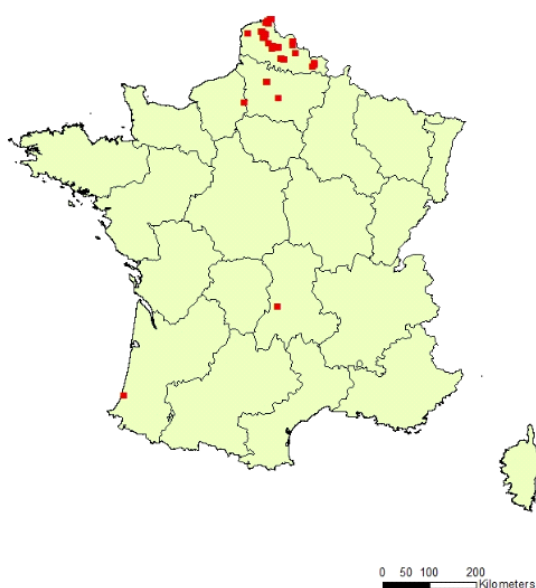
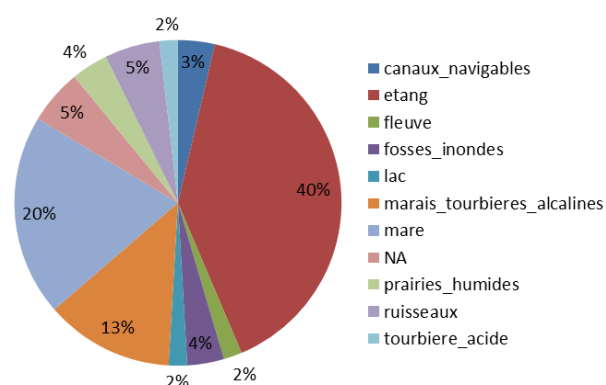


Figure 2 : Habitats aquatiques principaux suivi en 2011



Bien que le protocole permette des niveaux d'identification par groupes d'espèces, comme « libellule jaune » (qui correspond au niveau 1) ou *Anax* (niveau 2), 94% des identifications récoltées ont été faites à l'espèce (niveau 3). Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que la plupart des observateurs ayant participé à la phase test sont déjà initiés à la reconnaissance des odonates, la moitié d'entre eux étant des professionnels gestionnaires d'espaces naturels (Figure 3). Également, 40% des identifications ont eu recours à la capture des individus, cette pratique nécessitant une autorisation préfectorale de capture dans le cas d'espèces protégées (Figure 4).

Figure 3 : Nombre de données par niveau de détermination

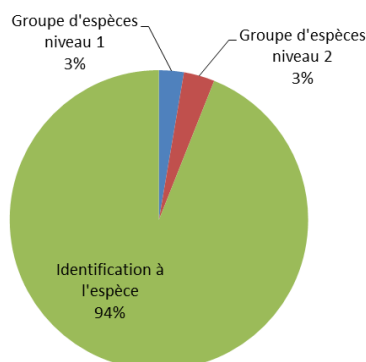
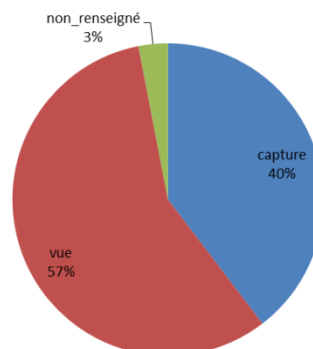
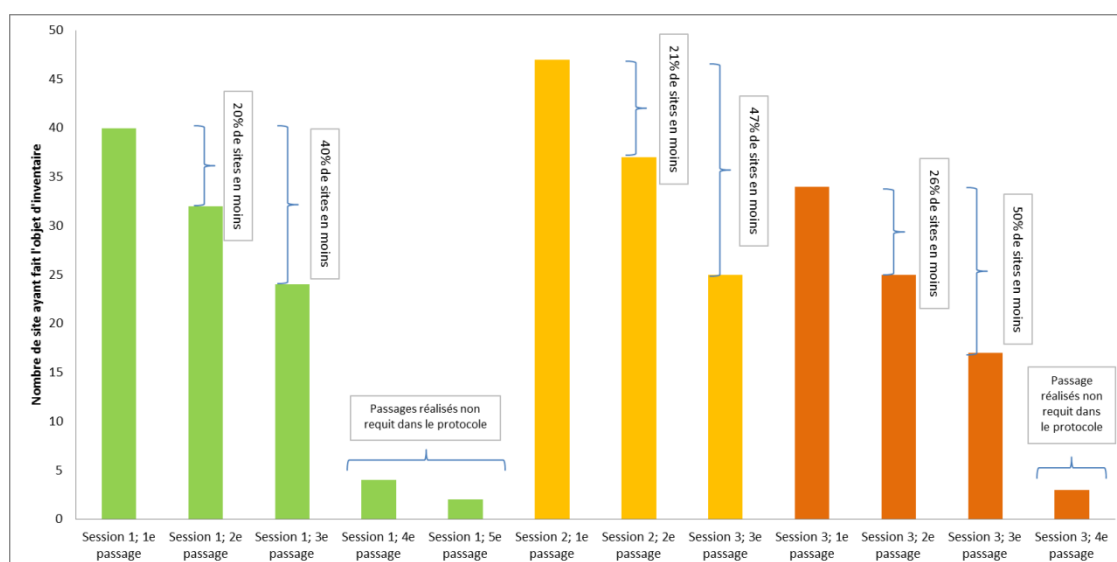


Figure 4 : Proportion d'identifications effectuées à vue et par capture



Le principe du protocole est de réaliser 3 passages soit en début de saison, en milieu ou fin de saison. La Figure 5 illustre le nombre de site qui ont fait l'objet d'une visite, d'une deuxième puis d'une troisième au cours d'une session.

Figure 5 : Nombre de sites ayant fait l'objet de répétition d'inventaire



En moyenne, 40 sites sont visités à chaque session (40 pour la première session, 47 pour la deuxième et 34 pour la troisième). Entre 20 et 26% des sites sont abandonnés lors de la deuxième visite. Entre 40 et 50% des sites qui ont fait l'objet d'une première visite n'ont pas fait l'objet d'un troisième passage. Lors de la 1^e et 3^e session, quelques observateurs ont réalisés un 4^e puis un 5^e passage qui n'étaient pas requis dans le protocole. Au total, 290 relevés ont été effectués.

Les observateurs sont libres de définir la surface qu'ils souhaitent inventorier. La Figure 6 représente le nombre de sites par unité de surface. En moyenne un site présente une surface de 1,6ha (+/- 0,5). Cependant, 5 sites ont été définis avec de grandes surfaces. En excluant ces 5 grands sites, les observateurs définissent des sites de 0,9 ha (+/- 0,1).

Figure 6 : Représentation du nombre de sites par unité de surface (exprimé en m²)

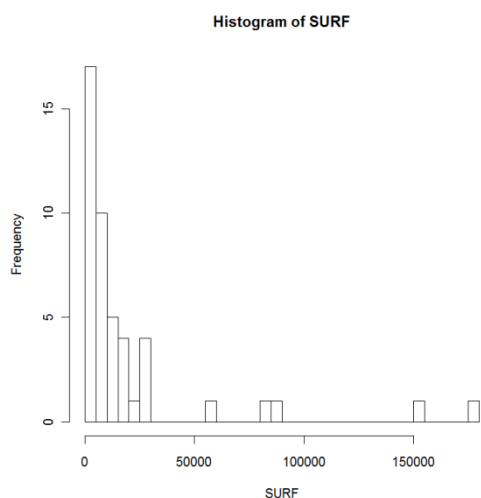
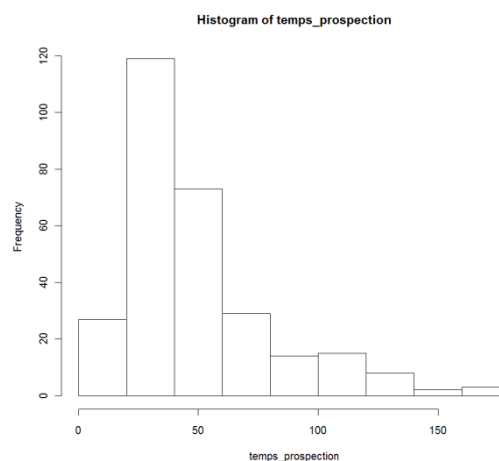


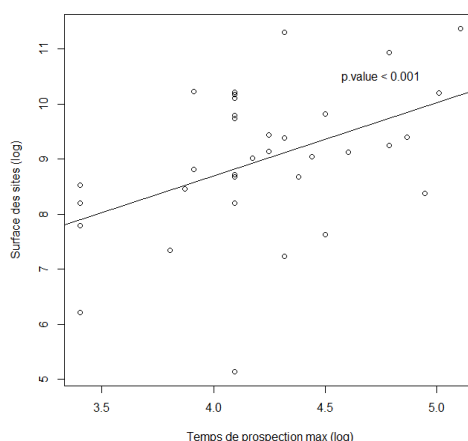
Figure 7 : Représentation du nombre de relevés par unité de temps (exprimé en minutes)



Concernant le temps de prospection, celui-ci est en moyenne de 52 minutes (+/- 2) (Figure 7). Le protocole conseillait de réaliser un inventaire pendant 30 minutes au minimum. Seul 11% des relevés ont eu une durée inférieure. 26% des inventaires ont été exactement de 30 minutes et 63% des relevés ont excédé ce temps minimum.

