

Suivi diachronique des populations ligériennes de *Gomphus flavipes* et d'*Ophiogomphus cecilia* en région Centre Val-de-Loire

(Deuxième année de suivi à l'échelle régionale – Saison 2016)



En collaboration avec :

CAUDALIS

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 *Gomphus flavipes* et d'*Ophiogomphus cecilia* en région Centre Val-de-Loire (Saison 2016 - Deuxième année de suivi à l'échelle régionale). Association Naturaliste d'Étude et de Protection des Écosystèmes CAUDALIS / Agence de l'Eau Loire Bretagne, 13 pp.

Photo de couverture : Emergence de *Gomphus 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 *Gomphus flavipes* 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. A terme, il a pour vocation à être appliqué à l'ensemble du bassin de la Loire et 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 est 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. En 2016 comme en 2015, de nombreux acteurs régionaux se sont impliqués et ont mis en place ce protocole : **Nature 18, CERCOPE, Réserve Naturelle de Saint-Mesmin (Loiret Nature Environnement), ONEMA, CDPNE, CEN 41 et ANEPE Caudalis**.

Le document ci-après présente une analyse globale des données récoltées en 2016 à l'échelle de la région Centre Val-de-Loire en les comparant, le cas échéant, avec les données de l'année 2015. 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 (voir des exemples en annexe). Comme discuté lors de la réunion du 30 mars 2016, la réserve naturelle de Saint-Mesmin a testé un suivi sur des mailles de 100 mètres de côté. L'objectif était de permettre de suivre chaque année un linéaire de berges plus représentatif des types de faciès présents au sein de la réserve. Cette légère modification du protocole initiale ne change en rien les analyses plus globales réalisées au niveau régional puisque les analyses corrigent pour le linéaire prospecté. 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 2016, 49 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 49 mailles correspondent à un linéaire de berges prospecté d'un peu plus de 10 km par session, soit un linéaire identique à celui prospecté en 2015, et réparti sur plus de 330 km de fleuve (Loire + Allier).

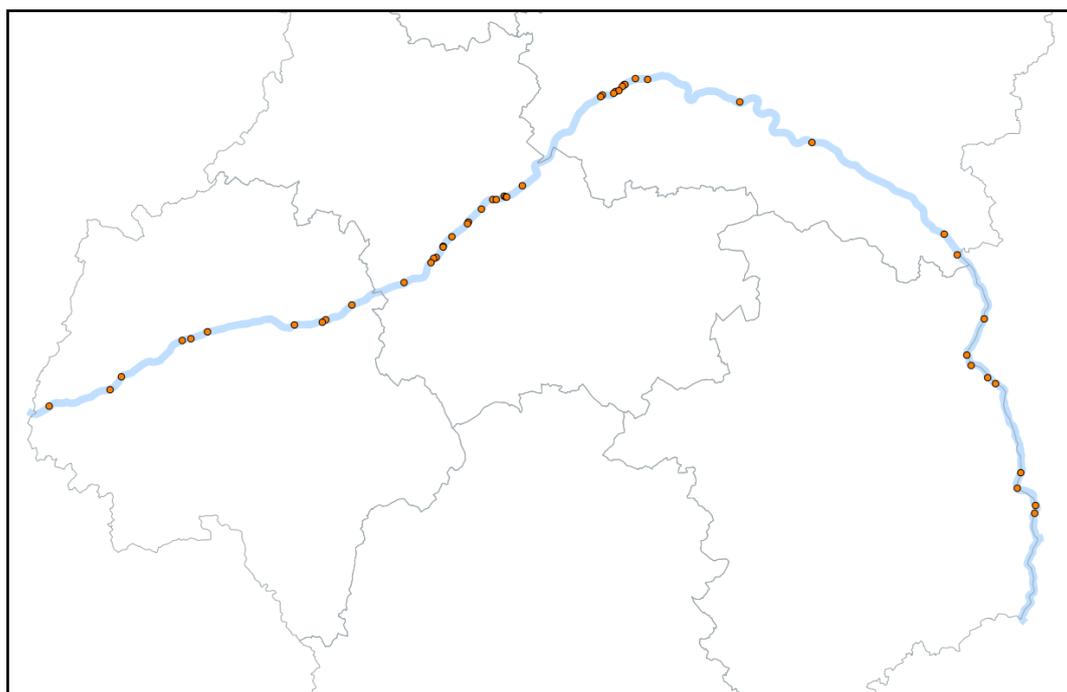


Figure 1. Localisation des 49 mailles suivies en région Centre Val de Loire en 2016 dans le cadre du protocole « Gomphe de Loire ».

