

Utilisation du protocole STELI dans le cadre d'un inventaire initial des Odonates avec diagnostic écologique : l'exemple du parc départemental du Sausset

Par Xavier HOUARD¹ et Maxime FERRAND²

Office pour les insectes et leur environnement, BP 30, F-78041 Guyancourt cedex
¹ xavier.houard@insectes.org ; ² maxime.ferrand@insectes.org

Reçu le 21 mai 2015 / Revu et accepté le 22 janvier 2016

Mots-clés : BIODIVERSITÉ, GESTION CONSERVATOIRE, INDICE D'ABONDANCE, LIBELLULES, PRÉCONISATIONS, SEINE-SAINT-DENIS (93), STANDARDISATION.

Keywords: ABUNDANCE INDEX, BIODIVERSITY, CONSERVATION MANAGEMENT, DRAGONFLIES, RECOMMENDATIONS, STANDARDISATION.

Résumé – Cet article rapporte la mise en œuvre et l'exploitation des résultats issus du protocole STELI (Suivi temporel des libellules), appliqué pendant trois années consécutives dans le cadre d'un inventaire des Odonates d'un parc urbain de la région Île-de-France (Seine-Saint-Denis). Il met en avant les avantages d'une telle approche pour un gestionnaire d'espace naturel : amélioration des connaissances odonatologiques, évaluation de la patrimonialité des espèces et compréhension du fonctionnement des habitats aquatiques inventoriés. Il expose également les pistes de gestion écologique qu'il est possible de suivre pour la conservation et la restauration des habitats aquatiques du site suite à l'analyse des données récoltées, telles que la gestion des niveaux d'eau, l'entretien des végétations rivulaires ou la régulation des espèces exogènes.

The use of the STELI protocol for an initial survey of Odonata with ecological diagnosis: the example of the Sausset urban park (Seine-Saint-Denis department).

Abstract – This paper deals with the implementation and the use of the results of the so called STELI protocol, which has been used during three consecutive years for the survey of the Odonata of a urban park in the vicinity of Paris (Seine-Saint-Denis department). We show the benefits of such an approach for a conservation manager: improvement of the odonatological knowledge, assessment of the conservation value of the species and understanding of the functioning of the surveyed aquatic habitats. We also highlight some resulting recommendations for the conservation and the restoration of the aquatic habitats of the site, such as the management of water levels, the maintenance of riparian vegetation or the regulation of invasive species.

Introduction

La Seine-Saint-Denis est actuellement le troisième département d'Île-de-France et le sixième de France le plus peuplé avec plus de 1 500 000 habitants (parcsinfo.seine-saint-denis.fr). Ce département est parmi les plus urbanisés et artificialisés de France métropolitaine. C'est dans ce contexte qu'en 2005, les services du département en charge de l'environnement et de l'aménagement ont créé l'Observatoire départemental de la biodiversité urbaine (ODBU). Cet observatoire a pour but de mutualiser et de faire partager, avec l'aide des scientifiques et des associations naturalistes, la connaissance sur la biodiversité en ville auprès des gestionnaires d'espaces extérieurs et d'aménageurs, mais également des habitants de Seine-Saint-Denis.

Pour ce faire, l'ODBU se fixe plusieurs missions. Il recueille tout d'abord toutes les données disponibles relatives à la biodiversité. Ces données lui permettent de dresser des états de référence sur la biodiversité urbaine, de définir des enjeux de préservation puis de suivre son évolution spatio-temporelle. Enfin, l'ODBU crée et anime autour de cette information un réseau de partage entre tous les acteurs du département par une valorisation auprès d'un large public.

En 2012, l'Office pour les insectes et leur environnement (Opie) a donc proposé à l'ODBU de réaliser un état des lieux sur les libellules de quatre parcs départementaux : la Poudrerie, le Sausset, Georges Valbon et la Haute-Île (FERRAND & HOUARD, 2012). Le but recherché était de disposer à terme d'une vision départementale homogène qui permette de pouvoir suivre, évaluer, orienter puis valoriser le travail de gestion conservatoire. Avec 35 espèces actuellement connues, la Seine-Saint-Denis demeure le département de la petite couronne parisienne le plus riche en Odonates (FERRAND & DUCLOS, 2013 ; HOUARD & MERLET, 2014). Afin de souscrire à ces objectifs généraux, l'Opie a proposé aux services du Conseil général de Seine-Saint-Denis de mettre en œuvre et de tester le protocole « STELI – Suivi temporel des libellules » (GOURMAND & VANAPPELGHEM, 2012) pour répondre aux questions suivantes :

- (i) quelles sont les espèces d'Odonates présentes dans ces parcs urbains ?
- (ii) Quelles mesures de gestion peuvent être préconisées pour préserver, restaurer ou encore améliorer la qualité des habitats favorables à une diversité odonatologique plus importante ?

Bien qu'initialement le STELI soit un outil de suivi conçu *in fine* pour produire à l'échelle nationale voire régionale des tendances de variation d'abondance des populations d'Odonates, celui-ci permet de récolter des données odonatologiques exploitables par un gestionnaire à l'échelle de son site (VANAPPELGHEM *et al.*, 2012). En outre, un troisième objectif sous-jacent était d'impliquer les éco-gardes dans le suivi naturaliste de leur parc en utilisant les libellules comme approche.

Nous avons choisi de ne développer ici, à titre d'exemple, que les résultats obtenus sur le parc départemental du Sausset, inventorié annuellement de 2012 à 2014.

Site d'étude

D'une superficie de 195 ha, le parc départemental du Sausset a connu, dans ses premières années, une gestion ornementale traditionnelle pour ensuite évoluer vers une gestion plus écologique, avec notamment une intégration de sa biodiversité dans ses mesures de gestion. Depuis 2006, ce parc a été intégré au réseau Natura 2000. Le site est

directement accessible en transport en commun grâce à la présence de la gare RER de Villepinte située en plein cœur du parc.

D'un point de vue plus naturaliste, il est composé de vastes « prés carrés » plantés de haies et de bosquets symbolisant pour les usagers du parc le « bocage » et la « forêt ». Ces boisements sont accompagnés de grandes surfaces de « pelouses de parc » vouées à un usage récréatif (pique-nique, activités sportives, détente...) dont certaines parties sont entretenues à l'aide de fauche tardive (friches prairiales) et d'autres par le pâturage d'un petit troupeau de boucs.

Il nous est apparu ici important de définir en premier lieu le terme « habitat » tel que nous avons pu le considérer dans cette étude. Pour reprendre la définition donnée par la SfO (www.libellules.org/), un habitat est un ensemble de milieux (terrestres et aquatiques) qui réunissent les conditions écologiques favorables au complet développement d'une espèce dans le cas d'un Odonate (domaine vital). Quatre secteurs aquatiques apparaissaient relativement intéressants à étudier pour la faune odonatologique (Fig. 1). Le premier est « le marais » (ci-après dénommé S1), pouvant être classé (selon la typologie utilisée pour le CILIF) comme un étang « naturel » ouvert où le niveau d'eau peut fluctuer d'une année à l'autre (Tab. 1). Le second est « l'étang de Savigny » (S2), situé au sud ; il constitue le plus grand secteur aquatique du site. Les deux autres habitats sont des petites mares, la « mare à Julie » (S3) et la « mare du parking des érables » (S4). Ces quatre habitats sont très artificialisés et subissent de fortes pressions anthropiques dues à l'aménagement, à la gestion récréative et à la fréquentation du site (Tab.1).