La corrélation entre la surface du site et le temps de prospection est positive et significative (Figure 8). C'est-à-dire que plus l'observateur définit un site de grande surface, plus le temps de relevé qu'il investit est important.

Figure 8 : La corrélation entre la surface du site et le temps de prospection



b. Temps minimum requis pour un inventaire complet

Trois sites suivis dans le Nord-Pas-de-Calais pendant les 3 sessions de l'année ont bénéficié d'une information supplémentaire (Sites BH01, BH02, BH03). L'observateur Baptiste Hubert a noté l'heure de première observation de chaque espèce. Ces trois sites correspondent à des étangs de 9 243, 12 456 et 16 862 m².

Pour chaque visite de ces 3 sites, l'observateur passe en moyenne 48 minutes à prospecter. Ce temps d'observation total est variable passant du simple au double. Il varie selon la session de passage mais aussi selon le site (Figure 9 et 10).

Figure 9 : Temps d'observation total en fonction des sessions sur tous les sites BH confondus

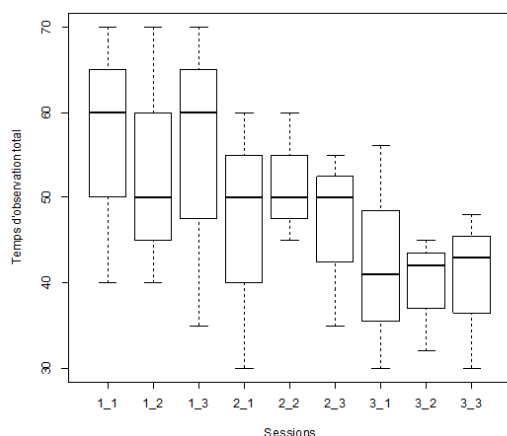
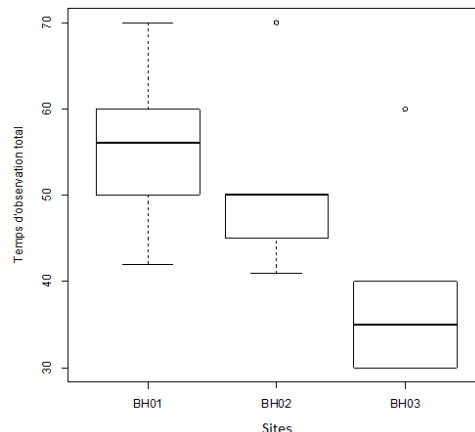


Figure 10 : Temps d'observation total en fonction des sites BH toutes sessions confondues



Tout site BH confondu, l'observateur passe en moyenne 31 minutes pour atteindre le maximum de richesse spécifique (RS) observée (Figure 11). Néanmoins, ce temps d'observation du maximum de RS est très variable, allant de 5 min à 75 min. Ces variations se retrouvent au niveau de chacun des passages (Figure 12). On remarque qu'au printemps cette durée est plus longue en moyenne qu'en fin de saison. Selon le site prospecté, la durée est également variable (Figure 13).

Figure 11 : Présentation globale des données de temps d'observation sur les sites BH

Sites	Session	RS	Temps d'observation total	Temps au maximum de RS	Temps restant	Temps moyen entre deux observations
BH01	1_1	5	60	40	20	8
BH01	1_2	7	70	52	18	7
BH01	1_3	6	60	60	0	10
BH01	2_1	5	60	60	0	12
BH01	2_2	6	50	20	30	3
BH01	2_3	7	55	55	0	8
BH01	3_1	7	56	33	23	5
BH01	3_2	7	42	33	9	5
BH01	3_3	6	48	5	43	1
BH02	1_1	8	70	75	0	9
BH02	1_2	6	50	50	0	8
BH02	1_3	7	70	62	8	9
BH02	2_1	4	50	10	40	3
BH02	2_2	5	45	24	21	5
BH02	2_3	4	50	11	39	3
BH02	3_1	4	41	17	24	4
BH02	3_2	6	45	23	22	4
BH02	3_3	5	43	38	5	8
BH03	1_1	2	40	20	20	10
BH03	1_2	3	40	20	20	7
BH03	1_3	3	35	25	10	8
BH03	2_1	4	30	15	15	4
BH03	2_2	5	60	20	40	4
BH03	2_3	6	35	25	10	4
BH03	3_1	2	30	10	20	5
BH03	3_2	4	32	25	7	6
BH03	3_3	4	30	20	10	5
Moyenne			48	31	17	6

Figure 12 : Temps d'observation du maximum de RS en fonction des sessions sur tous les sites BH confondus

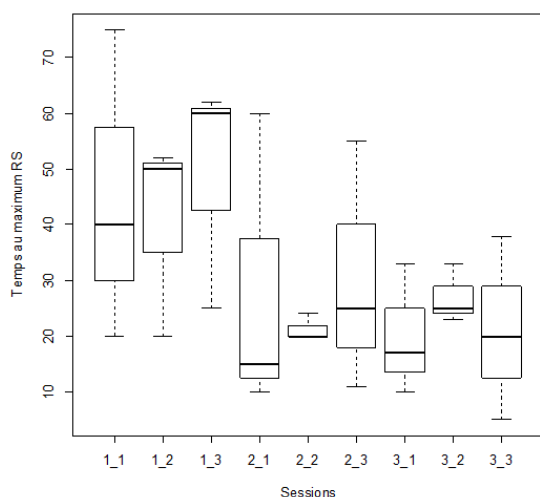
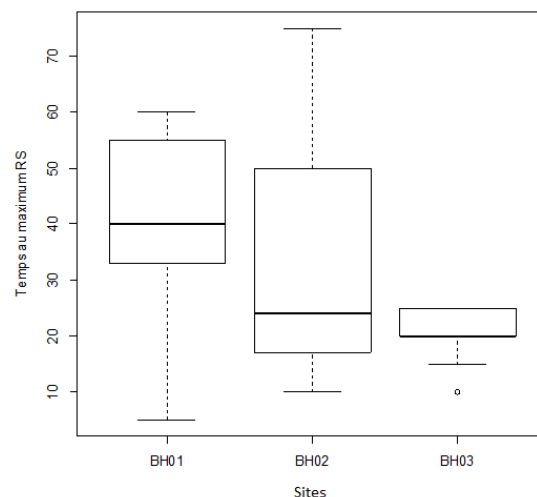


Figure 13 : Temps d'observation du maximum de RS en fonction des sites BH toutes sessions confondues



La différence entre le temps d'observation total et le temps d'observation du maximum de RS est un paramètre important. On remarque que ce temps restant évolue également beaucoup selon les sessions ou les sites (Figure 11). Mis en relation avec le temps moyen entre deux nouvelles observations d'espèces (c'est-à-dire le temps d'observation du maximum de RS divisé par le nombre d'espèce observé), on obtient des indications permettant de se faire une idée de la cohérence du protocole effectué. Par exemple, sur le site BH02, session 2_1, en 10 minutes on atteint le maximum de RS (4). Pendant les 40 min suivantes, aucune nouvelle espèce n'est observée, alors qu'au départ, il était observé une espèce toutes les 3 min. Ce site paraît donc bien à son max de RS lors de cette session. Au contraire, site BH02, session 1_2, en 50 min il est observé 6 espèces (maximum de RS observé) donc une espèce toutes les 8 minutes environ mais, pour cette session, il n'y a aucun temps restant. En moyenne, pour les 3 sites et les 3 sessions, le temps entre deux observations est de 6 minutes, avec un écart type de 8 minutes. Cette information pourra être utilisée pour préconiser un temps moyen d'attente d'une dizaine de minutes avant la fin de la session STELI.

c. Nombre de visites requises au cours d'une saison pour réaliser un inventaire complet