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 2016 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 *Gomphus flavipes*, *Ophiogomphus cecilia* et *Onychogomphus forcipatus*. La présence des autres espèces étant plus anecdotique, celles-ci n'ont pas été intégrées aux analyses. Le cas échéant, des comparaisons ont également été réalisées avec les données récoltées en 2015.

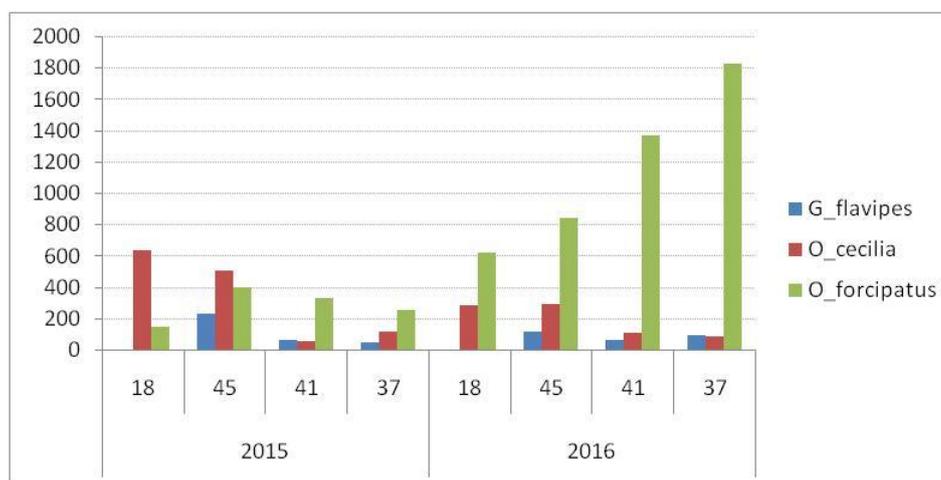
Les effets des variables biotiques et abiotiques sur le nombre d'exuvies récoltées ont été analysés à l'aide de *Zero inflated models* suivant une loi négative binomiale. De plus, afin de tenir compte de la non indépendance des données récoltées entre les sessions au sein d'une même maille, l'identifiant 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. L'ensemble des analyses a été réalisé à partir du logiciel R version 3.1.3.

IV. RESULTATS

Les 49 mailles prospectées se répartissent sur plus de 330 km de Loire et d'Allier et correspondent à un linéaire cumulé, toutes sessions confondues, de 42 km de berges (soit un linéaire moyen parcouru par session de 10.5 km \pm 0.2). La base de donnée régionale pour la saison « 2016 » regroupe ainsi près de six mille exuvies récoltées (n = 5787), soit près de deux fois plus qu'en 2015 pour un linéaire de berge prospecté quasi identique. Cette très forte augmentation du nombre d'exuvies collectées entre 2015 et 2016 n'est toutefois due qu'à l'explosion des émergences d'*Onychogomphus forcipatus* qui a pu être observée un peu partout en région Centre Val de Loire en 2016. Les autres espèces semblent montrer quant à elle une évolution plutôt à la baisse (Fig. 2a et 2b). Ainsi, contrairement à l'année 2015 où *Ophiogomphus cecilia* dominait le cortège dans les départements du Cher et du Loiret, en 2016 *Onychogomphus forcipatus* domine sur l'ensemble des départements (Fig. 2b). Pour la saison 2016, les exuvies récoltées appartiennent donc, par ordre décroissant, aux espèces *Onychogomphus forcipatus* (n = 4688), *Ophiogomphus cecilia* (n = 793), *Gomphus flavipes* (n = 299), *Gomphus vulgatissimus* (n = 6), *Gomphus simillimus* (n = 1) et *Gomphus pulchelus* (n = 0).