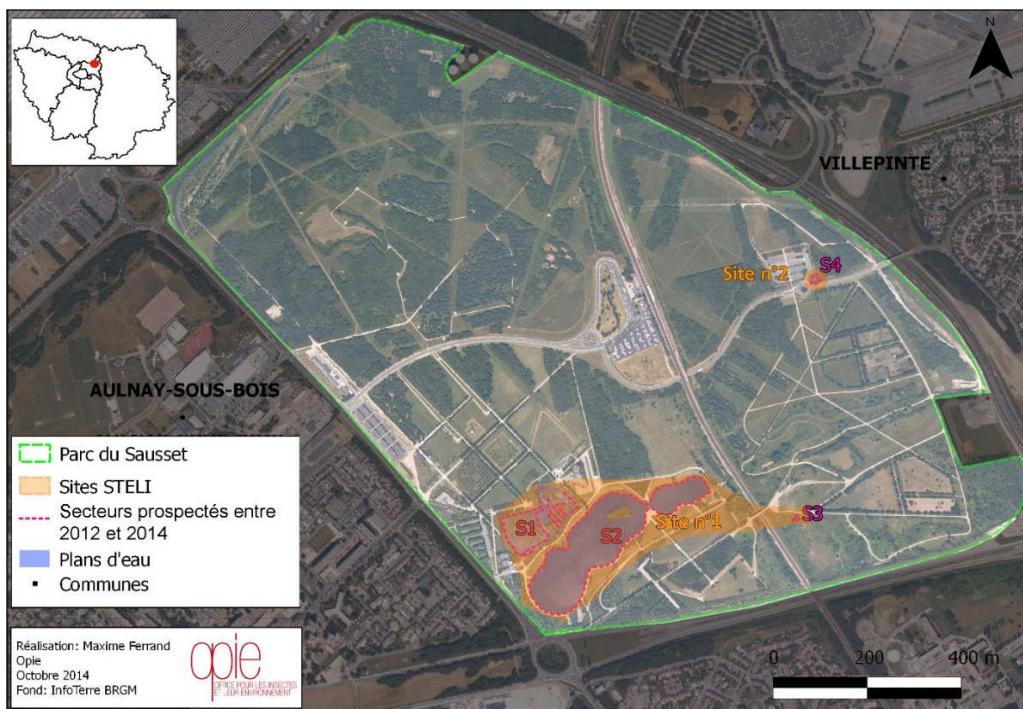


Figure 1. Localisation des secteurs aquatiques inventoriés dans le parc du Sausset lors de la mise en place du protocole STELI de 2012 à 2014. Location of the aquatic sectors surveyed in the urban park of Sausset during the implementation of the STELI protocol from 2012 to 2014.

Tableau 1. Caractérisation des secteurs aquatiques prospectés durant l'inventaire odonotologique du parc du Sausset suivant des variables imposées par le protocole STELI. *Characterization of the aquatic sectors investigated during the odonotological survey of the urban park of Sausset according to the STELI protocol.*

Site STELI	Secteur	Habitat STELI	Variation du niveau d'eau	Courant	Activité humaine
1	S1	Marais	Globalement constant	Eau stagnante	Conservation de la nature
1	S2	Lacs et grands réservoirs	Globalement constant	Eau stagnante	Pêche de loisirs
1	S3	Mare	Globalement constant	Eau stagnante	Animation
2	S4	Mare	Assèchement périodique	Eau stagnante	Inconnu

Méthodologies du protocole STELI et d'analyse

Sites STELI

Les données récoltées sur S1, S2 et S3 ont été regroupées pour ne constituer qu'un seul site d'échantillonnage au sens du STELI. En effet, à l'échelle d'analyse de ce programme, ces trois secteurs sont trop proches (moins de 500 m) les uns des autres pour être considérés indépendamment. De plus, selon le même seuil de distance, S4 constitue un deuxième site bien distinct du premier (Fig. 1). Cependant, à l'échelle du parc et dans la problématique qui intéresse directement le gestionnaire qui cherche à évaluer la dynamique odonotologique de chaque secteur, il nous est apparu opportun de bien différencier S1, S2 et S3 (Fig. 1). Nous verrons par la suite que cette démarche est parfaitement compatible avec les résultats exigés par la dimension nationale du STELI.

Variables STELI

Les quatre secteurs susceptibles d'accueillir des Odonates ont été classés suivant différentes variables (Tab. 1) imposées par le protocole STELI lors de la saisie des données (<http://steli.mnhn.fr/> : synthèse des infos à récolter). Parmi ces variables, six ont été utilisées pour décrire sommairement le linéaire prospecté des secteurs aquatiques rencontrés dans le parc : (i) l'eutrophisation et (ii) la turbidité de l'eau, la présence ou non (iii) d'hélophytes et (iv) d'hydrophytes (végétation aquatique), (v) de ligneux et (vi) de strate herbacée sur les rives (Fig. 2). Pour chaque secteur, nous donnerons le pourcentage de linéaire où nous avons observé chaque variable. Le gestionnaire du site disposera ainsi de données précises pour chaque secteur et pourra répondre à des interrogations du type : dans quels secteurs et sur quelles variables faut-il intervenir ?

Grâce au logiciel Q-GIS, nous avons cartographié le linéaire prospecté par secteur et mesuré sa longueur (en mètres). Ainsi, nous pouvons en déduire le linéaire total du parc présentant tel ou tel mode de chaque variable. Pour que cela soit plus parlant pour les agents de terrain, nous avons décidé de présenter ce résultat sous forme d'un graphique en « toile d'araignée » montrant, pour chaque variable, sa fréquence dans le parc par rapport au linéaire total prospecté (Fig. 3). Cette façon de présenter les résultats est particulièrement efficace dans la comparaison d'un site d'étude par rapport à un autre. Dans notre cas, elle a été utilisée pour comparer plusieurs parcs départementaux de Seine-Saint-Denis (FERRAND & HOUARD, 2012).



Figure 2. Illustrations de six variables caractérisant l'habitat et relevées dans le cadre du protocole STELI : (a) eau turbide (S2), avec *Anax parthenope* en ponte ; (b) présence d'hélophytes et d'une rive herbacée (S2) ; (c, d) présence d'hélophytes, d'hydrophytes et d'une rive boisée (S1) ; (e, f) présence d'hélophytes et d'une rive herbacée (S3) ; (g, h) présence d'une rive boisée et herbacée (S4). Illustration of six variables characterizing the habitat and recorded with the STELI protocol: (a) turbid water (S2) with an egg-laying pair of *Anax parthenope*; (b) helophytes and herbaceous bank (S2); (c, d) hydrophytes and wooded bank (S1); (e, f) helophytes and herbaceous bank (S3); (g, h) wooded and grassy banks (S4). (© M. Ferrand / Opie.).

Les relevés odonatologiques

Le protocole STELI exige trois périodes (printemps, début d'été et fin d'été ; tableau 2) et trois relevés par période, soit neuf relevés par an. Compte tenu du temps/homme budgétisé avec les agents du département, nous ne pouvions effectuer que deux sessions STELI par an. Pour la première année (2012), nous avons voulu réaliser la session de début d'été et étaler nos trois relevés restants de début mai à fin août en vue de pouvoir observer un large panel d'espèces et de pouvoir ajuster nos futurs relevés en fonction de ces premières observations (Tab. 2). Les deux années suivantes (2013 et 2014), nous nous sommes recentrés sur les sessions de printemps et de début d'été qui nous sont apparues les plus intéressantes à suivre au regard des potentialités odonatologiques du site (Tab. 2).

Tableau 2. Dates de passage par quinzaine et par année d'application du protocole STELI en fonction de la phénologie des Odonates et des sessions prévues par le protocole : en rouge = période défavorable, en jaune = période peu favorable sauf pour certaines espèces, en vert = période favorable avec date de prospection. Dates of survey according to the so-called STELI protocol and to the phenology of Odonata: red = unfavourable period, yellow = unfavourable period except for few species, green = favourable period with sampling dates.