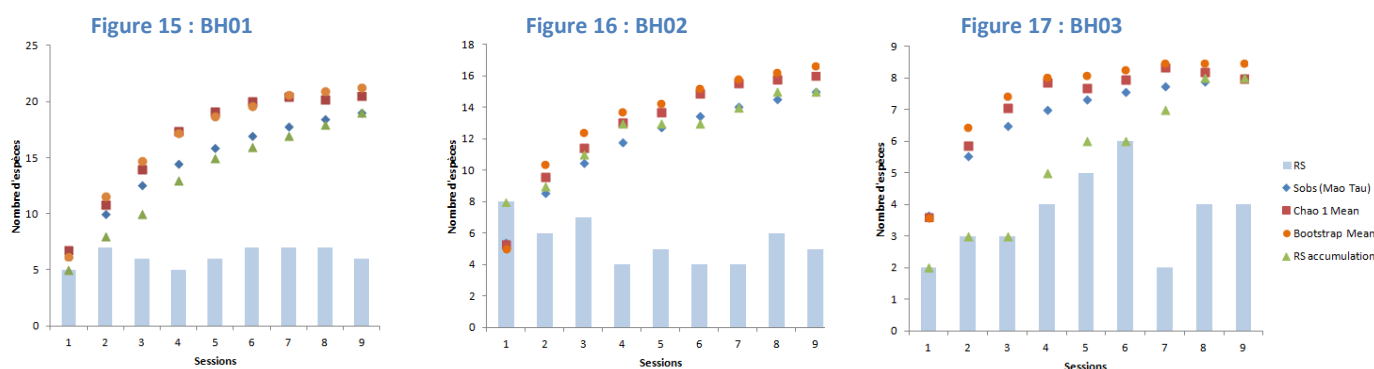
Dans cette partie, nous utilisons des estimateurs de la richesse spécifique pour voir si l'échantillonnage des sites est suffisant. Ces estimateurs extrapolent une richesse potentielle à partir des données de richesse et d'abondance récoltées sur le terrain. Le pourcentage d'exhaustivité des sites de toute la faune odonatologique (quelle que soit la saisonnalité des espèces) est globalement supérieur à 70% (Figure 14).

Figure 14 : Nombre d'espèces observées (RS), nombre d'individus, nombre d'échantillonnages effectué et pourcentage d'exhaustivité $[(\text{observé}/\text{estimé}) \times 100]$ en se basant sur différents estimateurs de richesse (Chao 1, Bootstrap, Jack1, ACE) pour chaque site BH

Site	RS	Individus	Nombre d'échantillonnages	% d'exhaustivité
BH01	19	469	9	70 - 79
BH02	15	392	9	79 - 91
BH03	8	107	9	85 - 95

On remarque que sur le site BH01, les courbes d'accumulations d'espèces augmentent jusqu'à se stabiliser aux derniers passages et que la richesse spécifique notée à chaque passage est globalement constante (Figure 15). Ceci montre donc que pour chaque nouvelle session effectuée, la richesse spécifique trouvée contient de nouvelles espèces du fait de la forte saisonnalité qui marque les odonates. Quand les courbes d'accumulations atteignent un plateau et que la richesse spécifique reste stable, on peut conclure qu'il s'agit des mêmes espèces revues. Cependant, sur nos sites, les plateaux sont tout juste atteints du fait de la saisonnalité. Cette observation importante va dans le sens d'un suivi régulier du site, plaidant pour la répétition des passages, sous peine de passer à côté d'espèces ne volant qu'une seule partie de la saison. Le même patron que pour BH01 s'observe pour le site BH02 (Figure 16) et BH03 (Figure 17).

Richesse spécifique observée à chaque passage (histogramme) et courbes d'accumulations du nombre d'espèces selon différents modèles sur les sites BH



d. Le taux d'occupation comme indice de suivi des populations

Pour les analyses suivantes, nous allons considérer l'ensemble des sites suivis en 2011 à l'exception des 2 sites qui ont été suivis dans la moitié sud de la France. Ces 2 sites ont été écartés étant données la différence de climat et d'habitat qu'il y a entre le nord et de sud de la France.

À l'aide du logiciel « *Presence 4.3* » le taux d'occupation et la probabilité de détection de chaque espèce peuvent être calculés à partir des données de présence et d'absence. Les observateurs réalisant des inventaires complets durant le temps imparti pour le terrain, les données d'absences sont déduites des données de présence. Une donnée d'absence correspond donc, dans notre cas, soit à une réelle absence, soit à une non détection de l'espèce.

Les exemples ci-après illustrent les résultats pour trois espèces : *Ischnura elegans* (Photo 1), *Orthetrum cancellatum* et *Sympetrum striolatum* (Photo 2). Les résultats pour l'ensemble des espèces sont présentés en annexe. Pour ces premiers résultats les covariables, comme l'habitat, n'ont pas été intégrées dans les calculs.

Photo 1 : *Ischnura elegans* (émergence) et *Pyrrhosoma nymphula*



Copyright Xavier Houard

Photo 2 : *Sympetrum striolatum*



Copyright Xavier Houard

Les probabilités de détection ont été calculées sur la période de vol de l'ensemble de la communauté d'odonates, certaines valeurs d'espèce à saisonnalité marquée peuvent paraître faibles (ie *Sympetrum striolatum*). Ces calculs ont été faits pour tester la méthode. Ces probabilités de détections ainsi obtenues pour les trois espèces sont respectivement 83%, 61% et 40% (Figure 18). La formule $1-(1-p)^n$, avec la probabilité de détection p et le nombre de visite n , permet d'estimer la probabilité d'observer ces espèces pour n visites. Ces résultats, Figure 19, montrent que pour avoir environ 80% de chance de voir *Ischnura elegans* une seule visite suffit. En revanche pour *Orthetrum cancellatum* et *Sympetrum striolatum*, respectivement 2 et 3 visites, sur l'ensemble de la période de vol, sont nécessaires. 14 espèces nécessitent 2 visites pour avoir environ 80% de chance de les détecter. 9 espèces nécessitent 3 visites, et 19 espèces sont très occasionnelles et requièrent une pression d'observation plus importante si on considère la totalité de la saison odonatologique.

Figure 18 : Exemples de calcul de probabilité de détection pour 3 espèces. Ce taux est calculé à partir des données sur la totalité de la saison, sans prendre en compte les périodes de vols

	Probabilité de détection globale	Erreur standard	Intervalle de confiance à 95%
<i>Ischnura elegans</i>	0.83	0.03	0,76 - 0,87
<i>Orthetrum cancellatum</i>	0.61	0.05	0,52 - 0,69
<i>Sympetrum striolatum</i>	0.40	0.07	0,27 - 0,55

Figure 19 : Exemples de calcul de probabilité de détection pour 3 espèces lors d'une, deux ou trois visites de site. Ces probabilités sont calculées à partir des données sur la totalité de la saison, sans prendre en compte les périodes de vols

	Probabilité d'observer l'espèce lors d'1 visite	Probabilité d'observer l'espèce lors de 2 visites	Probabilité d'observer l'espèce lors de 3 visites
<i>Ischnura elegans</i>	0.83	0.97	0.99
<i>Orthetrum cancellatum</i>	0.61	0.85	0.94
<i>Sympetrum striolatum</i>	0.40	0.65	0.79

La probabilité de détection permet d'en déduire le taux d'occupation de chaque espèce (Figure 20). Une espèce peut avoir une probabilité de détection très élevée, mais un taux d'occupation faible et inversement. Par exemple, *Ischnura elegans* a un taux d'occupation de 87%, *Orthetrum cancellatum* de 63% et *Sympetrum striolatum* de 17%.

Figure 20 : Exemples de calcul de taux d'occupation pour 3 espèces. Ce taux est calculé à partir des données sur la totalité de la saison, sans prendre en compte les périodes de vols

	Nombre de présence	Taux d'occupation global	Erreur standard	Interval de confiance à 95%
<i>Ischnura elegans</i>	196	0,87	0,06	0,71 - 0,94
<i>Orthetrum cancellatum</i>	132	0,63	0,10	0,43 - 0,79
<i>Sympetrum striolatum</i>	38	0,17	0,08	0,06 - 0,36

Néanmoins, les libellules n'ont pas une activité constante sur toute la saison. Par exemple, nos résultats permettent de visualiser une saisonnalité marquée pour *Brachytron pratense* (Photo 3) et d'autres sont visibles toute la saison de vol des odonates comme *Ischnura elegans* (Figure 22).