A l'échelle des mailles *Onychogomphus forcipatus* et *Ophiogomphus cecilia* ont toutes deux été contactés sur 48 des 49 mailles prospectées, *Gomphus flavipes* sur 42 des 49 mailles. Les différences sont plus marquées si on se place au niveau des passages par transects. Ainsi, seuls 128 passages sur 489 (26%) ont été validés pour *Gomphus flavipes* alors que 219 l'ont été pour *Ophiogomphus cecilia* (45%) et 335 pour *Onychogomphus forcipatus* (69%).

a)



b)

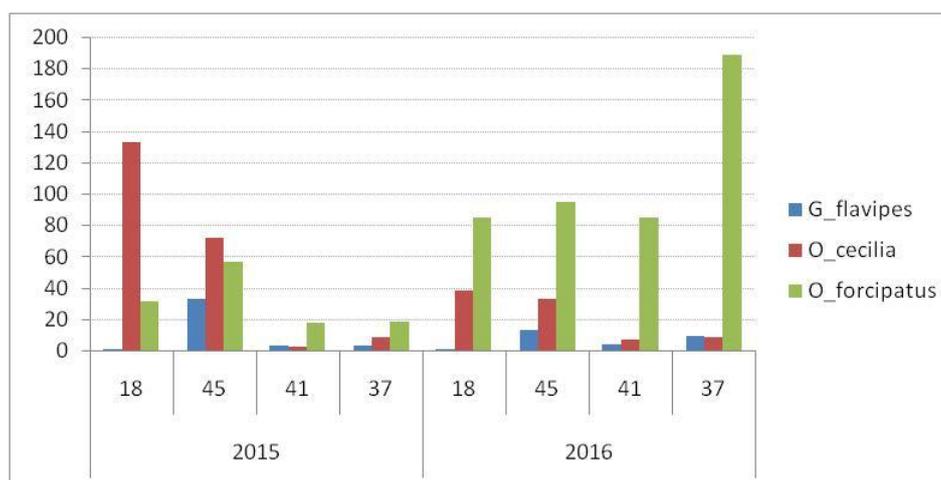


Figure 2. Nombre total (a) et nombre moyen par kilomètre prospecté (b) d'exuvies récoltées en 2015 et 2016 pour les trois espèces de gomphidés les plus observées sur la Loire et l'Allier dans le cadre du protocole Gomphes.

En 2016, contrairement à 2015, la Loire a connue une importante crue au tout début du mois de juin. Lors du pic de crue, le débit journalier moyen avoisinait les 2000 m³ par seconde (Fig. 3). Cette crue a entraîné dans plusieurs cas un retard dans le démarrage des prospections ainsi qu'une modification des caractéristiques écologiques et morphologiques des berges prospectées en 2016 par rapport à 2015 : courants plus forts, pentes plus abruptes, sédiments plus fins, moins de berges nues et plus de ripisylves (Fig. 4).

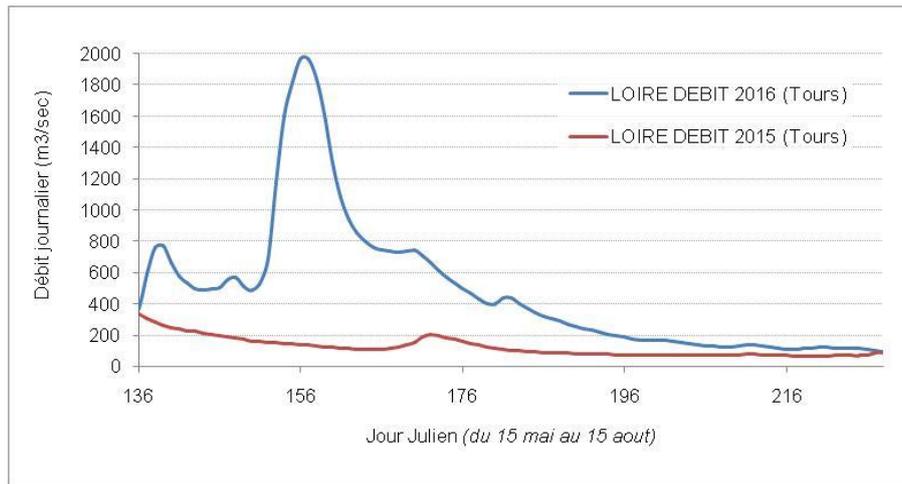


Figure 3. Débits journaliers moyens enregistrés sur la Loire à Tours entre le 15 mai et le 15 aout, comparaisons années 2015 – 2016.