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
2012					3	8 20	2 18	28				
2013					7 25	3 18	7 16					
2014					15 30	12 20	7 28					
					1 ^{ère} période		2 ^e période		3 ^e période			

Durant les trois années d'inventaire, pour chaque espèce et pour chaque secteur, le nombre d'individus observés a été consigné par la même personne (MF) à chaque relevé. L'échantillonnage des exuvies, l'identification des stades biologiques et les comportements ont été rapportés suivant le standard prévu par le protocole du Complément à l'inventaire des libellules de France (CILIF) préconisé par la SfO (DOMMANGET, 2010) et dont les éléments sont pleinement compatibles avec la mise en œuvre du protocole STELI. L'autochtonie des individus observés, c'est-à-dire la preuve du développement larvaire complet de l'espèce dans l'habitat aquatique (DOMMANGET, 2004), a ensuite été renseignée. Cette dernière a un intérêt particulier pour un gestionnaire souhaitant s'assurer de l'état des populations, analyser le bon fonctionnement des chaînes trophiques et ainsi d'autant mieux adapter ses mesures de gestion sur le compartiment aquatique (MASSELOT & NEL, 2003). Cette notion est fondamentale pour mettre en évidence des modifications du peuplement odonatologique qui échappent parfois à l'observateur (explosion de populations, espèces « discrètes », espèces en dispersion...).

La typologie utilisée pour consigner ces informations est celle de la SfO établie par DOMMANGET (2004) et précisée par VANAPPELGHEM (2007).

- Stade biologique : adulte, immature, émergent, exuvie, larve.
- Comportements : comportement d'appétence sexuelle (territorialité, poursuite, etc.), tandem, accouplement, ponte.

- Autochtonie

Certaine : présence d'exuvies et/ou d'émergences.

Probable : présence de larves et/ou d'individus fraîchement émergés (ténéral) et/ou une femelle en activité de ponte dans un habitat aquatique potentiel pour l'espèce.

Possible : présence d'adultes des deux sexes dans un habitat aquatique potentiel pour l'espèce et de comportements de reproduction (comportements d'appétence sexuelle, tandems, accouplements, mâles territoriaux).

Inconnue : un ou plusieurs adultes ou immatures dans un habitat favorable ou non à l'espèce (sans comportement d'activité de reproduction) et/ou une femelle en activité de ponte dans un habitat non potentiel pour l'espèce et/ou des comportements territoriaux de mâles sans femelle observée.

L'objectif était d'obtenir un relevé aussi complet que possible des espèces présentes un jour donné au sein des différents secteurs et de réaliser des prospections globalement identiques à chaque passage pouvant être reproduites facilement par une personne familière du site.

Ainsi, pour chaque espèce et pour chaque secteur du parc, plusieurs informations sur la biologie des espèces sont reportées à travers les tableaux de résultats :

- le nombre d'individus observés ;
- leur indice d'autochtonie selon les critères formellement établis par la SfO (DOMMANGET, 2004 ; VANAPPELGHEM, 2007).

Les données relevées nous ont permis de calculer un Indice linéaire d'abondance (ILA), largement inspiré de celui proposé par VOISIN (1986) et classiquement employé dans les suivis de peuplements d'Orthoptères. Il est ci-après donné en ind./100 m (nombre total d'individus observés sur le linéaire total prospecté ramené à 100 m). Cet indice est un outil permettant d'estimer l'abondance odonatologique d'un site ou d'un secteur à partir de comptages d'individus sur un linéaire précis. Il fournit aux gestionnaires, à une échelle régionale (entre plusieurs sites) ou plus locale (entre plusieurs secteurs de son site), une base numérique permettant une comparaison de site à site ou de secteur à secteur. Il faut cependant garder à l'esprit que des variations inter-annuelles peuvent survenir sur un même site en raison de températures hivernales clémentes, forte pluviométrie, etc. L'analyse et l'interprétation de ces données devront donc prendre en compte de tels facteurs. Néanmoins, de manière interprétative, un gestionnaire pourra éventuellement relier les effets d'une gestion favorable sur l'odonatofaune ou, au contraire, révéler un dysfonctionnement (pollution, introduction d'espèces invasives...) compte tenu de la description qu'il aura faite de son site ou de ses secteurs. MASSELOT & NEL (2003) ont montré que les Odonates ont une propriété « bio-informative » et qu'ils sont adaptés à rendre compte de changements intervenus sur une station précise. Il est donc pertinent de les insérer dans un suivi à long terme, selon un protocole établi au préalable.

Analyses statistiques

Richesse spécifique

En vue de tester l'exhaustivité du protocole en termes de richesse spécifique, nous avons utilisé deux outils : les courbes d'accumulation et les estimateurs de la richesse spécifique (PALMER, 1990 ; COLWELL & CODDINGTON, 1994). Les échantillons utilisés pour ces calculs sont composés des données cumulant l'ensemble des relevés entre 2012 et 2014. Un échantillon représente donc un relevé dans un secteur particulier à une date particulière. Au total, il y a 72 échantillons (4 secteurs x 6 relevés x 3 années).

Les courbes d'accumulation estiment le nombre d'espèces suivant un effort d'échantillonnage croissant, depuis un échantillon jusqu'au maximum possible. Ici nous avons représenté une courbe basée sur la richesse observée par échantillon et une autre basée sur une richesse estimée (échantillons ajoutés de manière aléatoire, sans retraitage).

Les estimateurs permettent d'estimer une richesse spécifique d'un site en utilisant les fréquences des espèces observées pour en déduire le nombre d'espèces non observées. Ils ne font pas de supposition sur la loi statistique de distribution des données et utilisent des méthodes non paramétriques. Dans cette étude nous avons utilisé les estimateurs CHAO (CHAO, 1984, 1987) et ACE (CHAO & LEE, 1992).

Indices de diversité

Grâce aux données STELI, nous avons pu calculer pour chaque relevé et chaque secteur les indices de diversité suivants :

- l'équitabilité J' de PIÉLOU (1966) qui mesure la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. J' varie de 0 à 1 dans le cas de la dominance d'une espèce et de l'équirépartition des individus dans les espèces, respectivement.
- L'entropie H' de SHANNON & WEAVER (1964) qui permet de quantifier la biodiversité d'une zone d'étude. H' est minimal (0) si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce ou, dans le cas où le peuplement est composé de plusieurs espèces et que, si chacune est représentée par un individu sauf une espèce, représentée par tous les autres individus du peuplement. H' augmente à mesure que la richesse spécifique et que l'équitabilité J' augmentent.

Tests statistiques

Pour déterminer d'éventuelles différences entre les secteurs dans les indices J' moyen et H' moyen (moyenne des indices de chaque relevé), nous avons utilisé des tests de Wilcoxon-Mann-Whitney avec un seuil de significativité α fixé à 0,01. Pour calculer l'intervalle de confiance à 95 % de ces moyennes, nous avons utilisé la technique du Bootstrap (SMITH & VAN BELLE, 1984). Les tests statistiques ont été effectués sous le logiciel R (R CORE TEAM, 2013).

Évaluation patrimoniale

Une approche patrimoniale peut également intéresser un gestionnaire souhaitant hiérarchiser les niveaux de responsabilité et définir des enjeux de conservation afin d'établir sur quelle(s) espèce(s) focaliser l'effort de gestion conservatoire. Aussi, dans le cadre du diagnostic écologique, la « valeur patrimoniale » de chaque secteur a été établie par compilation des critères spécifiques suivants :

- la présence d'espèces dites déterminantes de Zone d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) en Île-de-France (DOMMANGET, 2002a) ;
- leur indice de rareté géographique en Île-de-France (HOUARD & MERLET, 2014) ;
- leur degré de menace en Île-de-France suivant la Liste rouge régionale des libellules (HOUARD & MERLET, 2014).
- leur tolérance écologique (sténoécie), soit euryèce (espèces avec une grande tolérance écologique), soit sténoèce (espèces avec une tolérance écologique faible, leur développement sur un site nécessite des conditions écologiques particulières) (DOMMANGET *et al.*, 2008).

Notons enfin que la compilation de ces critères ne s'est pas faite grâce à des seuils franchis ou non, mais au « dire d'expert ».