Photo 3 : *Brachytron pratense*

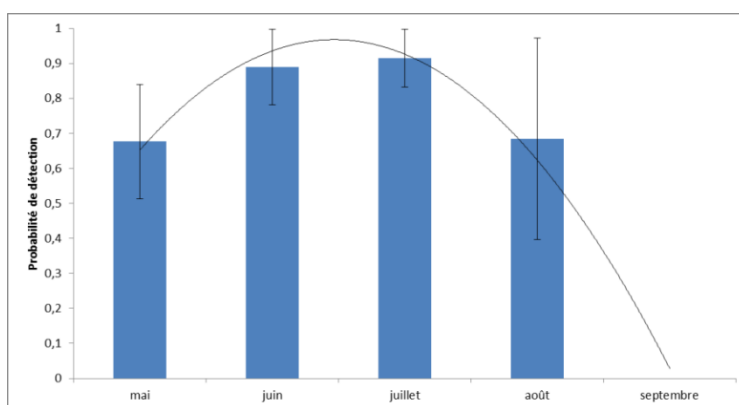
Par exemple pour l'espèce *Platycnemis pennipes* (Photo 4) les probabilités de détection ont été calculées pour chaque mois de mai à septembre (Figure 21). La probabilité de détecter cette espèce augmente de mai à juillet de 67% à 92%, puis diminue en août à 68% pour être nulle en septembre. Cette évolution est en accord avec la phénologie mentionnée dans la littérature (GRAND & BOUDOT, 2006).



Copyright Xavier Houard

Photo 4 : *Platycnemis pennipes*

Figure 21 : Evolution de la probabilité de détection de *Platycnemis pennipes* au cours de la saison 2011



L'ensemble des probabilités de détection pour chaque session STELI ont été calculées pour toutes les espèces. Quelques résultats sont présentés Figure 22 (l'ensemble des résultats sont visibles en annexe 2).

Figure 22 : Exemples de calculs de probabilité de détection pour 6 espèces lors d'une, deux ou trois visites de site réparties selon les sessions préconisées par le protocole

	Proba de détection lors de	Proba détection pour la session 1	Proba détection pour la session 2	Proba détection pour la session 3	Proba de détection lors de passages répartis sur les 3 session (Ce calcul est possible si une majorité d'observateurs respectent les 3 passages par session)	
<i>Ischnura elegans</i>	1 passage	0.82	0.88	0.72	1.00	3 passages sur l'année (1 passage par session)
	2 passages	0.97	0.99	0.92	1.00	6 passages sur l'année (2 passage par session)
	3 passages	0.99	1.00	0.98	1.00	9 passages sur l'année (3 passage par session)
<i>Platycnemis pennipes</i>	1 passage	0.74	0.86	0.41	1.00	3 passages sur l'année (1 passage par session)
	2 passages	0.93	0.98	0.66	1.00	6 passages sur l'année (2 passage par session)
	3 passages	0.98	1.00	0.80	1.00	9 passages sur l'année (3 passage par session)
<i>Sympetrum striolatum</i>	1 passage	0.30	0.34	0.59	1.00	3 passages sur l'année (1 passage par session)
	2 passages	0.51	0.56	0.83	1.00	6 passages sur l'année (2 passage par session)
	3 passages	0.65	0.71	0.93	1.00	9 passages sur l'année (3 passage par session)
<i>Erythromma viridulum</i>	1 passage	0.02	0.18	0.80	1.00	3 passages sur l'année (1 passage par session)
	2 passages	0.05	0.33	0.96	1.00	6 passages sur l'année (2 passage par session)
	3 passages	0.07	0.46	0.99	1.00	9 passages sur l'année (3 passage par session)
<i>Brachytron pratense</i>	1 passage	0.40	0.03	0.00	0.43	3 passages sur l'année (1 passage par session)
	2 passages	0.64	0.06	0.00	0.70	6 passages sur l'année (2 passage par session)
	3 passages	0.79	0.08	0.00	0.87	9 passages sur l'année (3 passage par session)
<i>Aeshna grandis</i>	1 passage	0.04	0.14	0.06	0.24	3 passages sur l'année (1 passage par session)
	2 passages	0.08	0.26	0.12	0.46	6 passages sur l'année (2 passage par session)
	3 passages	0.11	0.37	0.17	0.65	9 passages sur l'année (3 passage par session)

La probabilité de détection d'*Ischnura elegans* est très élevée, quelle que soit la période de l'année. Un seul passage permet de la détecter à environ 80%. La détectabilité de *Platycnemis pennipes* est optimisée pour les 2 premières sessions, comme la Figure précédente le montrait. En revanche, il faudra entre 2 et 3 passages lors de la 3^e session pour optimiser la détection de *Sympetrum striolatum* et *Erythromma viridulum* (Photo 5)

Photo 5 : *Erythromma viridulum*



Copyright Xavier Houard

Brachytron pratense est plus détectable lors de la première session. Les 3 passages sont d'autant plus justifiés car 3 répétitions d'inventaire sont nécessaires pour atteindre une probabilité de détection de 80%. L'espèce *Aeshna grandis*, a une détectabilité très faible. Malgré 3 passages lors de la session optimale, c'est-à-dire la deuxième, sa probabilité de détection ne dépasse pas 37%. Il faut noter que sa distribution ne couvre pas l'ensemble des zones où le protocole a été testé.

Le raisonnement peut également être horizontal. C'est-à-dire que si l'observateur réalise un seul passage par session, la détectabilité des espèces ayant une large phénologie, comme *Ischnura elegans*, peut être importante. Néanmoins, la détectabilité des espèces avec une courte phénologie, comme *Brachytron pratense* n'est pas optimisée, c'est-à-dire que sa détectabilité sera moindre que si les 3 passages sont concentrés durant son pic d'activité.

Figure 23 : Synthèse du nombre d'espèces qui peuvent être détectées à 80% avec 3 passages selon les sessions 1, 2 ou 3

	Espèces détectables à 80% avec 3 passages par session			
	session 1	session 2	session 3	Au moins une des 3 sessions
Nombre d'espèces détectables à au moins 80% avec 3 passages lors d'une session (sur les 53 espèces suivies en 2011)	21	23	15	33
Pourcentage d'espèces détectables à 80% avec 3 passages lors d'une session	40	43	28	62
Nombre d'espèces pour lesquelles 3 passages lors d'une session ne sont pas suffisants	32	30	38	
Nombre d'espèces détectables à au moins 80% avec 3 passages lors d'une seule session exclusivement	4	4	6	

Le tableau ci-dessus permet de visualiser le nombre d'espèces qui peuvent avoir une bonne détectabilité avec 3 passages par session (en fixant un seuil arbitraire à 80% de probabilité de détection). Entre 28 et 43% des espèces sont bien détectées à chaque session, soit un peu moins de la moitié des espèces. La plupart des espèces gardent une bonne probabilité de détection pendant plusieurs sessions. Néanmoins, 14 espèces ne peuvent être vues avec 80% de chance pendant une session exclusivement (1^e, 2^e ou 3^e session), comme *Sympetrum striolatum*, *Erythromma lindenii* ou *Aeshna cyanea*. Ainsi, avec l'échantillonnage de la phase test, 62% des espèces peuvent être détectées avec une probabilité supérieure à 80% lors d'au moins une session complète.

