

Suivi diachronique des populations ligériennes de *Stylurus flavipes* et d'*Ophiogomphus cecilia* en région Centre Val-de-Loire
(Troisième année de suivi à l'échelle régionale – Saison 2017)



En collaboration avec :



ASSOCIATION NATURALISTE D'ÉTUDE ET DE PROTECTION DES ÉCOSYSTÈMES

Association Naturaliste d'Etude et de Protection des Ecosystèmes (ANEPE)

CAUDALIS

9, rue du Nouveau Calvaire

37100 Tours

SIRET: 531799054 00014 – APE 9499 Z

Président : Alexandre LIGER

Référencement :

BAETA, R. (ANEPE CAUDALIS), 2017. Suivi diachronique des populations ligériennes de *Stylurus flavipes* et d'*Ophiogomphus cecilia* en région Centre Val-de-Loire (Saison 2017 – Troisième année de suivi à l'échelle régionale). Association Naturaliste d'Étude et de Protection des Écosystèmes CAUDALIS / Agence de l'Eau Loire Bretagne, 16 pp.

Photo de couverture : Emergence de *Stylurus flavipes* sur la Loire à Berthenay, Renaud Baeta (ANEPE CAUDALIS).

Table des matières

I. LE CONTEXTE NATIONAL ET REGIONAL	3
II. LES GRANDES LIGNES DU PROTOCOLE DE SUIVI	4
III. DONNEES & ANALYSES	5
IV. RESULTATS.....	5
IV. PERSPECTIVES	12
V. REMERCIEMENTS.....	13
VI. BIBLIOGRAPHIE.....	13

I. LE CONTEXTE NATIONAL ET REGIONAL

Dans le cadre du Plan national d'actions en faveur des Odonates (Dupont, 2010) et conformément aux directives européennes (directive 92/43/CEE), l'Etat français souhaite **mettre en place des protocoles de suivi permettant d'évaluer l'évolution de l'état de conservation des métapopulations d'odonates prioritaires et leur gestion conservatoire**. Cette demande a été traduite au sein du Plan régional d'actions en faveur des Odonates en région Centre Val-de-Loire sous la forme de plusieurs actions propres à chaque espèce (Baeta et al., 2012).

Parmi les actions proposées, **le suivi des populations ligériennes de *Stylurus flavipes*** (anciennement *Gomphus flavipes* ; voir Ware et al., 2016 pour plus de détails) **et d'*Ophiogomphus cecilia* nécessite une coordination des démarches de suivis à large échelle** (Actions A7 et A12 du PRA Odonates) et seule la mise en place d'un protocole homogène sur l'ensemble du bassin ligérien peut permettre d'obtenir des indicateurs fiables des dynamiques populationnelles à la fois spatiales et temporelles. Rappelons que la Loire joue un rôle majeur pour la conservation de ces deux espèces (Sansault & Lett, 2012) dont l'aire de distribution s'étend sur plus de 700 kilomètres de linéaire de rivière.

Dans ce contexte, **un protocole de suivi tenant compte de la forte dynamique du fleuve Loire a été proposé** (Baeta et al., 2015). Ce protocole, basé sur la récolte d'exuvies, a été testé sur quelques mailles en 2014 pour ensuite être déployé à l'ensemble de la région Centre Val-de-Loire en 2015. Pour la première fois en 2017, celui-ci est appliqué à l'ensemble du bassin de la Loire. Il a pour buts : (i) de mieux connaître l'écologie des espèces suivies, (ii) de disposer de tendances d'évolution des populations (en répartition et en abondance) et (iii) de disposer d'informations sur les habitats préférentiels des espèces et leurs évolutions à la fois qualitative et quantitative.

Depuis 2015, la mise en place de ce protocole bénéficie du soutien financier de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne et a été coordonnée en région Centre Val de Loire par l'ANEPE Caudalis dans le cadre de l'animation du Plan régional d'actions en faveur des Odonates et en partenariat avec le FCEN à l'échelle du bassin. En 2017 de nombreux acteurs régionaux se sont une nouvelle fois impliqués et ont mis en place ce protocole : **Nature 18, CERCOPE, Réserve Naturelle de Saint-Mesmin (Loiret Nature Environnement), AFB, CDPNE, CEN 41 et ANEPE Caudalis**.

Le document ci-après présente les données 2017 de même qu'une analyse globale des données récoltées sur la période 2015-2017 à l'échelle de la région Centre Val-de-Loire. Des rapports ont également été produits localement par les différentes structures ayant participé au suivi. Le lecteur qui souhaitera obtenir plus de détails sur la mise en place de ce protocole sur tel ou tel secteur pourra donc s'y référer.

II. LES GRANDES LIGNES DU PROTOCOLE DE SUIVI

Le protocole mis en place est basé sur la récolte des exuvies de Gomphidae rencontrées au sein de mailles de 250 mètres de côté, tirées aléatoirement chaque année et faisant l'objet de 4 passages successifs réalisés entre le 15 mai et le 15 août (Baeta et al., 2015). La récolte des exuvies se fait sur une largeur d'un mètre le long d'un transect suivant la ligne d'eau sur l'intégralité de la berge incluse dans la maille. Lors de chacun des passages, des informations concernant le transect parcouru, la pente de la berge, la nature sédimentaire, la vitesse du courant et les habitats dominants sont également renseignés. Pour plus de détails concernant le protocole, celui-ci est disponible en libre téléchargement à partir du site web du Centre de Ressources Loire Nature : <http://www.centrederessources-loirenature.com/>

En 2017, 44 mailles ont pu être suivies en région Centre Val-de-Loire, sur les départements du Cher, du Loiret, du Loir-et-Cher et de l'Indre-et-Loire (Fig. 1). Ces 44 mailles correspondent à un linéaire de berges prospecté d'environ 8 km par session.