Résultats

Sites STELI

Sur les 2 176 m linéaires prospectés à chaque date de relevés (716 m pour S1, 1 328 m pour S2, 52 m pour S3 et 80 m pour S4), aucune trace d'eutrophisation n'a été observée et 100 % du linéaire dispose d'hélophytes et de rives herbacées (Tab.3, Fig. 3). L'eau n'est turbide que dans S2 (Tab. 3). Nous remarquons également que S1 et S4 sont constitués de rives boisées : sur le total de 2 176 m de linéaire prospecté, 90 % des rives boisées se trouvent dans le secteur S1 et 10 % dans le secteur S4. Les hydrophytes ne se développent que sur S1 (Tab. 3).

Tableau 3. Fréquence de six variables imposées par le protocole STELI pour les quatre secteurs inventoriés dans le parc du Sausset. Frequency of six parameters established by the STELI protocol for the fore sectors surveyed in the Sausset urban park.

Secteurs	Turbidité	Eutrophisation	Rives boisées	Hélophytes	Rives herbacées	Hydrophytes
S1	0	0	90	33	33	100
S2	100	0	0	61	61	0
S3	0	0	0	2	2	0
S4	0	0	10	4	4	0

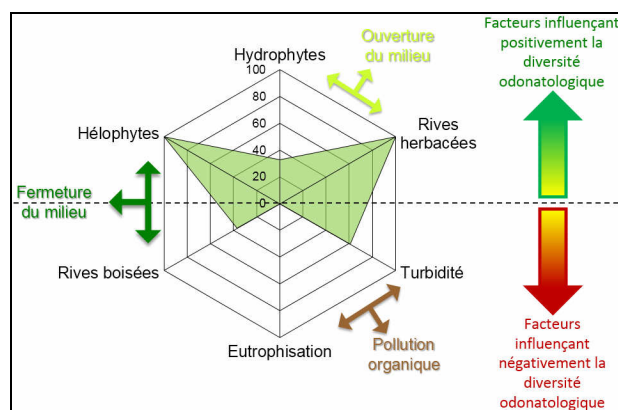


Figure 3. Fréquence de six variables imposées par le protocole STELI pour la totalité du linéaire inventorié dans le parc du Sausset. Frequency of six variables established by the STELI protocol for the total linear distance surveyed in the Sausset urban park.

Relevés odonatologiques

Au cours de nos trois années d'inventaire, nous avons pu déterminer pour l'ensemble du parc, 2 025 individus, représentant 23 espèces (16 en 2012, 21 en 2013 et 22 en 2014) réparties dans 15 genres et 6 familles (Tab. 4). Pour l'ensemble des espèces, l'estimation de la richesse spécifique aboutit à 23 pour l'estimateur CHAO et 23,4 pour l'estimateur ACE. Les courbes d'accumulation montrent un plateau à 23 espèces (Fig. 4a, b). La première et la deuxième année ont permis d'observer respectivement 70 % et 95 % des espèces qui l'ont été après les trois années d'inventaire (soit 16 et 22 espèces). *Ischnura elegans* et *C. puella* sont les espèces les plus abondantes. En effet, elles représentent respectivement 45 et 26 % du nombre total d'individus recensés durant les trois ans. À l'inverse, un seul individu d'*A. cyanea* a pu être observé entre 2012 et 2014 (Tab. 4).

Il y a des différences significatives d'équitabilité et d'entropie entre S1 et S4 ($J' : U = 85, p = 0,01$; $H' : U = 273, p = 0,0003$; figure 5) et d'entropie entre S1 et S3 ($U = 256, p = 0,003$; figure 5). En revanche, ces différences entre les autres secteurs ne sont pas significatives. En ce qui concerne la moyenne de la richesse spécifique par secteurs, S1 est significativement différent de S3 et S4 (respectivement : $U = 38,5, p < 0,01$; $U = 30, p < 0,01$; figure 5). Il en va de même entre S2 et S4 ($U = 66,5, p = 0,002$).

Tableau 4. Abondance et fréquence des espèces observées durant l'utilisation du protocole STELI dans le parc du Sausset (Seine-Saint-Denis). Abundance and frequency of species during the use of the STELI protocol in the urban park of Sausset (Seine-Saint-Denis department).

Espèces observées	Site STELI n°1									Site STELI n°2			Fréquence (%)
	S1 2012	2013	2014	S2 2012	2013	2014	S3 2012	2013	2014	S4 2012	2013	2014	
<i>Calopteryx splendens</i> (Harris, 1780)		1			1								0,1
<i>Chalcolestes viridis</i> (Vander Linden, 1825)	2	1	1				1			1	2	1	0,4
<i>Sympetma fusca</i> (Vander Linden, 1820)		33	16				1		2				2,6
<i>Coenagrion puella</i> (Linnaeus, 1758)	6	105	204	4	2	5	45	80	50	12		22	26,4
<i>Enallagma cyathigerum</i> (Charpentier, 1840)	2	1	4	3	38	35							4,1
<i>Ischnura elegans</i> (Vander Linden, 1820)	53	146	502	28	36	103	13	18	4		1	16	45,4
<i>Erythromma lindenii</i> (Selys, 1840)			1		1	1							0,1
<i>Erythromma najas</i> (Hansemann, 1823)		2	3										0,2
<i>Erythromma viridulum</i> (Charpentier, 1840)	13	32	6		3	3							2,8
<i>Pyrrosoma nymphula</i> (Sulzer, 1776)							1	13	17				1,5
<i>Aeshna mixta</i> Latreille, 1805	2			1			12					2	0,8
<i>Aeshna cyanea</i> (O. F. Müller, 1764)											1		< 0,1
<i>Aeshna isocetes</i> (O. F. Müller, 1767)		8	1										0,4
<i>Anax imperator</i> (Leach, 1815)	6	6	8	3	9	11	2						2,2
<i>Anax parthenope</i> (Selys, 1839)	1	4	8	2	8	18							2,0
<i>Cordulia aenea</i> (Linnaeus, 1758)	6	7	9										1,1
<i>Libellula quadrimaculata</i> Linnaeus, 1758	1	23	8		1			8					2,0
<i>Libellula depressa</i> Linnaeus, 1758		2	5							1	4	1	0,6
<i>Libellula fulva</i> O. F. Müller, 1764			1		3								0,2
<i>Orthetrum cancellatum</i> (Linnaeus, 1758)	1	13	21	1	11	19							3,3
<i>Crocothemis erythraea</i> (Brullé, 1832)	1	5	4		1								0,5
<i>Sympetrum sanguineum</i> (O. F. Müller, 1764)							2	6	8	1	1	4	1,1
<i>Sympetrum striolatum</i> (Charpentier, 1840)	1	5	1			4	4		3	9		9	1,8
Abondance (nombre total d'individus)	95	394	803	42	114	201	79	127	83	23	8	56	100
Richesse spécifique totale	13	17	18	7	12	11	7	6	6	4	4	8	
Richesse spécifique par secteur		20			16			10			8		

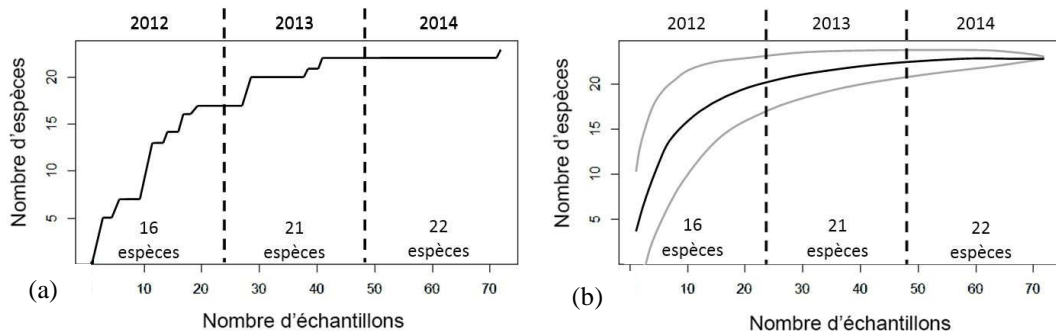


Figure 4. Courbes d'accumulation de richesse spécifique : (a) selon l'échantillonnage réel, (b) selon un échantillonnage aléatoire (échantillons tirés ajoutés de manière aléatoire, sans remise). Un échantillon correspond à un relevé c'est-à-dire une visite sur un site à une date. Les courbes grises correspondent à l'erreur standard. *Species richness cumulative curves: (a) according to field samples, (b) according to random sampling (samples randomly added without replacement). One sample corresponds to one visit at one site and date. Grey curves indicate the standard error.*