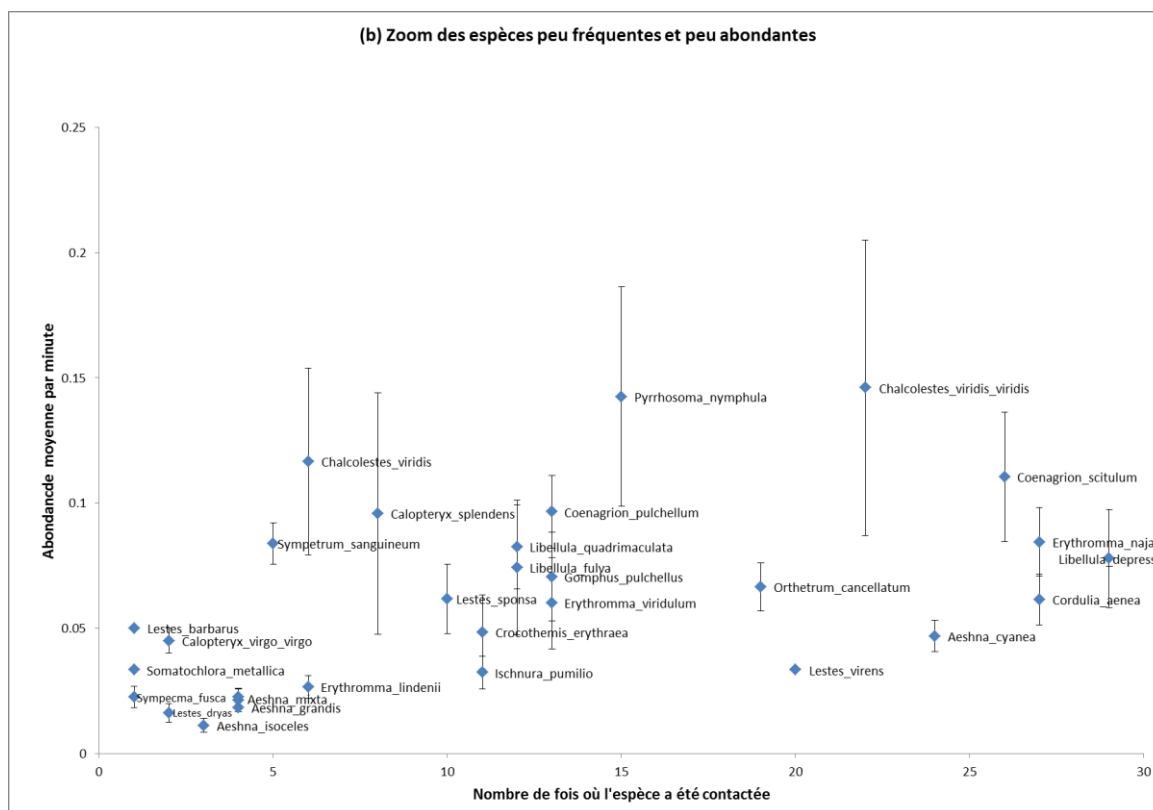
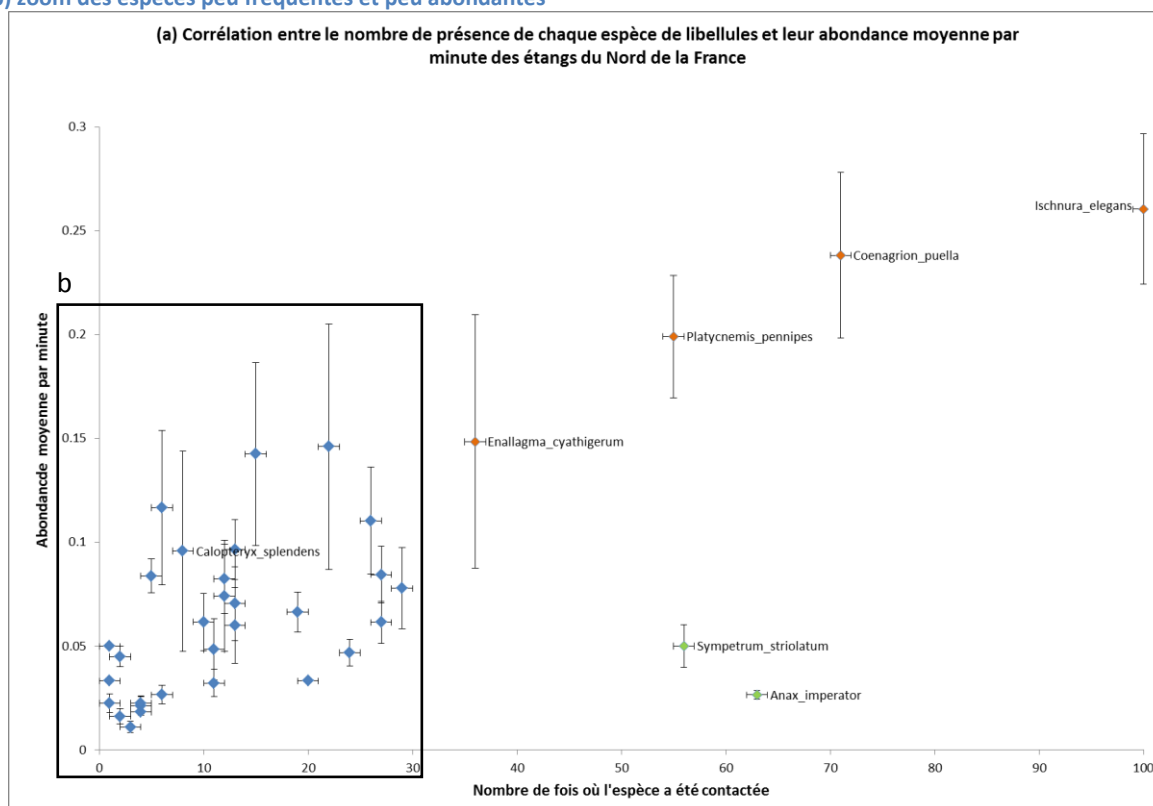
e. L'exploitabilité des données d'abondance

Le protocole demande aux observateurs d'indiquer au minimum la liste des espèces, ou des groupes d'espèces présents sur le site suivi. Néanmoins, les observateurs ont la possibilité d'indiquer l'abondance des espèces observées dans le temps imparti. Cette information a été renseignée par tous les observateurs. Ceci nous permet d'analyser la pertinence de ces données pour leur prise en compte dans le calcul des indices. Pour pallier la différence de pression d'observation qu'il peut y avoir d'un site à l'autre, malgré la relative homogénéité des temps de relevés, nous avons calculé l'abondance annuelle moyenne de chaque espèce par minute. Cette moyenne étant annuelle, la saisonnalité des espèces n'est pas prise en compte. Ainsi, la Figure 24 présente la corrélation entre le nombre de présence de chaque espèce et leur abondance moyenne sur une même unité de temps, pour pallier les différences de pression d'observation. Ce qu'il est possible de constater, c'est qu'il y a des espèces souvent contactées et très abondantes, comme *Ischnura elegans*, des espèces souvent contactées mais en faible nombre, comme *Anax imperator*, d'autres encore peu contactées mais en grand nombre, comme *Pyrphosoma nymphula* et les espèces « rares » qui sont peu contactées et en faible nombre, comme *Aeshna isocetes*.

Figure 24 : Corrélation entre le nombre de présence de chaque espèce de libellules et leur abondance moyenne par minute des étangs du nord de la France

(a) toutes espèces (en orange les espèces souvent contactées et très abondantes ; en vert les espèces souvent contactées mais en faible nombre)

(b) zoom des espèces peu fréquentes et peu abondantes



De manière assez logique, l'abondance moyenne d'*Ischnura elegans* et d'*Anax imperator* augmente avec le temps de prospection (Figure 25 et Figure 26) pour un même milieu comme les étangs. En revanche, celle-ci est négativement corrélée à la surface prospectée (Figures 27 et 28).

Figure 25 : Corrélation entre le temps de prospection et l'abondance moyenne d'*Ischnura elegans* dans les étangs du nord de la France

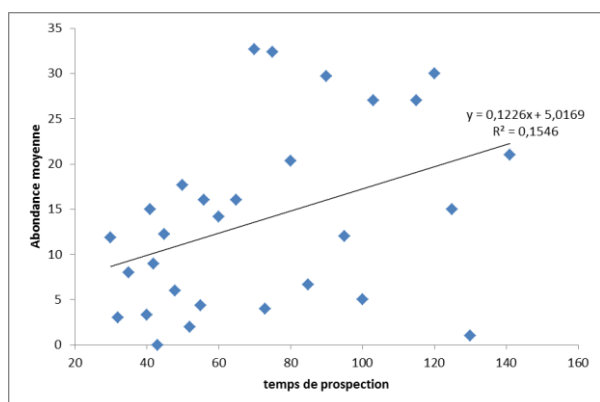


Figure 26 : Corrélation entre le temps de prospection et l'abondance moyenne d'*Anax imperator* dans les étangs du nord de la France

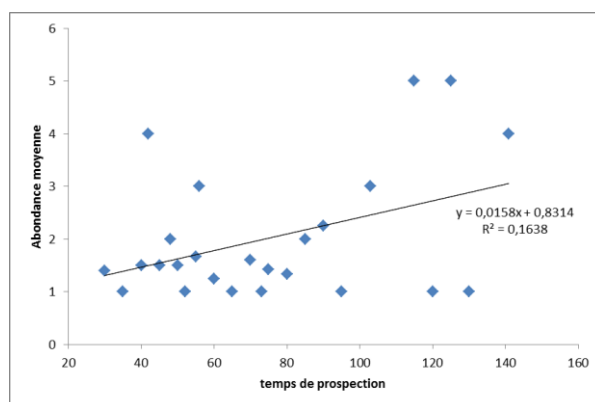


Figure 27 : Corrélation entre l'abondance moyenne d'*Ischnura elegans* et la surface des étangs du nord de la France (racine carrée de la surface)