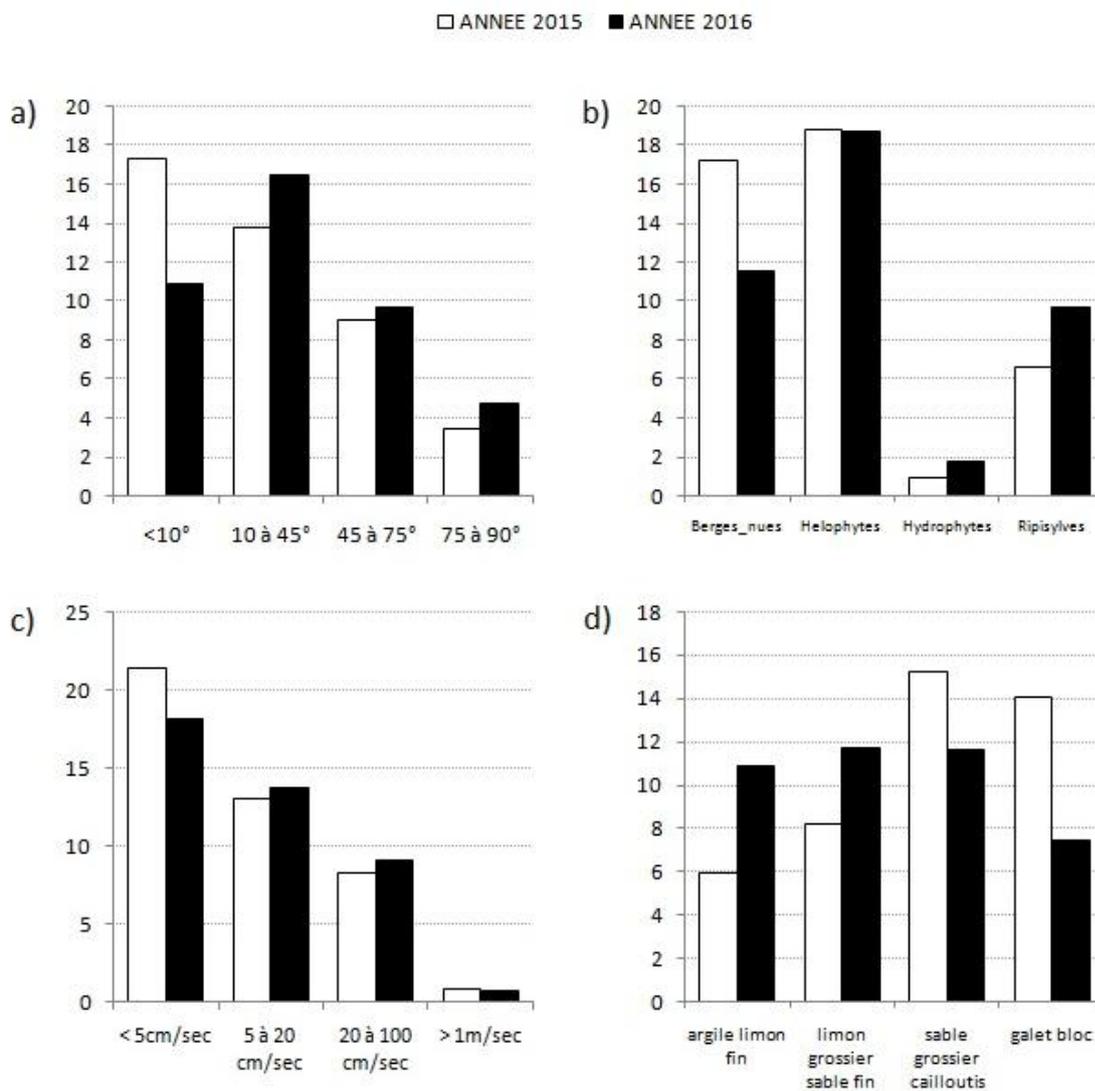


Fig. 4. Evolution des caractéristiques écologiques des mailles prospectées en région Centre Val de Loire entre 2015 et 2016. Le linéaire de rivière prospecté en Kilomètres est ainsi donné en fonction de la pente de la berge (a), du type d'habitat rivulaire (b), de la vitesse du courant (c) et de la texture sédimentaire (d).