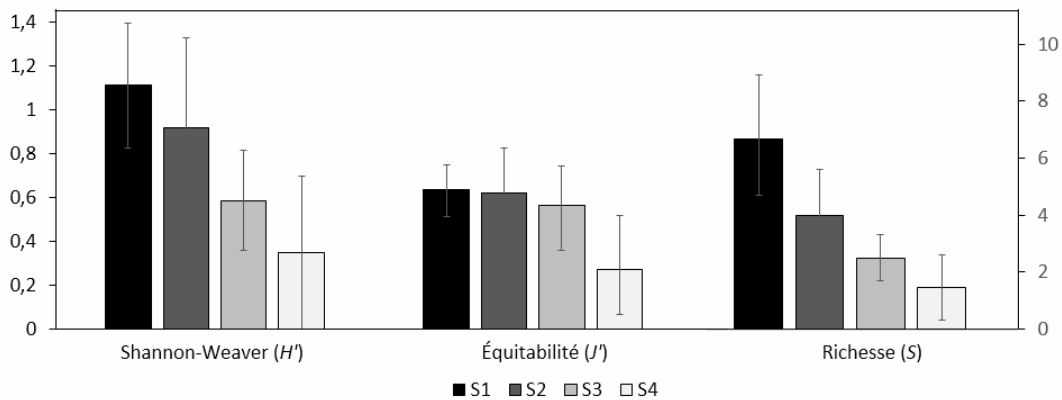


Figure 5. Moyenne de chacun des indices de diversité (axe des ordonnées primaire) et de la richesse spécifique (axe des ordonnées secondaire) par secteurs ; les barres indiquent les intervalles de confiance à 95 %. *Mean of each diversity index (primary axis of ordinates) and of species richness (secondary axis of ordinates) regarding sectors; bars indicate the 95 % confidence intervals.*

Autochtonie

Le degré d'autochtonie des Odonates du parc du Sausset révèle que la très grande majorité des espèces recensées (83 %) sont « reproductrices », c'est-à-dire avec une autochtonie probable (48 %) ou certaine (35 %) (Tab. 5). Ces espèces effectuent probablement ou incontestablement leur développement larvaire jusqu'à l'émergence au sein des habitats aquatiques présents dans le parc.

Tableau 5. Degré d'autochtonie par espèce et par secteur du parc du Sausset : +++ = certaine, ++ = probable, + = possible, - = aucun indice. Degree of autochtony according to the species and to the sectors of the urban park of Sausset.

Espèces observées	Site STELI n°1			Site STELI n°2
	S1	S2	S3	S4
<i>Calopteryx s. splendens</i>	-	-		
<i>Chalcolestes v. viridis</i>	++	-	++	-
<i>Sympecma fusca</i>	+	+	+	
<i>Coenagrion puella</i>	+	++	++	++
<i>Enallagma cyathigerum</i>	++	++		
<i>Ischnura elegans</i>	+++	++	+	+
<i>Erythromma lindenii</i>	+	-		
<i>Erythromma najas</i>	++			
<i>Erythromma viridulum</i>	+	++		
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>			+	
<i>Aeshna mixta</i>	+	+	+++	+++
<i>Aeshna cyanea</i>				+++
<i>Aeshna isocetes</i>	++			
<i>Anax imperator</i>	++	++	+++	
<i>Anax parthenope</i>	++	++		
<i>Cordulia aenea</i>	+++			
<i>Libellula quadrimaculata</i>	+++	-	++	
<i>Libellula depressa</i>	++			++
<i>Libellula fulva</i>	-	++		
<i>Orthetrum cancellatum</i>	++	++		
<i>Crocothemis erythraea</i>	++	-		
<i>Sympetrum sanguineum</i>			+++	++
<i>Sympetrum striolatum</i>	++	++	+++	+++
Nombre d'autochtonie ++ et +++	13	9	7	6
Richesse spécifique par secteur	20	16	10	8

Abondance odonatologique

Les ILA des espèces autochtones nous permettent d'estimer l'abondance odonatologique d'un secteur. L'ILA moyen pour le parc du Sausset sur les trois années est de moins de 4 ind./100 m (Tab. 6). Cet indice moyen a été en constante augmentation durant les trois années d'inventaire, soit une multiplication du nombre moyen d'individus par un facteur de 4,3.

Tableau 6. Calcul des Indices linéaires d'abondance (ILA) odonatologique dans le parc du Sausset. Odonata linear abundance index (so-called ILA) in the urban park of Sausset.

	Site STELI n°1			Site STELI n°2	Ensemble du parc
	S1	S2	S3	S4	
Linéaire prospecté (m)					
par relevé	717	1329	52	80	2178
par année	4302	7972	314	480	13068
pour les trois ans	12905	23916	941	1441	39203
Nombre d'individus					
en 2012	74	41	65	23	203
en 2013	223	110	94	5	432
en 2014	575	198	62	39	874
pour les trois ans	872	349	221	67	1509
ILA (ind/100 m)					
en 2012	1,72	0,51	20,72	4,79	1,55
en 2013	5,18	1,38	29,97	1,04	3,31
en 2014	13,37	2,48	19,77	8,12	6,69
pour les trois ans	6,76	1,46	23,49	4,65	3,85

Discussion

Caractérisation des habitats en fonction des variables STELI

L'analyse des six variables du protocole STELI permet une première approche de caractérisation des habitats des secteurs aquatiques du site étudié, à travers la perception des principales variables régissant la diversité odonatologique. Un gestionnaire peut ainsi repérer à l'échelle de son site quelles sont les variables à améliorer pour accroître la diversité odonatologique de celui-ci. Il peut également concrètement identifier sur quels secteurs il lui faudra focaliser les mesures de gestion.

Précisons cependant qu'il a été difficile de définir clairement, pour chacun des secteurs prospectés, la nature de l'habitat aquatique. En effet, les informations et le choix des habitats disponibles dans le protocole STELI sont trop génériques pour pouvoir être utilisés facilement. Par exemple, l'étang de Savigny nous est apparu trop grand pour rentrer dans la catégorie *étang* et ne correspond pas non plus à un *lac et grand réservoir*. Néanmoins par élimination, nous l'avons placé dans cette dernière catégorie. À l'échelle des préoccupations du gestionnaire des sites, la typologie proposée par le CILIF (DOMMANGET, 2010) nous est apparue plus informative pour décrire les liens entre les cortèges identifiés et les habitats odonatologiques relevés sur le site. Il aurait été intéressant que le protocole STELI reprenne les habitats aquatiques déjà proposés par le CILIF.

Dans le cas du parc du Sausset, nous n'avons pas observé de signe notable d'eutrophisation (comme la prolifération d'algues filamenteuses ou de lentilles d'eau) et 100 % du linéaire dispose d'hélophytes et de rives herbacées (Fig. 2). Ces observations sont plutôt positives pour une diversité optimale en libellules (GRAND & BOUDOT, 2006 ; WILDERMUTH & KÜRY, 2009). Néanmoins, la très faible représentativité des hydrophytes (seulement 30 % du linéaire prospecté) et les 60 % de linéaire totaux renseignés comme turbides apparaissent comme une limite à l'expression optimale de la diversité odonatologique.

Le secteur S2 concentre la totalité du linéaire turbide prospecté. Une forte teneur de matière en suspension dans l'eau (turbidité importante) limite l'entrée de la lumière dans l'eau et par conséquent la production photosynthétique et le développement des plantes aquatiques (PELTRE *et al.*, 2002 ; FROSSARD & OERTLI, 2013). Ceci va se traduire notamment par une oxygénation plus faible de l'eau. Des espèces sensibles à une baisse ou à une faible teneur en oxygène dans l'eau vont délaisser cet habitat. De plus, l'absence ou le faible nombre de plantes aquatiques est défavorable à la diversité odonatologique. En effet, les macrophytes tiennent un rôle majeur dans le développement des Odonates comme support de ponte et comme lieu de dissimulation pour les larves (GRAND & BOUDOT, 2006). Une turbidité trop importante est donc un frein au développement d'une plus grande biodiversité en Odonates.