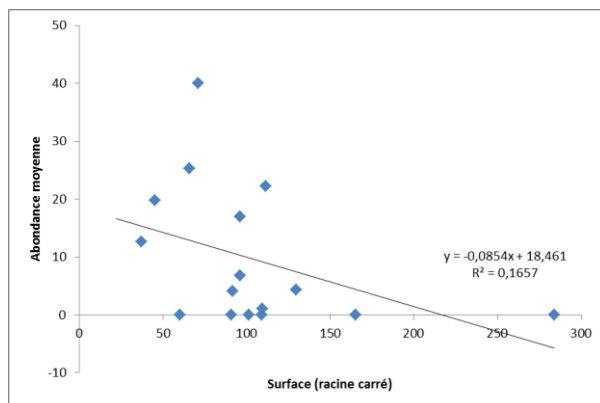
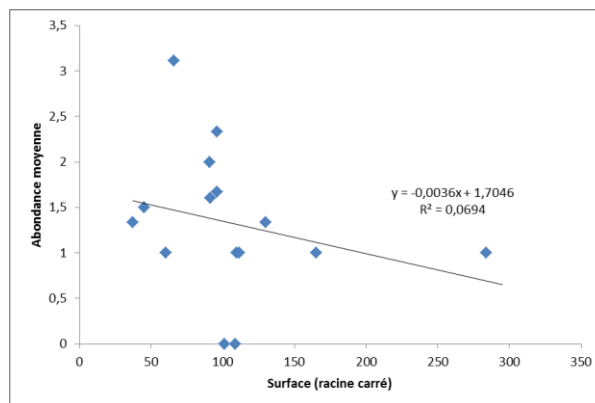


Figure 28 : Corrélation entre l'abondance moyenne d'*Anax imperator* et la surface des étangs du nord de la France (racine carrée de la surface)



4. Discussion

Avec 22 volontaires, la participation à la phase test du STELI est un succès, en particulier pour la région Nord-Pas-de-Calais qui a pu mobiliser 15 d'entre eux. Le protocole, dont le concept de base est de réaliser des inventaires complets répétés 3 fois soit en début, en milieu ou en fin de saison a relativement bien été respecté puisque pour une quarantaine de sites suivis à chaque saison, seulement 20% des sites ont été abandonnés lors du 2^e et du 3^e passage. Certains observateurs ont pu nous faire part que 15 jours maximum entre 2 passages pouvaient être difficiles à respecter, notamment en cas de mauvaise période météorologique. Il est donc proposé d'allonger cette période d'écart entre 2 passages à un maximum de 21 jours pour garantir une potentialité maximale d'observation. La très forte proportion d'identification réalisée jusqu'au niveau de l'espèce (94%) et par capture (40%) s'explique par le fait que les observateurs ayant participé à la phase test étaient en majorité des personnes déjà initiées à l'odonatologie.

La relative similitude des surfaces des sites choisis par les observateurs (1 hectare en moyenne) et du temps consacrés pour chaque relevé (en moyenne 52 minutes) permet d'avoir des données assez homogènes. Il est intéressant de constater que plus de la majorité des relevés (63%) ont été réalisés sur un temps supérieur aux 30 minutes minimum recommandées. Les observateurs sont donc davantage soucieux de réaliser un inventaire complet que de passer le minimum de temps pour un relevé STELI.

Il est à noter que la plupart des sites choisis lors de la phase test étaient des sites d'eaux stagnantes (étangs, lacs, mares...). Très peu de rivières et de fleuves ont été échantillonnés, notamment du fait de la dégradation importante du réseau hydrographique de la région Nord-Pas-de-Calais rendant certains cours d'eau peu favorables aux libellules et donc peu attractif pour les odonatologues.

Les données d'heures d'observation de chaque espèce récoltées par Baptiste Hubert a permis de valider cette recommandation de temps minimum d'inventaire, puisque pour un étang d'environ 1,3 ha, le maximum de richesse spécifique est atteint en moyenne en 31 minutes. De même, en moyenne 6 minutes séparent deux observations d'espèces différentes. Mais ce temps étant très variable, il pourrait être recommandé d'attendre un minimum d'une dizaine de minutes complémentaires sur le site sans nouvelle observation d'espèce avant de le quitter. Néanmoins, sachant qu'il s'agit d'une surface de prospection et que le temps de parcours définit le temps minimum de présence sur le site, il sera nécessaire de prendre en compte ce paramètre pour affiner les recommandations de prospection.

Le nombre de passage requis, 3 par sessions, soit 9 au total dans l'année pour ceux qui souhaitent couvrir la totalité du cortège, apparaît approprié. Le pourcentage d'exhaustivité des sites étant globalement supérieur à 70%, ce bon résultat met en évidence la pertinence et l'intérêt de réaliser 9 sessions sur les sites réparties sur la saison entière. Ainsi, il est possible d'obtenir une bonne représentativité du cortège d'espèce et d'exploiter pleinement les données de richesse spécifique. Le nombre de passages et de sessions se justifie également avec les données de probabilités de détection et du taux d'occupation de chaque espèce. Cette approche met en évidence la variation de pression d'observation nécessaire pour l'étude de tous les cortèges. Les tendances d'évolution d'une espèce très abondante et facilement détectable tout au long de l'année, comme *Ischnura elegans*, seront probablement détectées avant les espèces plus rares qui requièrent une mobilisation plus importante des observateurs et sur une période très courte dans l'année, comme *Aeshna grandis*. Avec la pression d'échantillonnage actuelle, 3 passages ne semblent pas suffisant pour 20 espèces, même durant leur pic d'activité. Il est à noter que le seuil de 80% de détectabilité a été choisi

arbitrairement. Il faudrait étudier le temps et la pression d'échantillonnage nécessaire pour suivre les différentes espèces selon leur détectabilité et le seuil à partir duquel l'espèce ne peut plus être suivie. En cumulant les données 2011 et 2012, les prochaines analyses tenteront de répondre à cette question. Par la suite, un échantillonnage plus important par le déploiement du STELI sur l'ensemble de la France pourra permettre d'affiner les analyses.

Les données d'abondance de libellules sont réputées difficilement interprétables car extrêmement variables au cours d'une journée en fonction des aléas météorologiques et du comportement des espèces. Néanmoins, nous avons constaté qu'il y a une corrélation positive entre le nombre de libellules observées par minute en moyenne par espèce et le nombre de mention de présence de ces espèces. De plus, les espèces « souvent présentes et abondantes », ou « souvent présentes mais peu abondantes », ou encore « peu présentes et peu abondantes » correspondent aux espèces connues pour avoir ces densités en région Nord-Pas-de-Calais (comm. pers. Cédric Vanappelghem).

Par ailleurs, pour une espèce très abondante et souvent présente, comme *Ischnura elegans*, la pente de la droite de corrélation entre son abondance et le temps de prospection est 10 fois plus importante que pour *Anax imperator*, une espèce dont les densités d'adultes observés ont été plus faibles. En revanche, la surface du site s'est révélée peu cohérente puisque l'abondance de ces deux espèces diminue quand la surface du site augmente. Ce dernier résultat qui peut paraître surprenant s'explique probablement par la manière de saisir une surface de prospection et non un linéaire de prospection. Un point d'eau étant généralement suivi depuis la berge par les observateurs, le centre s'avère non prospecté. La surface informée par les observateurs ne correspond pas exactement à la surface de prospection. Cette information est donc à prendre avec précaution. Néanmoins, le développement des nouvelles technologies, comme l'utilisation d'appareils androïdes sur le terrain pour saisir les données, pourra être une piste de développement pour améliorer la précision d'information liée à chaque observation.

Le déploiement national du projet pourra également diversifier les habitats suivis et le développement des outils d'identification pour les débutants prévu en 2013 permettra de tester ce protocole pour un public plus néophyte. Ces premiers résultats sont donc susceptibles de varier avec le développement du projet.

5. Perspectives : vers un indice européen

D'autres pays européens, comme les Pays-Bas ou l'Angleterre, ont mis en place un suivi national des odonates qui repose sur un protocole standardisé par la réalisation de transects de 100 mètres répétés plusieurs fois dans l'année. *Dutch Butterfly Conservation* pilote un tel suivi depuis 1999. Les premières tendances ont été obtenues après 5 à 10 ans de suivi (temps plus long que pour les papillons), car les odonates ont de fortes variations inter annuelles et une très grande mobilité. En 2009, les 450 transects suivis au travers du pays ont permis d'obtenir des tendances pour 44 espèces d'odonates. Les tendances n'ont pas pu être mises en évidence pour 15 espèces peu abondantes ou difficilement détectables. Pour pallier ce problème, davantage de transects seraient nécessaires, mais le nombre d'observateurs est au maximum, étant données les contraintes du protocole. La base de données naturaliste néerlandaise héberge 1 million de données odonates. Un nouvel axe de travail s'est donc basé sur l'analyse des données opportunistes des odonates récoltées aux Pays-Bas (VAN STRIEN, 2010). En sélectionnant les données d'inventaire complet, répété dans le temps, et sur la base de la méthode d'analyses « *site occupancy* » (ROYLE & KERY, 2007 ; ROYLE & DORAZIO,

2008), les tendances d'évolution obtenues grâce aux relevés standardisés ont pu être retrouvées avec les données de probabilité de détection.