1. Caractéristiques des mailles prospectées.

De même que les cortèges se modifient légèrement d'un département à l'autre (Fig. 2b), des modifications s'observent également dans les caractéristiques des mailles prospectées (Fig. 5). Ces modifications sont toutefois moins tranchées qu'en 2015, la crue et les niveaux d'eaux plus haut rencontrés gommant une partie des particularités départementales.

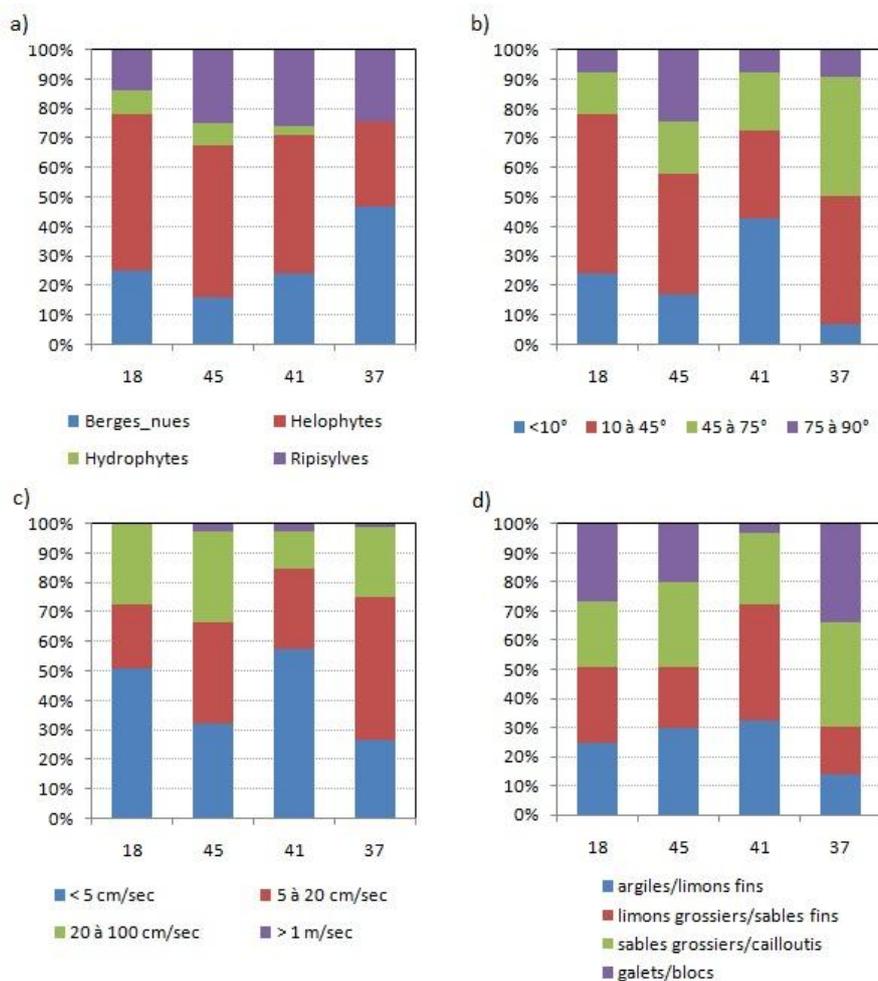


Figure 5. Caractéristiques des berges rencontrées dans les différents départements. (a) grands types d'habitats, (b) pente de la berge, (c) vitesse du courant et (d) textures sédimentaires rencontrées au sein des mailles (en pourcentage de linéaire de berges parcourues par département).