Figure 1. Localisation des 44 mailles suivies en région Centre Val de Loire en 2017 dans le cadre du protocole « Gomphes de Loire ».

III. DONNEES & ANALYSES

L'ensemble des données produites a été intégré à une base de données unique permettant une valorisation des résultats à l'échelle régionale. Afin de permettre une meilleure diffusion des résultats choix a été fait de ne pas trop entrer dans le détail des démarches statistiques associées (pour plus de détails à ce niveau il est possible de contacter l'auteur). Les résultats présentés ici concernent principalement les données récoltées en 2017 et reprennent en particulier : (i) les statistiques descriptives du jeu de données aussi bien au niveau des exuvies récoltées que des caractéristiques des tronçons prospectés, (ii) les phénologies d'émergence observées et enfin (iii) l'effet des variables biotiques et abiotiques sur la présence d'exuvies de *Stylurus flavipes*, *Ophiogomphus cecilia* et *Onychogomphus forcipatus* (pour ce dernier aspect l'analyse est effectuée sur les données 2015-2016-2017). La présence des autres espèces étant plus anecdotique, celles-ci n'ont pas été intégrées aux analyses.

Les effets des variables biotiques et abiotiques sur le nombre d'exuvies récoltées ont été analysés à l'aide de *Zero inflated models* suivant une loi négative binomiale. De plus, afin de tenir compte de la non indépendance des données récoltées entre les sessions au sein d'une même maille, l'identifiant de la maille a été ajouté au model sous forme d'effet aléatoire. Enfin, en amont des analyses, les variables, *distance amont-aval*, *morphologie*, *sédiment*, *courant* et *taille des tronçons* ont été centrées et réduites : la taille des effets en est donc comparable. L'ensemble des analyses a été réalisé à partir du logiciel R version 3.1.3 associé à la plateforme R Studio.

IV. RESULTATS

En 2017, les 44 mailles prospectées sont réparties sur près de 300 km de Loire et correspondent à un linéaire cumulé prospecté, toutes sessions confondues, de 32 km de berges. La base de données régionale pour la saison « 2017 » regroupe ainsi des informations sur près de neuf mille exuvies collectées et identifiées à l'espèce (n = 8819), soit la plus forte année depuis 2015 (Fig. 2). Ce nombre très important d'exuvies est principalement due aux forts effectifs d'*Onychogomphus forcipatus*. Pour la saison 2017, les exuvies récoltées appartiennent donc, par ordre décroissant, aux espèces suivantes : *Onychogomphus forcipatus* (n = 7516), *Ophiogomphus cecilia* (n = 1109), *Stylurus flavipes* (n = 176), *Gomphus vulgatissimus* (n = 13), *Gomphus simillimus* (n = 2) et *Gomphus pulchellus* (n = 3). A l'échelle des mailles *Onychogomphus forcipatus* été contactés sur 43 des 44 mailles prospectées, *Ophiogomphus cecilia* sur 41 et *Stylurus flavipes* sur 29. Les différences sont plus marquées si on se place au niveau des passages par transects. Ainsi, seuls 73 passages sur 322 (23%) ont été validés pour *Stylurus flavipes* alors que 171 l'ont été pour *Ophiogomphus cecilia* (53%) et 262 pour *Onychogomphus forcipatus* (81%). Ces abondances relatives varient toutefois entre les départements (Fig. 3) et dépendent de la position amont-aval des mailles prospectées (voir cartes en annexe).

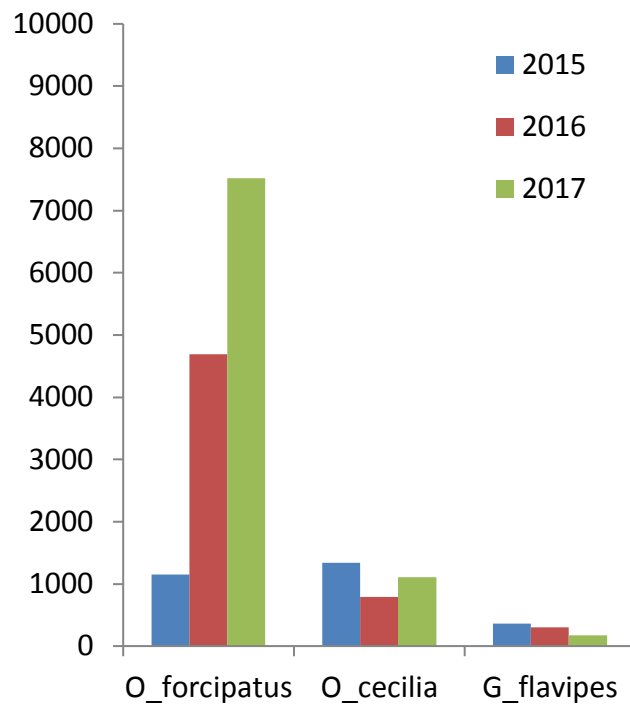


Figure 2. Nombre total d'exuvies récoltées en 2015, 2016 et 2017 pour les trois espèces de gomphidés les plus observées sur la Loire et l'Allier dans le cadre du protocole Gomphes.