Une des principales causes de cette turbidité est vraisemblablement due à l'introduction humaine de poissons herbivores (notamment des carpes) qui, par leur trop grande concentration, soulèvent des particules du substrat en cherchant leur nourriture (WILDERMUTH & KÜRY, 2009). Cette concentration induit également une disparition des hydrophytes du fait de leur consommation par les poissons herbivores. Des nasses, comme celles installées dans S1 (voir § suivant), peuvent être une solution pour limiter le nombre de poissons. Si le gestionnaire du parc souhaite améliorer l'état de conservation

de l'habitat et ainsi disposer d'une faune odonatologique plus diversifiée sur ce secteur, c'est prioritairement sur ce facteur qu'il devra intervenir.

Nous avons pu constater la présence de carpes dans S1 également. Parallèlement, ce secteur concentre la totalité du linéaire prospecté comportant des hydrophytes et 90 % du linéaire de rives boisées. Son ILA moyen est de presque 7 ind./100 m (le deuxième plus important du parc). Connaissant les impacts de l'ichtyofaune sur la faune odonatologique, comment expliquer cette valeur bien supérieure à celle de S2 ? Comme énoncé par WILDERMUTH & KÜRY (2009), les Odonates peuvent cohabiter avec les poissons dans les grands plans d'eau partiellement envahis par la végétation et lorsque la densité de poissons reste modérée. Dans notre cas, S1 semble rassembler ces caractéristiques.

L'ILA a augmenté entre 2012 et 2014 pour atteindre 13 ind./100 m. Deux hypothèses peuvent être avancées pour expliquer un tel phénomène. La première est celle de la pose par le gestionnaire du site d'un plus grand nombre de nasses à poissons entre 2012 et 2014. La seconde est la réouverture du site avec une coupe de la partie aérienne des grands héliophytes qui a été réalisée entre 2012 et 2013 (Fig. 5). Cette action aura eu pour effet de maintenir (au moins pendant deux années) les micro-habitats de clairière entre les massifs de grands héliophytes en garantissant une luminosité continue durant toute la période de reproduction des Odonates.

En ce qui concerne les rives boisées, il est important de gérer le degré d'ouverture des végétations rivulaires et périphériques des points d'eau afin de diversifier les microhabitats, ce qui fournira aux adultes des perchoirs, des zones de chasse et des couloirs facilitant leurs déplacements (WILDERMUTH, 1994). Le gestionnaire devra surveiller notamment la dynamique des saules sur ce secteur.

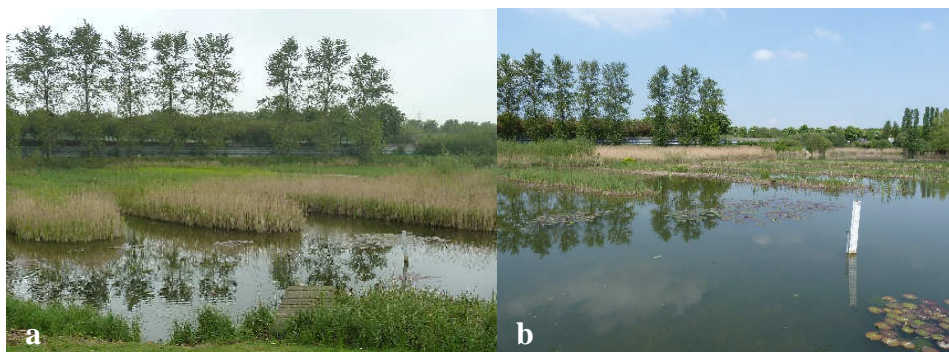


Figure 5. Secteur S1 avant et après la coupe et l'exportation des grands héliophytes (roselière sud) : (a) en mai 2012 et (b) en mai 2013. *The sector S1 before and after cutting and exporting tallest helophytes (southern reed): in May 2012 and (b) in May 2013.*

Relevés odonatologiques

Avec 23 espèces observées, la richesse spécifique représente 39 % de la faune odonatologique francilienne et 25 % de la faune métropolitaine. Par ailleurs, 65 % de la faune départementale est présente dans ce parc (HOUARD & MERLET, 2014). Par comparaison aux autres parcs départementaux de Seine-Saint-Denis, le parc du Sausset a une richesse spécifique en deçà de celles du parc Georges Valbon (25 espèces) (M. Duclos [agent du parc], com. pers.) et du parc de la Haute-Ile (29 espèces après deux ans de protocole STELI).

Les estimateurs CHAO et ACE montrent que les estimations de la richesse spécifique observée sur le parc du Sausset sont, soit égales à la richesse spécifique réelle, soit légèrement supérieures. Les courbes d'accumulation montrent un plateau estimé à 23 espèces. En d'autres termes, et après analyse de ces résultats, la probabilité d'observer sur le parc une nouvelle espèce est désormais extrêmement faible. La première année d'inventaire a permis d'observer 70 % des Odonates du parc. Ce pourcentage, déjà important, ne nous a pas permis d'observer les espèces d'intérêt patrimonial comme *A. isoceles*, *L. fulva* et *E. najas*. La deuxième année d'inventaire nous a permis d'identifier 95 % des espèces présentes depuis 2012 dans le parc (soit 22 espèces). Les espèces discrètes ou rares précédemment citées ont toutes été observées dès 2013. La troisième année nous a permis d'atteindre le plateau des 23 espèces estimées grâce aux estimateurs CHAO et ACE. Ceci suggère que le STELI permet d'atteindre une certaine exhaustivité lorsqu'il est conduit intégralement sur au moins deux années consécutives. Les trois années consécutives de relevés sont conformes aux préconisations génériques de la Sfo telles qu'elles sont présentées dans les protocoles de l'Inventaire cartographique des Odonates de France (INVOD) et du CILIF (DOMMANGET, 2002b, 2010). Dans le cas du gestionnaire du parc du Sausset, deux ans de protocole STELI lui auront permis de découvrir 95 % des espèces ainsi que l'ensemble des espèces d'intérêt patrimonial. Ce résultat est un excellent compromis pour un diagnostic résolument tourné vers une gestion conservatoire.

Signalons également que plus le pourcentage d'autochtonie est élevé, plus le lien entre les espèces observées et les habitats présents dans le parc est « établi » et révèle ainsi la fonctionnalité effective des habitats du site pour les libellules. Le gestionnaire pourra ainsi ajuster au mieux ses mesures de gestion en connaissance de cette variable et non *a priori*. Rappelons qu'il est de 83 % dans le parc.

Patrimonialité du peuplement

Pratiquement toutes les espèces observées sur ce parc correspondent à ce que l'on pouvait attendre, notamment en termes de richesse spécifique, compte tenu des données recueillies au cours des trente dernières années dans la région (DOMMANGET, 2011 ; HOUARD *et al.*, 2013 ; HOUARD & MERLET, 2014). Le contexte urbain dans lequel le parc se trouve a une influence certaine sur son peuplement odonatologique. En effet, la majorité des espèces sont connues pour leur grande plasticité écologique (espèces euryèces ; tableau 7). Elles peuvent se développer dans une large gamme d'habitats et se retrouvent dans la plupart des habitats aquatiques présents en Île-de-France. Cependant trois espèces considérées comme d'intérêt patrimonial en Île-de-France (*A. isoceles*, *L. fulva* et *E. najas*) ont été recensées au cours de cet inventaire. L'intégration de ces trois espèces dans le groupe des espèces à haute valeur patrimoniale, présentant un enjeu de conservation pour le gestionnaire du site. L'intérêt patrimonial de ces trois espèces a pu être justifié par les éléments suivants (Tab. 7) :

- *Erythromma najas* est peu commun et considéré comme quasi menacé en Île-de-France (HOUARD & MERLET, 2014). Ses populations sont assez localisées dans la région et nécessite une vigilance particulière pour éviter, dans l'avenir, que cette espèce ne bascule dans la catégorie des espèces menacées.