2. Phénologies d'émergences

Les suivis ont été réalisés entre le 24 mai (Jour Julien = 145 ; le Jour Julien n°1 correspondant au premier janvier de l'année en cours) et le 29 août (Jour Julien = 242), principalement entre le 9 juin (Jour Julien = 161) et le 24 août (Jour Julien = 237) (Fig. 6).

La mise en place des récoltes d'exuvies durant cette période a semble-t-il permis d'intégrer les pics d'émergences des différentes espèces étudiées et en particulier d'*Onychogomphus forcipatus*, d'*Ophiogomphus cecilia* et de *Gomphus flavipes* (Fig. 7).

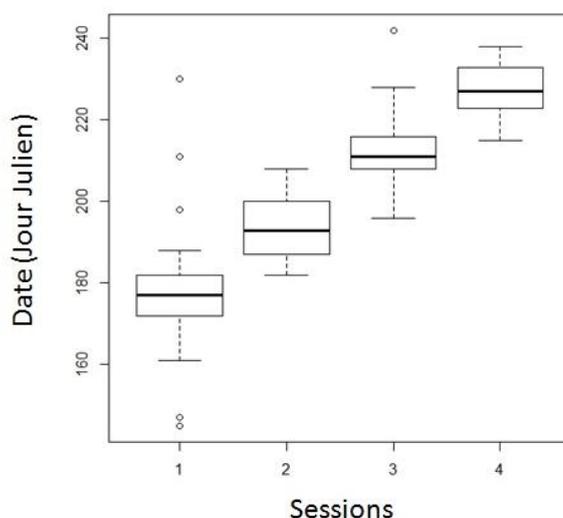


Figure 6. Répartition des dates de récolte au sein des différentes sessions et exprimée en jour julien. Le jour 1 correspondant au 1^{er} janvier de l'année 2016.

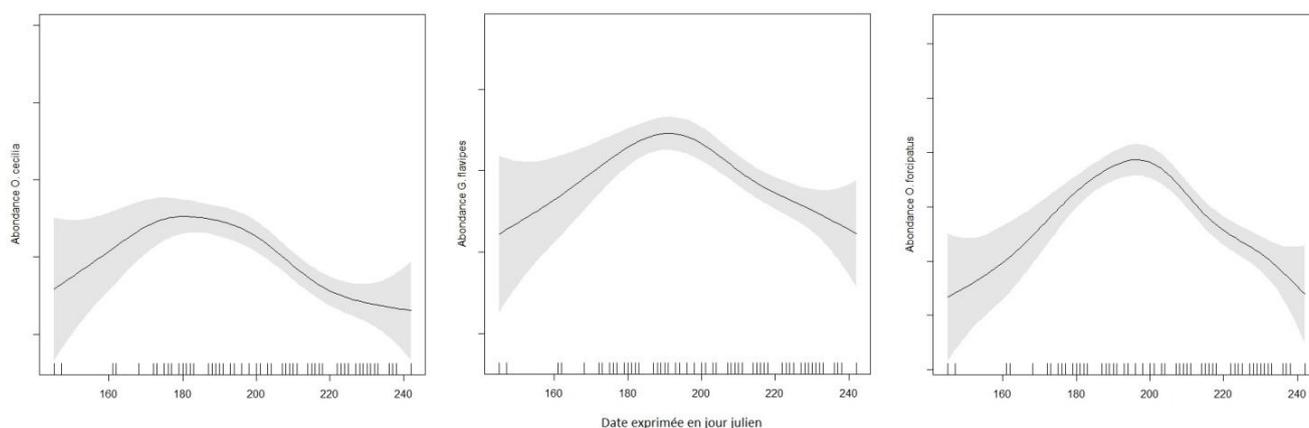


Figure 7. Phénologie d'émergence pour les trois espèces les plus détectées. Les phénologies exprimée en jour julien (jour 1 = 1^{er} janvier 2016) ont été obtenues en contrôlant les abondances par la taille des tronçons prospectés et leurs positions amont-aval.

3. Effets des variables biotiques et abiotiques en 2016

Globalement, on observe un effet significatif de plusieurs variables environnementales sur la quantité d'exuvies récoltées. Dans la plupart des cas, les effets de ces variables ne semblent toutefois pas propres à l'une ou l'autre des espèces étudiées mais plutôt à l'émergence de l'ensemble des espèces suivies (Tab. I).