Cette même analyse a été réalisée pour l'espèce *Calopteryx splendens* à partir des données de 5 pays : Pays-Bas, Angleterre, Irlande, France et Belgique. Les résultats indiquent une tendance globalement positive de cette espèce (VAN STRIEN *et al.*, 2012) et valide la valeur de ces données type « inventaire » pour calculer ce type de tendances. Mais tous les pays ne disposent d'une base aussi fournie que celle des Pays-Bas, ce qui explique l'inclusion d'un certain degré de standardisation dans le protocole STELI afin de pallier cette carence de données.

Ces analyses donnent toute confiance dans le protocole STELI qui se base sur ce concept (données d'inventaires répétés) et qui permet d'optimiser la qualité des données grâce aux données de comptage et par la connaissance de la pression d'observation. Ainsi, dans la perspective d'une collaboration européenne, un indice européen de l'évolution des populations d'odonates pourrait être développé par l'adoption d'une base commune de protocole et par la valorisation des données historiques des différents pays.

Bibliographie

GRAND, D., & BOUDOT, J.-P. (2006). Les libellules de France, Belgique et Luxembourg. Biotope, Mèze (Collection Parthenope), 480 pp.

MACKENZIE, D.I., NICHOLS, J.D., ROYLE, J.A., POLLOCK, K.H., HINES, J.E. & BAILEY, L.L. (2006). Occupancy estimation and modeling: inferring patterns and dynamics of species occurrence. Elsevier, San Diego.

ROYLE, J.A. & KÉRY, M. (2007). A Bayesian state-space formulation of dynamic occupancy modelling. *Ecology*, 88, 813–1823.

ROYLE, J.A. & DORAZIO, R.M. (2008). Hierarchical modeling and inference in ecology. Amsterdam : Academic Press.

VAN STRIEN, A. J., TERMAAT, T., GROENENDIJK, D., MENSING, V. & KÉRY, M. (2010). "Site-occupancy models may offer new opportunities for dragonfly monitoring based on daily species lists." *Basic and Applied Ecology* 11(6): 495-503.

VAN STRIEN, A.J., TERMAAT, T., KALKMAN, K., PRINS, M., DE KNIJF, G., GOURMAND, A.-L., HOUARD, X., NELSON, B., PLATE, C., PRENTICE, S., REAGAN, E., SMALLSHIRE, D., VANAPPELGHEM, C. & VANREUSEL, W. (2013). Towards continent-wide trends for dragonflies using opportunistic data and occupancy models: a pilot study for the damselfly *Calopteryx splendens*, *Biodiversity and conservation* 22: 673-686.

Communications orales concernant le STELI

GOURMAND, A.-L., & VANAPPELGHEM, C. (2012). STELI - The French dragonfly monitoring scheme. 2nd European Congress of Odonatology – Belgrade, Serbia.

GOURMAND, A.-L., & VANAPPELGHEM, C. (2011). Protocole de suivi des espèces prioritaires - Actes des Rencontres odonatologiques 2010 – Atelier de travail. *Martinia* n°26 (3-4), 186.

ITRAC-BRUNEAU, R. (2012). Présentation du STELI. *in* Odonates et Gomphidés dans le bassin de la Loire. Séminaire sur les protocoles de suivi et indicateurs dans les vallées alluviales. Ecopôle du Forez – Plan Loire Grandeur Nature – FCEN.

Revue de presse spécialisée du STELI

VANAPPELGHEM, C., HOUARD, X., & GOURMAND, A.-L. (2012). Articuler plan national et suivi sur site. *in* le Dossier - Suivi des populations. *Espaces naturels* n°41, 32-33.

HOUARD, X., & VANAPPELGHEM, C. (2011). Tour d’horizon de l’odonatologie française – De la découverte des libellules à la mise en œuvre du Plan national d’actions en faveur des odonates. *Le Courrier de la Nature* n°265, 25-32.

VANAPPELGHEM, C., GOURMAND, A.-L., & HOUARD, X. (2011). Suivi temporel des libellules Steli : Petit nom pour libellules. *in* Territoire en projet – Gestion patrimoniale. *Espaces naturels* n°35, 44-45.

Annexe 1 : Taux d'occupation et probabilité de détection pour chaque espèce relevés dans le nord de la France lors de la phase test du STELI en 2011

	Nombre de présence	Taux d'occupa tion global	std_err taux occ	95% conf. Interval	proba de détection globale	std_err detection	95% conf. Interval	proba d'observer l'espèce lors d'1 visite	proba d'observer l'espèce lors de 2 visites	proba d'observer l'espèce lors de 3 visites
Ischnura_elegans	196	0.8658	0.0568	0.7123 - 0.9438	0,828	0.0284	0.7651 - 0.8768	0,83	0,97	0,99
Orthetrum_cancellatum	132	0.6345	0.0962	0.4349 - 0.7965	0,6141	0.0461	0.5207 - 0.6998	0,61	0,85	0,94
Coenagrion_puella	120	0.7443	0.0734	0.5775 - 0.8611	0,7315	0.0415	0.6430 - 0.8047	0,73	0,93	0,98
Anax_imperator	103	0.5717	0.1019	0.3712 - 0.7512	0,5937	0.0521	0.4891 - 0.6905	0,59	0,83	0,93
Sympetrum_sanguineum	88	0.2682	0.0756	0.1470 - 0.4381	0,6346	0.0476	0.5373 - 0.7221	0,63	0,87	0,95
Enallagma_cyathigerum	79	0.4418	0.0838	0.2890 - 0.6064	0,6099	0.0575	0.4932 - 0.7152	0,61	0,85	0,94
Libellula_depressa	65	0.6989	0.0875	0.5068 - 0.8398	0,6171	0.0588	0.4973 - 0.7241	0,62	0,85	0,94
Coenagrion_scitulum	50	0.3152	0.0817	0.1798 - 0.4914	0,6177	0.0724	0.4698 - 0.7467	0,62	0,85	0,94
Platycnemis_pennipes	45	0.3348	0.0672	0.2179 - 0.4761	0,7682	0.0601	0.6310 - 0.8653	0,77	0,95	0,99
Erythromma_najas	44	0.3302	0.0761	0.2007 - 0.4918	0,7985	0.0643	0.6442 - 0.8966	0,80	0,96	0,99
Sympetrum_striolatum	38	0.1673	0.0757	0.0648 - 0.3682	0,4049	0.0747	0.2704 - 0.5555	0,40	0,65	0,79
Chalcolestes_viridis_viridis	43	0.0605	0.0416	0.0151 - 0.2126	0,4936	0.0755	0.3503 - 0.6379	0,49	0,74	0,87
Cordulia_aenea	37	0.2851	0.0729	0.1651 - 0.4457	0,7251	0.0694	0.5714 - 0.8392	0,73	0,92	0,98
Aeshna_cyanea	32	0.0985	0.0532	0.0326 - 0.2613	0,482	0.0828	0.3269 - 0.6406	0,48	0,73	0,86
Gomphus_pulchellus	30	0.2716	0.073	0.1520 - 0.4368	0,6745	0.0803	0.5031 - 0.8093	0,67	0,89	0,97
Pyrrhosoma_nymphula	30	0.3950	0.0992	0.2245 - 0.5956	0,5437	0.0916	0.3663 - 0.7107	0,54	0,79	0,90
Erythromma_lindenii	26	0.1044	0.0640	0.0296 - 0.3086	0,4627	0.1264	0.2412 - 0.6999	0,46	0,71	0,84
Libellula_fulva	25	0.3388	0.0985	0.1778 - 0.5482	0,4373	0.1001	0.2594 - 0.6330	0,44	0,68	0,82
Crocothemis_erythraea	24	0.1594	0.0935	0.0461 - 0.4267	0,3985	0.1068	0.2167 - 0.6135	0,40	0,64	0,78
Libellula_quadrimaculata	24	0.2723	0.0748	0.1515 - 0.4396	0,5868	0.0988	0.3898 - 0.7594	0,59	0,83	0,93
Coenagrion_pulchellum	23	0.2233	0.0604	0.1269 - 0.3625	0,4834	0.0827	0.3283 - 0.6418	0,48	0,73	0,86
Erythromma_viridulum	19	0.0709	0.0502	0.0169 - 0.2534	0,4224	0.1117	0.2296 - 0.6421	0,42	0,67	0,81
Calopteryx_splendens	16	0.1496	0.0640	0.0616 - 0.3204	0,583	0.1253	0.3374 - 0.7933	0,58	0,83	0,93