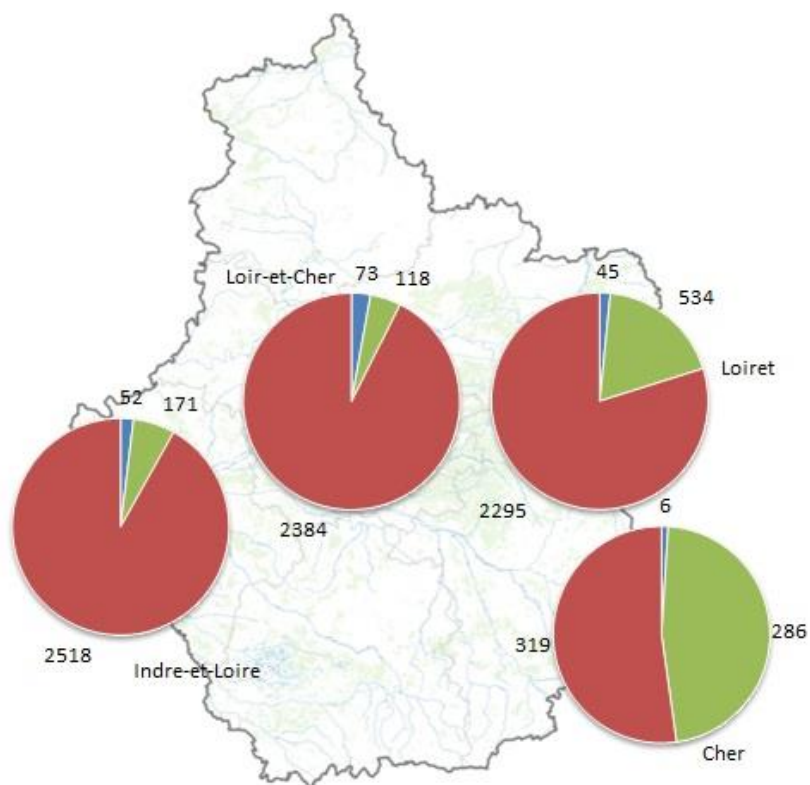


Figure 3. Nombre total d'exuvies récoltées par département en 2017 pour les trois espèces de gomphidés les plus observées sur la Loire et l'Allier dans le cadre du protocole Gomphes (en vert *O. cecilia*, en rouge *O. forcipatus* et en bleu *S. flavipes*).

Après l'année 2016 et son importante crue de fin de printemps (Baeta, 2016), la Loire a retrouvé en 2017 une dynamique plus classique avec des débits globalement orientés à la baisse tout au long de la saison de prospection et un pattern très proche de celui déjà observé en 2015 (Fig. 4). Ces niveaux plus « classiques » et la répartition aléatoire des 44 mailles suivies ont permis de réaliser le protocole sur des mailles aux faciès variés représentatifs des berges du fleuve Loire dans notre région (Fig. 5).

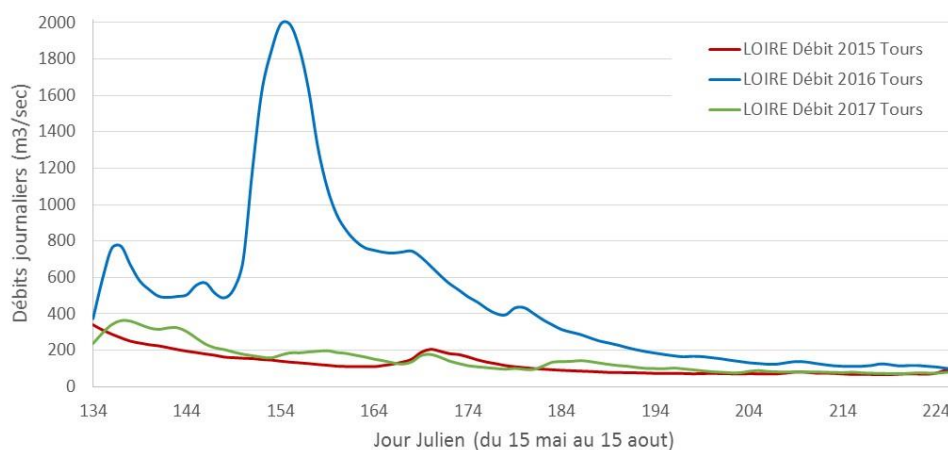


Figure 4. Débits journaliers moyens enregistrés sur la Loire à Tours entre le 15 mai et le 15 août, comparaisons années 2015 – 2016 - 2017. Origine des données : DREAL Centre Val de Loire / Banque HYDRO - MEEDDAT/DGPR/SRNH – Station K4900030.