L'effet de la distance amont-aval diffère toutefois d'une espèce à l'autre : effet positif sur la présence de *Gomphus flavipes*, effet négatif sur la présence d'*Ophiogomphus cecilia* et effet nul sur la présence d'*Onychogomphus forcipatus*. L'ensemble de ces résultats confirment ceux obtenus précédemment en 2015 (Baeta, 2016). Des modèles statistiques non présentés ici (*Modèles bayésiens, zero inflated negative binomiale, MCMCglmm*) sembleraient indiquer qu'une large part de l'effet positif de la morphologie des berges serait sans doute due à la « création de faux zéros » au niveau des berges présentant des pentes faibles à nulles. Un tel effet paraît d'ailleurs relativement logique sachant que le protocole permet - de fait - une collecte sur un plus long pas de temps d'émergence au niveau des berges abruptes (la ligne d'eau étant moins sujette à variation sur ce type de berge).

Tableau. I. Effet 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 = 49 mailles). Les habitats ont été codés en 4 catégories Berges nues, Hélophytes, Hydrophytes et Ripisylves avec la catégorie Berges nues comme référence.

	Effets fixes	Estimées	Erreur standard	z-value	p-value
<i>O. cecilia</i>	Intercept	-0.266	0.179	-1.49	0.137
	Jour julien	-11.287	1.682	-6.71	<0.001
	Jour julien^2	-7.584	1.805	-4.20	<0.001
	Taille du tronçon	0.431	0.073	5.83	<0.001
	Distance	-0.676	0.098	-6.91	<0.001
	Morpho	0.551	0.088	6.27	<0.001
	Sédiment	0.221	0.084	2.61	0.009
	Helophytes	0.467	0.190	2.46	0.014
	Hydrophytes	-1.627	0.552	-2.95	0.003
	Ripisylves	0.009	0.234	0.04	0.969
<i>G. flavipes</i>	Intercept	-1.891	0.292	-6.48	<0.001
	Jour julien	-7.745	2.678	-2.89	<0.001
	Jour julien^2	-17.018	3.207	-5.31	<0.001
	Taille du tronçon	0.490	0.104	4.70	<0.001
	Distance	0.524	0.185	2.83	0.005
	Morpho	0.499	0.132	3.78	<0.001
	Helophytes	0.714	0.288	2.47	0.013
	Hydrophytes	0.997	0.647	1.54	0.123
Ripisylves	0.552	0.321	1.72	0.085	
<i>O. forcipatus</i>	Intercept	1.205	0.193	6.23	<0.001
	Jour julien	-3.523	1.684	-2.09	0.036
	Jour julien^2	-23.776	2.021	-11.77	<0.001
	Taille du tronçon	0.598	0.072	8.24	<0.001
	Morpho	0.582	0.088	6.58	<0.001
	Helophytes	0.328	0.172	1.90	0.057
	Hydrophytes	-0.916	0.371	-2.47	0.014
Ripisylves	-0.053	0.211	-0.25	0.802	

4. Comparaisons interannuelles 2015 – 2016

Caractérisée par un débit et un niveau d'eau nettement supérieur (Fig. 3), la diminution du nombre d'exuvies de *Gomphus flavipes* et *Ophiogomphus cecilia* récoltées en 2016 n'est toutefois pas significative lorsque l'effet de l'année est testé en tenant compte de la non indépendance des données au sein des mailles, de la date de prospection et de la taille des tronçons prospectés (respectivement $p = 0.37$ et $p = 0.31$). Il semble en effet que seul *Onychogomphus forcipatus* ait connu durant cette période une augmentation du nombre des exuvies récoltées qui soit clairement significative ($p < 0.001$).

Une fois pris en compte les fortes variations au sein des variables environnementales entre 2015 et 2016, il semble même qu'à caractéristiques écologiques constantes l'année 2016 ait été favorable à *Ophiogomphus cecilia* (Tab. II). Aucun effet particulier de l'année n'est à rapporté concernant *Gomphus flavipes*.