- *Aeshna isocelus* est déterminant du statut de ZNIEFF en Île-de-France (DOMMANGET, 2002a), sténoèce typique des roselières avec clairières où subsistent des surfaces d'eau libre envahies d'hydrophytes immergés ou flottants (GRAND & BOUDOT, 2006). Il est considéré comme très rare et vulnérable dans la région (HOUARD & MERLET, 2014) et constitue en outre une priorité de conservation désignée par la déclinaison régionale du Plan national d'actions (HOUARD *et al.*, 2013).
- *Libellula fulva* est déterminant du statut de ZNIEFF, assez commun dans la région et sténoèce. Il se développe dans les eaux stagnantes de nature assez variée comme des étangs alimentés par un ruisseau, une source, des canaux, des habitats périphériques aux cours d'eau alimentés par la nappe fluviale et des parties calmes des cours d'eau (DOMMANGET *et al.*, 2008).

Enfin, il convient de noter que *S. fusca* n'a pas été retenu comme relevant d'un intérêt patrimonial alors qu'il dispose des mêmes critères d'évaluation que *Libellula fulva*. Historiquement, cette espèce était considérée comme relativement rare et exigeante du point de vue écologique (DOMMANGET, 2011) et avait été classée comme déterminante de ZNIEFF en Île-de-France (DOMMANGET, 2002a). Désormais, avec l'amélioration des connaissances et le partage de celles-ci par le plus grand nombre, *S. fusca* n'est plus considéré comme une espèce véritablement d'intérêt patrimonial dans la région.

Tableau 7. Statuts de conservation en Île-de-France et sténoécie (tolérance écologique) des espèces observées les trois années d'utilisation du protocole STELI dans le parc du Sausset (Seine-Saint-Denis, 93). ZNIEFF : X = espèces déterminantes (DOMMANGET, 2002a). Rareté géographique : CC = très commune, C = commune, AC = assez commune, PC = peu commune, RR = très rare ; menace : LC = préoccupation mineure, NT = quasi menacé, VU = vulnérable ; sténoécie : S = espèce sténoèce, E = espèce euryèce (HOUARD & MERLET, 2014).

Conservation status in the Île-de-France region and stenoecy (ecological tolerance) of the species observed during the three years of monitoring using the STELI protocol in the urban park of Sausset (Seine-Saint-Denis department).

Espèces	ZNIEFF	Rareté	Menace	Sténoécie	Espèces	ZNIEFF	Rareté	Menace	Sténoécie
<i>Calopteryx s. splendens</i>		C	LC	E	<i>Aeshna isocelus</i>	X	RR	VU	S
<i>Chalcolestes v. viridis</i>		C	LC	E	<i>Anax imperator</i>		C	LC	E
<i>Sympecma fusca</i>	X	AC	LC	S	<i>Anax parthenope</i>		AC	LC	E
<i>Coenagrion puella</i>		C	LC	E	<i>Cordulia aenea</i>		AC	NT	E
<i>Enallagma cyathigerum</i>		AC	LC	E	<i>Libellula quadrimaculata</i>		AC	LC	E
<i>Ischnura elegans</i>		CC	LC	E	<i>Libellula depressa</i>		C	LC	E
<i>Erythromma lindenii</i>	X	AC	LC	E	<i>Libellula fulva</i>	X	AC	LC	S
<i>Erythromma najas</i>		PC	NT	E	<i>Orthetrum cancellatum</i>		C	LC	E
<i>Erythromma viridulum</i>		AC	LC	E	<i>Crocothemis erythraea</i>		AC	LC	E
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>		AC	LC	E	<i>Sympetrum sanguineum</i>		C	LC	E
<i>Aeshna mixta</i>		AC	LC	E	<i>Sympetrum striolatum</i>		AC	LC	E
<i>Aeshna cyanea</i>		AC	LC	E					

Croisement des données odonatologiques et des variables de l'habitat

À l'échelle du parc et sur les trois années d'étude, l'ILA est de 3,8 ind./100 m. S'il est réalisé dans les mêmes conditions (l'application systématique du protocole STELI le garantissant) un tel indicateur peut contribuer à comparer des sites similaires proches les uns des autres (ex. : autres parcs départementaux). Néanmoins, il faudra considérer la nature et la richesse des espèces, des valeurs d'ILA égales pouvant refléter des peuplements bien différents dans l'espace ou dans le temps. À terme, il pourrait être créé un référentiel régional permettant aux gestionnaires de se calibrer sur d'autres sites.

En analysant les ILA par secteur et par année, nous remarquons que l'abondance odonatologique des espèces autochtones a été globalement la plus importante en 2014 sauf pour le S3 (Tab. 6), où le comblement de l'habitat par les grands hélophytes pourrait expliquer cette baisse (l'eau libre représentait en 2012 1/3 de la surface de la mare alors qu'en 2013 et 2014 la totalité de la surface était densément recouverte de grands hélophytes). La hiérarchie est toujours respectée entre les trois années, à savoir que S3 est le plus « productif », suivi de S1, S4 et pour finir S2. La faiblesse des effectifs relevés sur S2 est vraisemblablement à mettre en relation avec sa turbidité, la présence de nombreux poissons et l'absence d'hydrophytes. Le gestionnaire devra donc focaliser ses mesures de gestion sur ces points pour améliorer l'état de conservation de ce secteur.

En ce qui concerne le peuplement odonatologique des quatre secteurs, nous avons pu observer une différence significative d'entropie entre S1 et S4. Ceci est notamment dû au fait que la richesse spécifique est de 20 sur S1 alors qu'elle n'est que de 8 sur S4. Ceci est également dû à la différence significative d'équitabilité, montrant que les individus sont plus équitablement répartis entre les espèces sur S1 que sur S4. Ainsi, S4 apparaît dominé par une espèce (*C. puella* ; tableau 3) et ne présente vraisemblablement pas, pour l'instant, un cadre équilibré pour le développement d'un peuplement odonatologique diversifié. Le caractère temporaire de ce secteur est certainement le principal facteur limitant pouvant expliquer ce résultat. En effet, nous n'avons observé (Tab. 5) que les espèces à cycle de développement court sur ce secteur. Les deux Aeshnidae (*A. mixta* et *A. cyanea*) observés sur ce secteur peuvent, si les conditions le permettent, réaliser leur cycle de développement en un an (HEIDEMANN & SEIDENBUSCH, 2002 ; GRAND & BOUDOT, 2006). S1 est à l'opposé de S4 et semble présenter une relative stabilité de son niveau d'eau. Ce secteur est contrôlé par le gestionnaire du site (niveau d'eau maîtrisé, création de nouveaux micro-habitats, gestion des roselières...). De plus, nous y avons observé des preuves de reproduction d'espèces à cycle de développement pouvant aller parfois jusqu'à trois ans. Par exemple, *A. isoceles* réalise son cycle de développement sur deux ans (peut-être parfois trois) (HEIDEMANN & SEIDENBUSCH, 2002 ; GRAND & BOUDOT, 2006). Elle a été observée principalement sur ce site au niveau des roselières à clairières au nord de S1, primordiales pour son développement. Un individu a été observé également au niveau des chenaux sud entre les roselières créées récemment par le gestionnaire du parc. Celui-ci devra donc prendre en compte la gestion de l'habitat « roselières à clairières » dans ses futurs travaux de gestion. De plus, ce secteur abrite une faune odonatologique relativement riche puisqu'il concentre 20 espèces sur les 23 répertoriées au sein du parc et héberge deux des trois espèces à enjeu de conservation (*A. isoceles* et *E. najas*). Enfin, ce secteur dispose du plus grand nombre d'espèces avec une autochtonie considérée comme établie (certaine ou probable). Ces résultats confirment le

caractère stratégique de ce secteur pour la conservation de la faune odonotologique du parc.