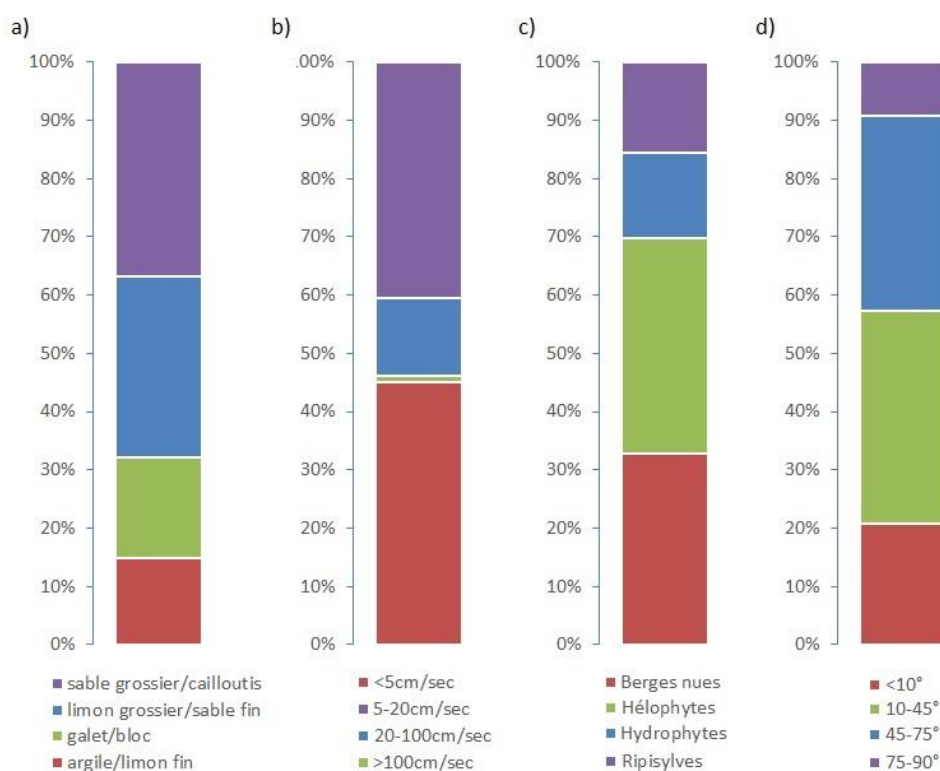


Figure 5. Caractéristiques des berges rencontrées lors de la saison 2017. (a) textures sédimentaires, (b) vitesse du courant, (c) grands types d'habitats et (d) pente de la berge rencontrées au sein des mailles (en pourcentage de linéaire de berges parcourues).

1. Phénologies d'émergences

Les suivis ont été réalisés entre le 16 mai (Jour Julien = 135 ; le Jour Julien n°1 correspondant au premier janvier de l'année en cours) et le 16 août (Jour Julien = 227) (Fig. 6).

La mise en place des récoltes d'exuvies durant cette période a permis d'intégrer les pics d'émergences des différentes espèces étudiées et en particulier d'*Onychogomphus forcipatus*, d'*Ophiogomphus cecilia* et de *Stylurus flavipes* (Fig. 7).

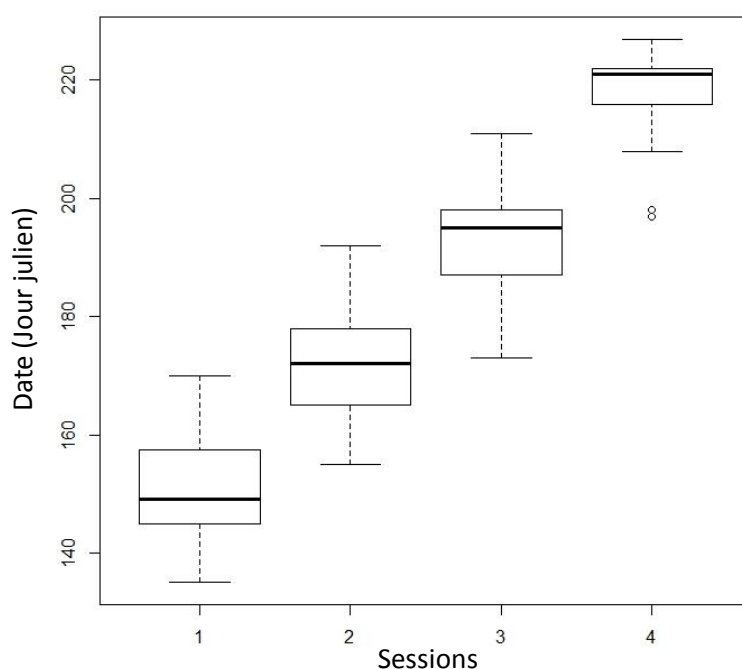


Figure 6. Répartition des dates de récolte au sein des différentes sessions et exprimée en jour julien. Le jour 1 correspondant au 1^{er} janvier de l'année 2017.

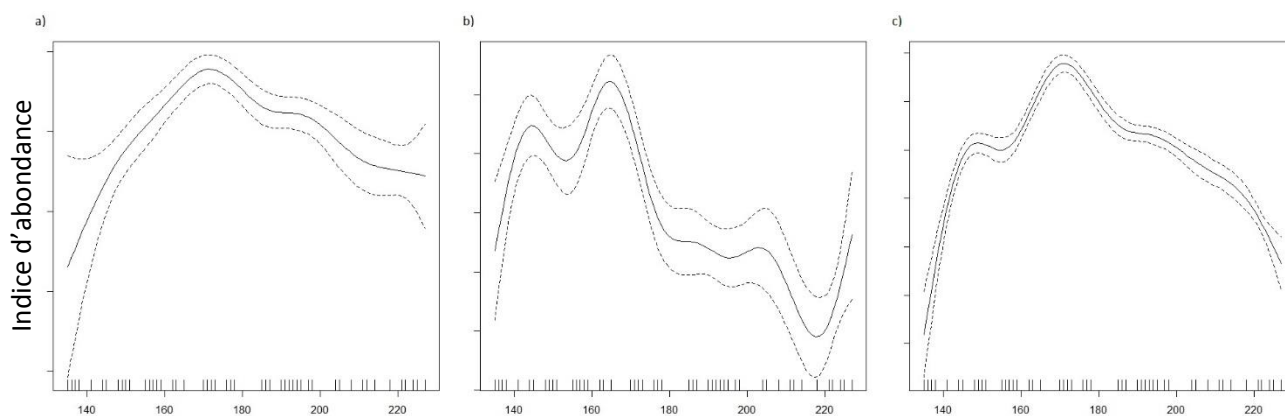


Figure 7. Phénologie des récoltes pour les trois espèces les plus détectées. Les phénologies exprimée en jour julien (jour 1 = 1^{er} janvier 2016). a) *Stylurus flavipes*, b) *Ophiogomphus cecilia*, c) *Onychogomphus forcipatus*.