Tab. II. Effet de l'année (2016 vs. 2015), à caractéristiques écologiques comparables, sur le nombre d'exuvies d'*Ophiogomphus cecilia*. Les résultats proviennent d'un modèle linéaires généralisé (*zero inflated negative binomial*) à effets mixtes sans interactions entre les variables. L'identifiant de la maille a été inclus en effet aléatoire ($n = 49$ mailles). Les habitats ont été codés en 4 catégories Berges nues, Hélophytes, Hydrophytes et Ripisylves avec la catégorie Berges nues comme référence.

	Effets fixes	Estimées	Erreur standard	z-value	p-value
	Intercept	-0.901	0.210	-4.30	<0.001
	Année 2016	0.585	0.232	2.52	0.012
	Jour julien	-15.052	2.064	-7.29	<0.001
	Jour julien^2	-9.637	1.883	-5.12	<0.001
	Taille du tronçon	0.405	0.069	6.05	<0.001
<i>O. cecilia</i>	Distance	-0.746	0.099	-7.47	<0.001
	Morpho	0.510	0.072	7.09	<0.001
	Sédiment	0.213	0.069	3.10	0.002
	Helophytes	0.601	0.146	4.10	<0.001
	Hydrophytes	-1.243	0.507	-2.45	0.014
	Ripisylves	0.193	0.189	1.02	0.309

IV. PERSPECTIVES

Cette deuxième année de suivi à l'échelle de la région Centre Val-de-Loire a permis de poursuivre la consolidation d'un intéressant jeu de données et d'identifier et/ou confirmer plusieurs éléments reliés à l'émergence des deux espèces d'intérêt communautaire que sont *Gomphus flavipes* et *Ophiogomphus cecilia*. Cette nouvelle saison de suivi confirme donc ce protocole dans sa capacité à produire des données analysables statistiquement.

Comme nous avons pu le voir avec ces deux années très contrastées il est aujourd'hui primordial de continuer à appréhender la variabilité interannuelle des émergences sur un pas de temps relativement court. En effet, en raison de la forte variabilité interannuelle de l'écosystème Loire, seules quelques années de suivis ne peuvent constituer à elles seules un état zéro des populations ligériennes. En 2015, les conditions météo et de débit de Loire ont été particulièrement favorables à la récolte des exuvies ce qui pourrait avoir artificiellement gonflé le nombre d'exuvies récoltées. A l'inverse, l'importante crue du début du mois de juin 2016 a influencée la mise en place du protocole et le nombre d'exuvies récoltées, en particulier pour ce qui concerne *O. cecilia* et *G. flavipes*. Le pic d'abondance enregistré en 2016 pour *O. forcipatus* est quant à lui tout à fait intéressant et illustre sans doute à quel point les variations interannuelles peuvent être importantes sans qu'elles traduisent pour autant des tendances démographiques sur le long terme. Seul le maintien de ce suivi sur plusieurs années permettra d'appréhender l'importance de cette variabilité. Cette connaissance est aujourd'hui indispensable pour pouvoir répondre avec précision à l'un des objectifs premier de ce suivi : l'obtention de tendances démographiques pour *Gomphus flavipes* et *Ophiogomphus cecilia*. Rappelons que pour ces deux espèces de la Directive Habitats Faune Flore, les cours d'eau Loire et Allier accueillent des populations d'importances nationales et communautaires. De plus, le maintien de ce suivi dans le temps, en augmentant le nombre de données recueillies, permettra également d'obtenir des informations plus robustes et donc de mettre en avant d'éventuelles particularités locales dont l'importance en terme d'enjeux de conservation pourrait ne pas être négligeable.

L'année 2017 devrait voir l'élargissement du protocole à d'autres régions traversées par la Loire et en particulier la région Pays-de-Loire où une quarantaine de mailles devrait être suivie. Des mailles pourraient également être suivies dans les régions Auvergne et Bourgogne. Les analyses et données produites n'en seront que plus intéressantes !

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, ONEMA, 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.

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. & SANSAULT, E. (2015). Protocole de suivi diachronique des populations ligériennes de *Gomphus flavipes* et d'*Ophiogomphus cecilia*. 6 p. +annexes.

BAETA, R., SANSAULT, 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.

SANSAULT, 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.