Concernant les deux autres secteurs (S2 et S3), grâce à l'ensemble de nos résultats, ils semblent être des intermédiaires aux deux cités précédemment (S1 et S4). La réalisation de mesures de gestion favorables aux Odonates (limitation de la prolifération des carpes dans S2 et de la fermeture de S3 par les grands hélophytes) améliorerait très vraisemblablement la diversité odonotologique. Il serait ainsi intéressant de poursuivre l'application du STELI (au minimum sur deux ans) avec un pas de temps plus lâche (tous les trois ans par exemple) pour permettre de suivre l'impact de la gestion après cette phase initiale.

Conclusion

À travers la mise en place du protocole STELI sur trois ans dans le parc du Sausset, il nous est possible de démontrer que l'implication locale dans ce protocole national apporte des résultats concrets pour la gestion conservatoire des Odonates. Ainsi, parmi les 23 espèces observées, trois sont classées comme d'intérêt patrimonial en Île-de-France et doivent être prises en compte dans les futures mesures de gestion. Ensuite, parmi les quatre secteurs prospectés, le marais (S1) et la mare du parking des érables (S4) présentent le plus de différences. Le premier est apparu essentiel pour l'implantation d'une faune odonotologique dans le parc et le second présente un faciès unique (mare temporaire) favorable à une faune aquatique singulière. Enfin, grâce à la prise en compte des variables imposées du protocole STELI, certains dysfonctionnements écologiques (turbidité, fermeture d'habitats) ont pu être détectés et analysés, permettant ainsi de justifier la mise en place des mesures de gestion. Le protocole STELI nous aura donc permis d'entrevoir, sur les cortèges odonotologiques des secteurs suivis, quelques effets de ces mesures de gestion mises en œuvre au sein du parc départemental du Sausset.

Travaux cités

- CHAO A., 1984. Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics* 11 : 265-270 pp.
- CHAO A., 1987. Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics* 43 : 783-791.
- CHAO, A. & LEE, S.-M., 1992. Estimating the number of classes via sample coverage. *Journal of the American Statistical Association* 87 (417) : 210-217.
- COLWELL R.-K. & CODDINGTON J.-A., 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions: Biological Sciences* 345 (1311) : 101-118.
- DOMMANGET J.-L., 2002a *Odonates*. In : Conseil scientifique régional du patrimoine naturel (CSRPN IdF) & Direction régionale d'Île-de-France (DIREN IdF). *Guide méthodologique pour la création de Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) en Île-de-France*. Direction Régionale de l'Environnement d'Île-de-France, Cachan : 93-103.
- DOMMANGET J.-L., 2002b. *Protocole de l'Inventaire cartographique des Odonates de France (Programme IN-VOD)*. Muséum national d'histoire naturelle – Société française d'odonotologie, 3^e édition, 64 pp.

- [DOMMANGET J.-L., 2004. *Tableau récapitulatif des indices d'autochtonie d'espèces et de stabilité des populations d'Odonates*. Document interne, Société française d'odonatologie, Bois d'Arcy.]
- DOMMANGET J.-L., 2010. *Complément à l'inventaire des libellules de France (CILIF) (mise à jour en janvier 2010)*. Société française d'odonatologie, Bois d'Arcy <www.libellules.org>.
- [DOMMANGET J.-L., 2011. Les Odonates de la région Île-de-France : État des connaissances, diversité et originalité, évolution et menaces (Résumé). Document non publié, Conseil Régional d'Île-de-France – Société française d'odonatologie, Bois-d'Arcy, 11 pp.]
- [DOMMANGET J.-L., PRIOUL B., GAJDOS A., BOUDOT J.-P., 2008. *Document préparatoire à une Liste Rouge des Odonates de France métropolitaine complétée par la liste des espèces à suivi prioritaire*. Société française d'odonatologie, Bois-d'Arcy, rapport non publié, 47 pp.]
- FERRAND M. & DUCLOS M., 2013. Première mention d'*Orthetrum albistylum* dans le département de la Seine-Saint-Denis (Odonata : Libellulidae). *Martinia* 29 (2) : 123.
- [FERRAND M. & HOUARD X., 2012. Mise en œuvre du protocole STELI dans le cadre d'une première année d'inventaire odonatologique de quatre parcs départementaux de Seine-Saint-Denis (93) : la Poudrerie, le Sausset, Georges Valbon et la Haute-Île. Office pour les insectes et leur environnement – Observatoire départemental de la biodiversité urbaine, Guyancourt, 37 pp + Ann.]
- FROSSARD P.-A. & OERTLI B., 2013. *Mares et étangs – Écologie, gestion, aménagement et valorisation*. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 480 pp.
- [GOURMAND A.-L. & VANAPPELGHEM C., 2012. *Suivi temporel des Libellules – STELI*. Office pour les insectes et leur environnement, Guyancourt, 5 pp <http://odonates.pnaopie.fr/wp-content/uploads/2011/02/Steli_protocole_11.pdf>.]
- GRAND D. & BOUDOT J.-P., 2006. *Les Libellules de France, Belgique et Luxembourg*. Biotope (collection Parthénopé), Mèze, 480 pp.
- HEIDEMANN H. & SEIDENBUSCH R., 2002. *Larves et exuvies des libellules de France et d'Allemagne (sauf de Corse)*. Société française d'odonatologie, Bois-d'Arcy, 415 pp.
- [HOUARD X., MERLET F., LYX D. & PORTE É., 2013. *Déclinaison régionale Île-de-France du Plan national d'actions en faveur des Odonates (2013-2017)*. Office pour les insectes et leur environnement – Société française d'odonatologie – Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie d'Île-de-France, Guyancourt, 70 pp + Ann. <http://odonates.pnaopie.fr/wp-content/uploads/2010/12/PRA_Odonates_IDF_2013-2017.pdf>.]
- [HOUARD X. & MERLET F. (Coord.), 2014. Liste rouge régionale des libellules d'Île-de-France. NatureParif – Office pour les insectes et leur environnement – Société française d'odonatologie, Paris, 80 pp.]
- MASSELOT G. & NEL A., 2003. Les odonates sont-ils des taxons bio-indicateurs ? *Martinia* 19 (1) : 7-40.
- PALMER M.W., 1990. The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology* 71 : 1195-1198.
- PELTRE M.C., MULLER S., OLLIVIER M., DUTARTRE A., BARBE J., HAURY J., TRÉMOLIÈRES M., 2002. Les proliférations végétales aquatiques en France :

- caractères biologiques et écologiques des principales espèces et milieux propices : 1 Bilan d'une synthèse bibliographique. *Bulletin français de la pêche et de la pisciculture* 365-366 : 237-258.
- PIÉLOU E.C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology* 13 : 131–144.
- R CORE TEAM, 2013. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria <<http://www.R-project.org/>>.
- SHANNON C.E. & WEAVER W., 1964. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana, pp.
- SMITH E.P & VAN BELLE G., 1984. Nonparametric estimation of species richness. *Biometrics* 40 : 119-129.
- VANAPPELGHEM C., 2007. Protocole du nouvel atlas des odonates de la région Nord-Pas-de-Calais. *Le Héron* 40 (1) : 43-52.
- VANAPPELGHEM C., HOUARD X. & GOURMAND A.-L., 2012. Articuler plan national et suivi sur site. In : Le Dossier – Suivi des populations. *Espaces naturels* 41 : 32-33.
- VOISIN J.-F., 1986. Une méthode simple pour caractériser l'abondance des Orthoptères en milieu ouvert. *L'Entomologiste* 42 (2) : 113-119.
- WILDERMUTH H., 1994. Dragonflies and nature conservation: an analysis of the current situation in central Europe. *Advances in Odonatology* 6 : 199-221.
- WILDERMUTH H. & KÜRY D., 2009. *Protéger et favoriser les libellules – Guide pratique de protection de la nature*. Pro Natura, Bâle, 88 pp.
-