2. Effets des variables biotiques et abiotiques

Il nous semble intéressant de présenter ici une analyse basée non pas uniquement sur les données récoltées en 2017 mais sur l'ensemble des données produites depuis 2015 en région Centre Val de Loire. Cette analyse porte donc sur les 3 années de mise en place du protocole pour un total de 17 534 exuvies collectées et 117 km de sections de Loire et d'Allier inventoriées.

On observe pour les trois principales espèces suivies un effet positif du courant, ainsi que de la pente de la berge (Fig. 8), cet effet du n'est toutefois significatif que pour *Stylurus flavipes* et *Onychogomphus forcipatus* (Tab. I). La taille des sédiments ne semble en revanche n'influencer qu'*Ophiogomphus cecilia* et *Onychogomphus forcipatus*. La pente de la berge de même que le type de végétation rivulaire joue également un rôle primordial pour ces trois espèces qui semblent délaisser les berges nues au profit des secteurs des secteurs d'hélophytes et en moindre mesure d'hydrophytes ou de ripisylves et qui sont présentes en nombre plus important sur les berges à pentes fortes (Fig. 8 & 9 ; Tab. I).

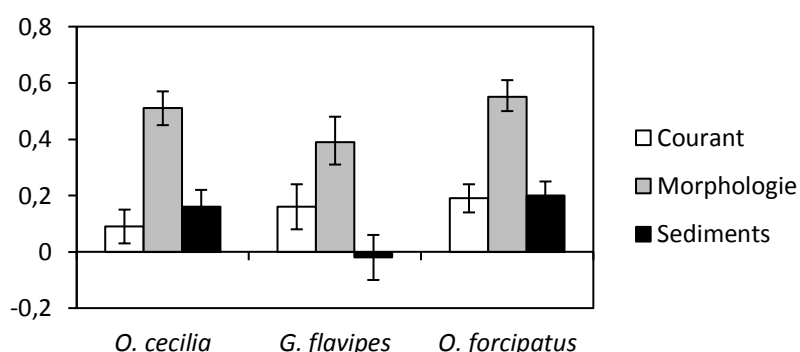


Figure 8. Effets des variables Courant, Morphologie (pente de la berge) et Taille des sédiments sur le nombre d'exuvies récoltées pour les trois espèces suivies par le protocole sur la période 2015-2017 (coefficients de régression partiels standardisés moyens extraits de GLMMs et leurs erreurs standards associées).

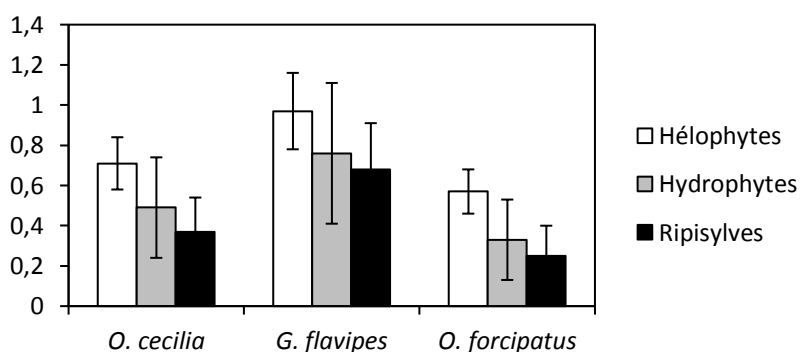


Figure 9. Effets du type d'habitat rivulaire sur le nombre d'exuvies récoltées pour les trois espèces suivies par le protocole sur la période 2015-2017 (coefficients de régression partiels standardisés moyens extraits de GLMMs et leurs erreurs standards associées – habitat de référence = berges nues).

Les densités de ces trois espèces fluctuent également avec la position amont-aval des mailles prospectées. *Ophiogomphus cecilia* étant significativement plus abondante dans les secteurs amont, *Stylurus flavipes* et *Onychogomphus forcipatus* dans les secteurs avals (Fig. 10 ; Tab. I).

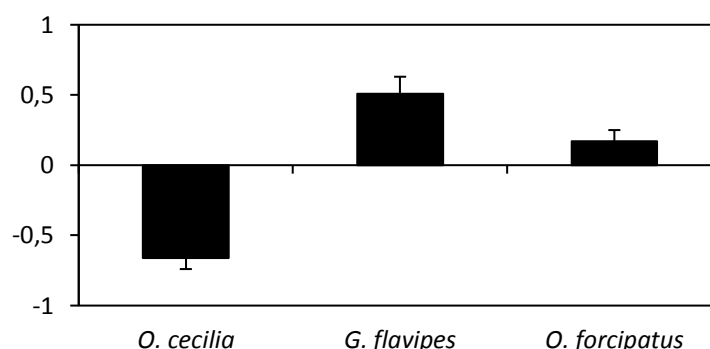


Figure 10. Effets de la distance amont-aval sur le nombre d'exuvies récoltées pour les trois espèces suivies par le protocole sur la période 2015-2017 (coefficients de régression partiels standardisés moyens extraient de GLMMs et leurs erreurs standards associées).