Bilan 2011 du STELI – Suivi temporel des libellules en France

Ischnura_pumilio	14	0.1309	0.0513	0.0586 - 0.2672	0,3875	0.0933	0.2264 - 0.5776	0,39	0,62	0,77
Aeshna_grandis	13	0.1188	0.1628	0.0064 - 0.7397	0,091	0.0852	0.0131 - 0.4298	0,09	0,17	0,25
Brachytron_pratense	11	0.3011	0.1347	0.1094 - 0.6017	0,2801	0.1269	0.1018 - 0.5718	0,28	0,48	0,63
Ceragrion_tenellum	12	0.0000	0.0000	0.0000 - 1.0000	0,5082	0.1470	0.2460 - 0.7659	0,51	0,76	0,88
Lestes_sponsa	11	0.0230	0.0226	0.0033 - 0.1448	0,7429	0.1303	0.4314 - 0.9167	0,74	0,93	0,98
Calopteryx_virgo_virgo	6	0.0994	0.0553	0.0318 - 0.2704	0,4125	0.1694	0.1514 - 0.7343	0,41	0,65	0,80
Aeshna_mixta	5	0.0000	0.0000	0.0000 - 1.0000	0,0649	0.0728	0.0065 - 0.4218	0,06	0,13	0,18
Oxygastra_curtisii	5	0.0000	0.0000	0.0000 - 1.0000	0,0114	0.0080	0.0028 - 0.0443	0,01	0,02	0,03
Sympecma_fusca	5	0.0227	0.0227	0.0031 - 0.1470	0,8073	0.1827	0.2955 - 0.9767	0,81	0,96	0,99
Aeshna_isoceles	4	0.1633	0.1383	0.0262 - 0.5865	0,2461	0.2004	0.0378 - 0.7305	0,25	0,43	0,57
Orthetrum_coerulescens	4	0.0000	0.0000	0.0000 - 1.0000	0,0114	0.0080	0.0028 - 0.0443	0,01	0,02	0,03
Lestes_dryas	3	0.0000	0.0000	0.0000 - 1.0000	0,5972	0.3344	0.0886 - 0.9576	0,60	0,84	0,93
Somatochlora_flavomaculata	3	0.0000	0.0000	0.0000 - 0.0000	0,0097	0.0096	0.0014 - 0.0645	0,01	0,02	0,03
Lestes_virens	2	0.0000	0.0000	0.0000 - 1.0000	0,5477	0.4129	0.0441 - 0.9695	0,55	0,80	0,91
Orthetrum_brunneum	2	0.0000	0.0000	0.0000 - 1.0000	0,0114	0.0080	0.0028 - 0.0443	0,01	0,02	0,03
Aeshna_affinis	1	0.0000	0.0000	0.0000 - 0.0000	0,0097	0.0096	0.0014 - 0.0645	0,01	0,02	0,03
Lestes_barbarus	1	0.0000	0.0000	0.0000 - 1.0000	0,0097	0.0000	0.0000 - 1.0000	0,01	0,02	0,03
Somatochlora_metallica	1	0.0000	0.0000	0.0000 - 1.0000	0,0097	0.0000	0.0000 - 1.0000	0,01	0,02	0,03
Sympetrum_flaveolum	1	0.0000	0.0000	0.0000 - 1.0000	0,0097	0,0097	0.0014 - 0.0657	0,01	0,02	0,03

Annexe 2 : Probabilité de détection pour chaque espèce relevée et pour chaque session réalisées dans le nord de la France lors de la phase test du STELI en 2011

	Proba détection pour session_1	std_err	95% conf int		Proba détection pour session_2	std_err	95% conf int		Proba détection pour session_3	std_err	95% conf int	
Ischnura_elegans	0,8227	0,0493	0,7053	0,9000	0,8824	0,0364	0,7906	0,9372	0,7230	0,7230	0,5630	0,8410
Orthetrum_cancellatum	0,5985	0,0931	0,4109	0,7611	0,7268	0,0514	0,6156	0,8155	0,3909	0,0685	0,2674	0,5301
Coenagrion_puella	0,7813	0,0526	0,6616	0,8672	0,6428	0,1100	0,4131	0,8215	0,7011	0,1428	0,3816	0,8992
Anax_imperator	0,3860	0,0605	0,2759	0,5091	0,7298	0,0641	0,5882	0,8363	0,5433	0,1136	0,3266	0,7447
Sympetrum_sanguineum	0,1472	0,0458	0,0779	0,2608	0,5840	0,0632	0,4574	0,7003	0,8489	0,0569	0,7019	0,9306
Enallagma_cyathigerum	0,6364	0,0923	0,4447	0,7928	0,5498	0,0781	0,3968	0,6939	0,8182	0,1236	0,4691	0,9582
Libellula_depressa	0,6831	0,0656	0,5434	0,7962	0,4311	0,1085	0,2415	0,6433	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Coenagrion_scitulum	0,6457	0,1107	0,4139	0,8246	0,6797	0,0896	0,4865	0,8262	0,1641	0,0965	0,0471	0,4379
Platycnemis_pennipes	0,7375	0,1012	0,5021	0,8867	0,8620	0,0651	0,6812	0,9481	0,4139	0,1703	0,1514	0,7366
Erythromma_najas	0,8634	0,0775	0,6354	0,9582	0,7457	0,0925	0,5299	0,8841	0,3110	0,2850	0,0322	0,8595
Sympetrum_striolatum	0,2984	0,3099	0,0228	0,8856	0,3457	0,0830	0,2047	0,5202	0,5879	0,1421	0,3112	0,8184
Chalcolestes_viridis_viridis	0,2522	0,3108	0,0132	0,8951	0,3807	0,1148	0,1914	0,6149	0,5520	0,0885	0,3793	0,7130
Cordulia_aenea	0,7466	0,0839	0,5526	0,8754	0,6964	0,1199	0,4301	0,8746	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Aeshna_cyanea	0,2583	0,1944	0,0455	0,7179	0,3558	0,1180	0,1677	0,6023	0,6224	0,1087	0,3997	0,8032
Gomphus_pulchellus	0,7269	0,0897	0,5234	0,8658	0,5421	0,1723	0,2330	0,8219	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Pyrrhosoma_nymphula	0,4848	0,1009	0,2989	0,6749	0,8164	0,1703	0,3243	0,9763	1,0000	0,0003	0,0000	1,0000
Erythromma_lindenii	0,1044	0,0858	0,0189	0,4134	0,5523	0,1207	0,3215	0,7626	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Libellula_fulva	0,5420	0,1141	0,3247	0,7445	0,1115	0,0559	0,0398	0,2751	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Crocothemis_erythraea	0,1180	0,0767	0,0306	0,3620	0,5057	0,1201	0,2852	0,7240	0,1769	0,1910	0,0162	0,7376
Libellula_quadrimaculata	0,6922	0,1200	0,4273	0,8715	0,4211	0,1634	0,1636	0,7301	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Coenagrion_pulchellum	0,7049	0,1615	0,3428	0,9163	0,4340	0,1047	0,2496	0,6387	0,3392	0,2752	0,0442	0,8506
Erythromma_viridulum	0,0241	0,0240	0,0034	0,1538	0,1837	0,0897	0,0652	0,4209	0,8017	0,1288	0,4525	0,9519
Calopteryx_splendens	0,7545	0,1559	0,3712	0,9412	0,5413	0,1467	0,2704	0,7898	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Ischnura_pumilio	0,4742	0,1383	0,2333	0,7279	0,2850	0,1327	0,1001	0,5882	0,3817	0,1876	0,1151	0,7456

Bilan 2011 du STELI – Suivi temporel des libellules en France

Aeshna_grandis	0,0395	0,1128	0,0001	0,9328	0,1412	0,1183	0,0237	0,5266	0,0611	0,0624	0,0077	0,3542
Brachytron_pratense	0,4036	0,1627	0,1524	0,7180	0,0291	0,0166	0,0094	0,0864	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Ceragrion_tenellum	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,5176	0,1434	0,2582	0,7679	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Lestes_sponsa	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,5397	0,1970	0,1986	0,8472
Calopteryx_virgo_virgo	0,4356	0,2209	0,1171	0,8179	0,4169	0,2260	0,1037	0,8156	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Aeshna_mixta	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0120	0,0122	0,0016	0,0834	0,3784	0,4585	0,0132	0,9652
Oxygastra_curtisii	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0194	0,0267	0,0013	0,2356	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Sympecma_fusca	0,6182	0,3284	0,0957	0,9612	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Aeshna_isoceles	0,2461	0,2004	0,0378	0,7305	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0003	202,8529	0,0000	1,0000
Orthetrum_coerulescens	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0194	0,0136	0,0049	0,0743	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Lestes_dryas	0,0000	5,5362	0,0000	1,0000	0,6014	0,3321	0,0908	0,9580	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Somatochlora_flavomaculata	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0097	0,0097	0,0014	0,0657	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Lestes_virens	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3719	0,1722	0,1225	0,7152
Orthetrum_brunneum	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0194	0,0136	0,0049	0,0743	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Aeshna_affinis	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0097	0,0097	0,0014	0,0657	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Lestes_barbarus	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	1,0000	1,0000
Somatochlora_metallica	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	1,0000	1,0000
Sympetrum_flaveolum	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0097	0,0097	0,0014	0,0657	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000