3. « Tendances » populationnelles (2015-2017)

A partir de ces trois premières années de suivi on peut observer une augmentation significative des populations d'*Onychogomphus forcipatus* et en moindre mesure d'*Ophiogomphus cecilia* (Fig. 10 ; Tab. I). Les populations de *Stylurus flavipes* sont quant à elles stables (Fig. 10 ; Tab. I). Un pas de temps de trois ans ne permet bien entendu pas d'appréhender de réelles tendances populationnelles sur le long terme. Les effets mesurés ici découlent ainsi sans doute plus de variations interannuelles liées à des contraintes environnementales ponctuelles qu'à des dynamiques globales. Cette analyse permet toutefois de visualiser pour la première fois ce que pourra donner comme informations ce protocole en étant maintenu sur une plus longue période de temps. Désormais, grâce à la mise en place de ce suivi, il est en effet tout à fait possible de suivre précisément l'évolution des populations de gomphidés de Loire ainsi que le niveau de confiance que nous pouvons avoir en ces estimations.

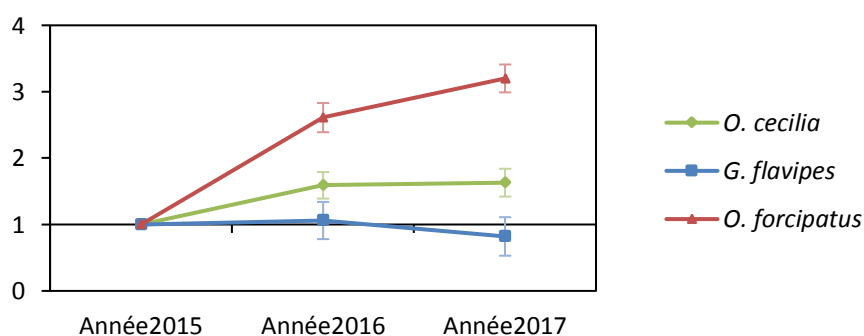


Figure 11. Effets de l'année sur le nombre d'exuvies récoltées pour les trois espèces suivies par le protocole sur la période 2015-2017 (coefficients de régression partiels standardisés moyens extraient de GLMMs et leurs erreurs standards associées – année de référence = 2015).

Tableau. I. Effet de l'année et des caractéristiques environnementales sur le nombre d'exuvies récoltées. Les résultats proviennent de trois modèles linéaires généralisés (*zero inflated negative binomial*) à effets mixtes sans interactions entre les variables. La date (Jour julien polynomiale d'ordre 2) et la taille du tronçon prospecté (en mètres) ont été inclus dans les effets fixes afin de contrôler à la fois pour la phénologie d'émergence des espèces, ainsi que pour les variations de linéaires de berges prospectées entre les mailles. L'identifiant de la maille a été inclus en effet aléatoire (n = 130 mailles). Les habitats ont été codés en 4 catégories Berges nues, Hélophytes, Hydrophytes et Ripisylves avec la catégorie Berges nues comme référence. L'année 2015 est l'année de référence. Les résultats sont ceux obtenus à partir de techniques de moyennage multi-modèles.

	Effets fixes	Estimées	Erreur standard	z-value	p-value
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	Intercept	-0,94	0,2	4,76	<0,001
	Annee2016	0,59	0,21	2,76	0,01
	Annee2017	0,63	0,21	3	<0,001
	Courant	0,09	0,06	1,57	0,12
	Distance	-0,66	0,08	8,06	<0,001
	Hélophytes	0,72	0,13	5,53	<0,001
	Hydrophytes	0,49	0,25	1,95	0,05
	Ripisylves	0,37	0,17	2,21	0,03
	Morphologie	0,51	0,06	8,15	<0,001
	Jour julien	-19,69	2,06	9,56	<0,001
	Jour julien ^ 2	-8,54	1,8	4,74	<0,001
	Sédiments	0,16	0,06	2,75	0,01
	Taille du tronçon	0,42	0,06	7,24	<0,001
<i>Stylurus flavipes</i>	Intercept	-2,02	0,2	10,2	<0,001
	Courant	0,16	0,08	1,97	0,05
	Distance	0,51	0,12	4,14	<0,001
	Hélophytes	0,97	0,19	5,13	<0,001
	Hydrophytes	0,76	0,35	2,16	0,03
	Ripisylves	0,68	0,23	2,88	<0,001
	Morphologie	0,39	0,09	4,46	<0,001
	Jour julien	4,8	3,1	1,55	0,12
	Jour julien ^ 2	-24,54	2,96	8,27	<0,001
	Taille du tronçon	0,39	0,08	4,98	<0,001
	Sédiments	-0,02	0,08	0,3	0,76
	Annee2016	0,06	0,28	0,2	0,84
	Annee2017	-0,18	0,29	0,62	0,54
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	Intercept	-0,24	0,18	1,37	0,17
	Annee2016	1,61	0,22	7,44	<0,001
	Annee2017	2,2	0,21	10,52	<0,001
	Courant	0,19	0,05	3,67	<0,001
	Distance	0,17	0,08	2,04	0,04
	Hélophytes	0,57	0,11	5,07	<0,001
	Hydrophytes	0,33	0,2	1,59	0,11
	Ripisylves	0,25	0,15	1,69	0,09
	Morphologie	0,55	0,06	9,61	<0,001
	Jour julien	-9,07	1,99	4,56	<0,001
	Jour julien ^ 2	-24,8	1,6	15,51	<0,001
	Sédiments	0,2	0,05	3,82	<0,001
	Taille du tronçon	0,49	0,05	9,36	<0,001

IV. PERSPECTIVES

Pour la première fois en 2017 ce protocole a été mis en place non plus uniquement à l'échelle de la région Centre Val de Loire mais à une échelle bien plus large puisqu'il a également été déployé dans les régions Auvergne, Bourgogne et Pays de la Loire. A notre connaissance, Il s'agit dès lors d'un suivi quasi unique en Europe et qui mobilise un très grand nombre de structures, professionnels et bénévoles. C'est ainsi toute une dynamique naturelle qui est suivie par l'intermédiaire de ces deux espèces de libellules patrimoniales qui agissent comme des indicateurs de l'état de santé et de la naturalité du fleuve Loire et de son principal affluent l'Allier. La perspective actuelle est dorénavant de pouvoir maintenir ce suivi et cette dynamique à l'échelle du bassin et de permettre ainsi la réalisation d'analyses à cette même échelle suprarégionale. Une réunion sera organisée en ce sens entre le FCEN et les différents animateurs des déclinaisons régionales du PNA en faveur des Odonates des quatre régions concernées.

En quelques années seulement ce protocole d'étude et de suivi est devenu l'un des plus importants actuellement déployé en France concernant les libellules.

V. REMERCIEMENTS

Cette synthèse et ces analyses n'auraient pu être réalisées sans le soutien financier de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne ainsi que la forte mobilisation de plusieurs structures et acteurs régionaux : Nature 18, Loiret Nature Environnement, Réserve naturelle de Saint-Mesmin, CERCOPE, AFB, CDPNE, Cen41 et ANEPE Caudalis. Je tiens donc ici à les remercier tout particulièrement. Un grand merci également aux nombreuses personnes qui ont travaillé ou soutenu la mise en place de ce protocole de suivi des gomphidés ainsi qu'au FCEN et aux animateurs des PRA Auvergne, Bourgogne et Pays de la Loire pour les échanges à l'échelle du bassin.

VI. BIBLIOGRAPHIE

BAETA, R., 2016. Suivi diachronique des populations ligériennes de *Gomphus flavipes* et d'*Ophiogomphus cecilia* en région Centre Val-de-Loire (Saison 2015 – Première année de suivi à l'échelle régionale). Association Naturaliste d'Étude et de Protection des Écosystèmes CAUDALIS / Agence de l'Eau Loire Bretagne, 15 pp.

BAETA R., BARD, D., CHANTEREAU, M., FRITSCH, B., HERBRECHT, F., HUDIN, S., ITRAC-BRUNEAU, R., MULTEAU, D., PAILLAT, R., RAMBOURDIN, M., RUFFONI, A. & SANSALUT, E. (2015). Protocole de suivi diachronique des populations ligériennes de *Gomphus flavipes* et d'*Ophiogomphus cecilia*. 6 p. +annexes.

BAETA, R., SANSALUT, E. & PINCEBOURDE, S. (2012). Déclinaison régionale du Plan National d'Actions en faveur des Odonates en région Centre 2013-2017. Association Naturaliste d'Étude et de Protection des Écosystèmes « Caudalis » / Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte / Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Centre, 112 pp

DUPONT, P. coord. (2010). Plan national d'actions en faveur des Odonates. Office pour les insectes et leur environnement / Société Française d'Odonatologie – Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, 170 pp.

SANSALUT, E. & LETT, J.-M. (2012). Liste rouge des Odonates de la région Centre : 275-293, in Nature Centre, Conservatoire botanique national du Bassin parisien, 2014 – Livre rouge des habitats naturels et des espèces menacées de la région Centre. Nature Centre éd., Orléans, 504 pp.

WARE, J. L., PILGRIM, J. D., MAY, M. L., DONNELLY, T. W. & TENNESSEN, K. (2016). Phylogenetic relationships of North American Gomphidae and their close relatives. *Systematic Entomology*, 42(2) : 347-358.

ANNEXES : Cartographie des 44 mailles suivies en région Centre Val de Loire en 2017 – Nombre d'exuvies collectées par espèce

MaillesGompheRC2017

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 11
- 12
- 15
- 23
- 30

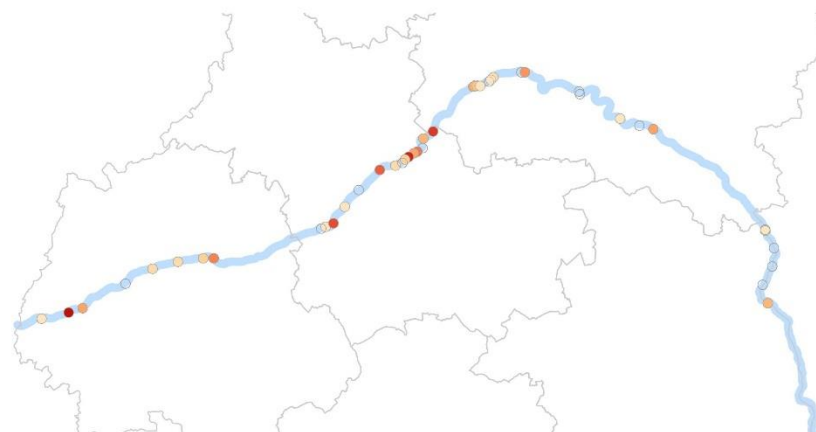


Figure A. Répartition des exuvies de *Stylurus flavipes* collectées lors du protocole de suivi en Centre Val de Loire en 2017.

MaillesGompheRC2017

- 0
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 10
- 11
- 12
- 14
- 17
- 19
- 20
- 22
- 23
- 25
- 27
- 30
- 31
- 34
- 36
- 41
- 43
- 49
- 58
- 62
- 75
- 286

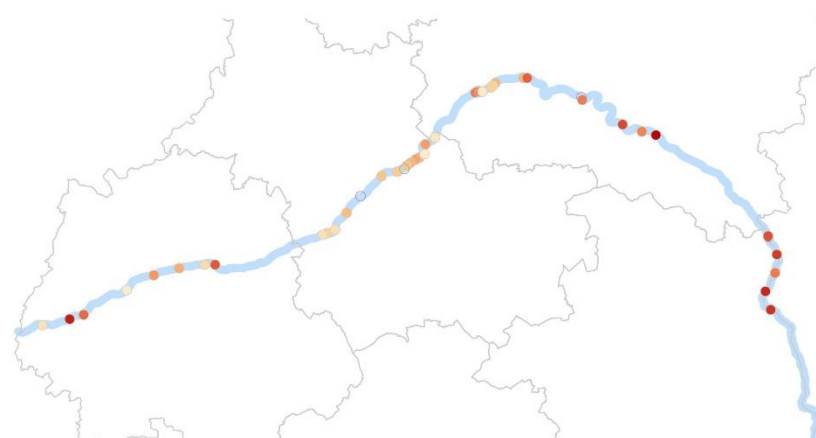


Figure B. Répartition des exuvies d'*Ophiogomphus cecilia* collectées lors du protocole de suivi en Centre Val de Loire en 2017

MaillesGomphesRC2017

0	66	250
11	71	257
15	73	289
18	76	303
27	80	365
31	85	534
37	88	667
40	96	880
43	97	1343
45	99	
47	102	
49	109	
53	120	
59	125	
62	197	
63	206	
64	247	

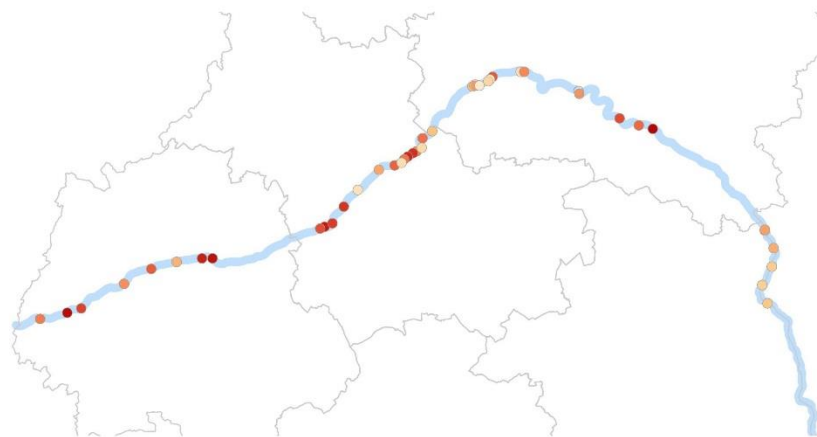


Figure C. Répartition des exuvies d'*Onychogomphus forcipatus* collectées lors du protocole de suivi en Centre Val de Loire en 2017.

MaillesGomphesRC2017

0
1
2

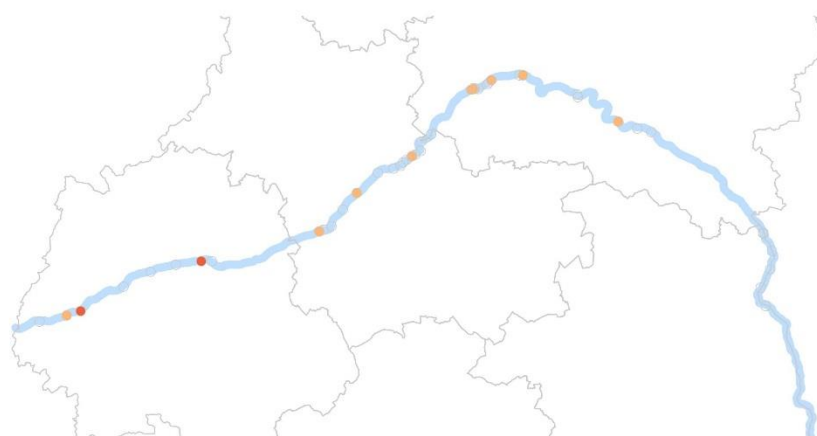


Figure D. Répartition des exuvies de *Gomphus vulgatissimus* collectées lors du protocole de suivi en Centre Val de Loire en 2017.

MaillesGompheRC2017

- 0
- 1



Figure D. Répartition des exuvies de *Gomphus simillimus* collectées lors du protocole de suivi en Centre Val de Loire en 2017.

MaillesGompheRC2017

- 0
- 1

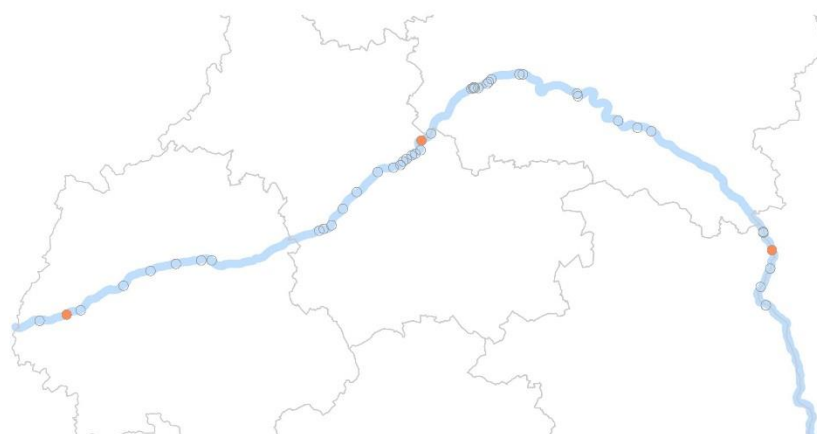


Figure D. Répartition des exuvies de *Gomphus pulchellus* collectées lors du protocole de suivi en Centre Val de Loire en 2017.