

Détection des populations de *Gomphus graslinii* Rambur, 1842, *Stylurus flavipes* (Charpentier, 1825) et *Oxygastra curtisii* (Dale, 1834) : Synthèse d'une étude sur le Rhône méridional (Odonata)

Bastien LOUBOUTIN¹, Aurélien BESNARD², Yoann BLANCHON³, Maxime GAYMARD⁴, Xavier HOUARD¹, Stéphane JAULIN¹, Geoffrey MONCHAUX⁵ & Maud PETTITOT⁶

Résumé

Le Rhône est un fleuve difficile à prospecter, parfois peu attrayant et où la connaissance odonatologique reste fragmentaire. Une étude ciblée a été lancée de 2014 à 2016, afin de confirmer l'autochtonie de 3 espèces protégées : *Gomphus graslinii*, *Stylurus flavipes* et *Oxygastra curtisii* et caractériser leurs habitats d'émergence sur des secteurs du Rhône méridional. Les sites suivis se situent sur 3 bras en aval de barrages hydroélectriques et sur des milieux annexes : affluents méditerranéens (Cèze et Gardon) et îlons. Les recherches d'exuvies en canoë ont été réalisées sur l'ensemble du linéaire en 2014 et sur 130 placettes de 50 m de rive en 2015 et 2016, avec 4 passages annuels. 3495 exuvies d'Anisoptères ont été identifiées dont 43 % de *S. flavipes*, 31 % d'*O. curtisii* et 3 % de *G. graslinii*. *S. flavipes* est rarissime sur les affluents et îlons mais émerge abondamment sur le fleuve, sur des rives tant boisées qu'artificielles, sa présence étant surtout conditionnée par les zones d'accumulation de sédiments fins. Les émergences et exuvies, observées sur des supports variés, sont vulnérables au ressac et au marnage. *G. graslinii* émerge surtout d'un affluent, le Gardon et reste sporadique mais annuel sur le Rhône. *O. curtisii* émerge également rarement du fleuve mais est localement abondante sur les affluents et îlons. Cet article détaille et discute des cortèges d'espèces, habitats et supports d'émergences, phénologie, sex-ratio, détectabilité et menaces identifiés localement.

Mots-clés : inventaire, échantillonnage d'exuvies, émergence, France, Gard (30), Vaucluse (84).

Detection of *Gomphus graslinii* Rambur, 1842, *Stylurus flavipes* (Charpentier, 1825) and *Oxygastra curtisii* (Dale, 1834) populations: Synthesis of a study on the southern Rhône river (Odonata)

Abstract

The Rhône river is difficult to survey, not very appealing and odonatological knowledge remains fragmentary. A targeted study was launched from 2014 to 2016 to confirm the autochthony of 3 protected species: *Gomphus graslinii*, *Stylurus flavipes* and *Oxygastra curtisii* and to characterize their emergence habitats on sections of the southern Rhône. The monitored sites are located on 3 arms downstream from hydroelectric dams and on peripheral habitats: Mediterranean tributaries (Cèze and Gardon) and secondary arms. We carried out extensive searches for exuviae by surveying on a canoe both riverbanks in 2014 and on 130 plots with 50 m of riverbank in 2015 and 2016, with 4 annual passages. 3,495 exuviae of Anisoptera were identified including 43% of *S. flavipes*, 31% of *O. curtisii* and 3% of *G. graslinii*. *S. flavipes* is extremely rare on tributaries and secondary arms but emerges abundantly from the Rhône, on both wooded and artificial banks, its presence being mainly conditioned by the existence of areas where fines sediments accumulate. Emergences and exuviae, observed on various supports, are vulnerable to waves and water level variations. *G. graslinii* emerges mainly from a tributary, the Gardon, while on the Rhône it remains sporadic but annual. *O. curtisii* also rarely emerges from the Rhône but is locally abundant on tributaries and hydraulic annexes. This article presents the species assemblages, habitats, emergence supports, phenology, sex ratio, detectability and threats identified locally.

Key words : inventory, exuviae sampling, emergence, France, Gard (30), Vaucluse (84).

¹ Office pour les insectes et leur environnement - bastien.louboutin@insectes.org

² UMR5175 CEFE, PSL University, EPHE - aurelien.besnard@cefe.cnrs.fr

³ Société française d'Odonatologie, délégation PACA - yoann.blanchon@orange.fr

⁴ Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon - maxime.gaymard@cenlr.org

⁵ Centre ornithologique du Gard - assoc@cogard.org

⁶ Écologistes de l'Euzeire - maud.petitot@euzeire.org

Introduction

Le premier Plan national d'actions odonates (PNAO) 2010-2015 (DUPONT, 2010), avait pour objectif l'évaluation et l'amélioration de l'état de conservation des libellules menacées en France. La Compagnie nationale du Rhône (CNR), concessionnaire du fleuve pour l'hydroélectricité, le transport fluvial et l'irrigation s'engage localement dans des démarches de co-construction d'actions en faveur d'espèces menacées.

Depuis quelques années, les odonatologues (re-)découvrent *Stylurus (=Gomphus) flavipes* sur le cours du Rhône (BLANCHON *et al.*, 2011 ; GRAND *et al.*, 2011). En 2010, dans le cadre d'études réglementaires préalables à la construction d'une passe à poissons sur le barrage de Sauveterre (30), une exuvie de *Gomphus graslinii* a été découverte (bureau d'étude Acer Campestre). La DREAL Languedoc-Roussillon a souhaité de ce fait que la CNR s'engage dans une étude visant à caractériser les populations de ces Gomphidae protégés en France et en Europe. L'Office pour les insectes et leur environnement (Opie) s'est proposé pour coordonner l'étude sur 3 années consécutives (2014-2016), associé au Conservatoire d'espaces naturels (CEN) du Languedoc-Roussillon, aux Écologistes de l'Euzière, au Centre ornithologique du Gard (COGard) et à la Société française d'Odonatologie (SfO) délégation PACA, avec une collaboration du Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive (UMR5175 CEFE).

Les principaux objectifs étaient, pour 2014 de : (i) confirmer l'autochtonie de *G. graslinii*, *S. flavipes* et *Oxygastra curtisii* sur la zone d'étude et (ii) localiser leurs zones d'émergences ; et pour 2015 et 2016 : (iii) identifier des paramètres conditionnant la présence ou l'abondance en exuvies ; (iv) évaluer la détectabilité ; (v) évaluer la fidélité au site d'une année sur l'autre ; (vi) préciser les cortèges associés ; (vii) préciser le comportement d'émergence (hauteur, support, phénologie). Après une communication des résultats de la première année d'étude à Toulouse en 2015 lors du colloque sur « Les invertébrés dans la conservation et la gestion des espaces naturels » (LOUBOUTIN *et al.*, 2017), cet article nous donne l'occasion de communiquer les résultats obtenus en 2015-2016 et de synthétiser l'étude (LOUBOUTIN *et al.*, 2016).

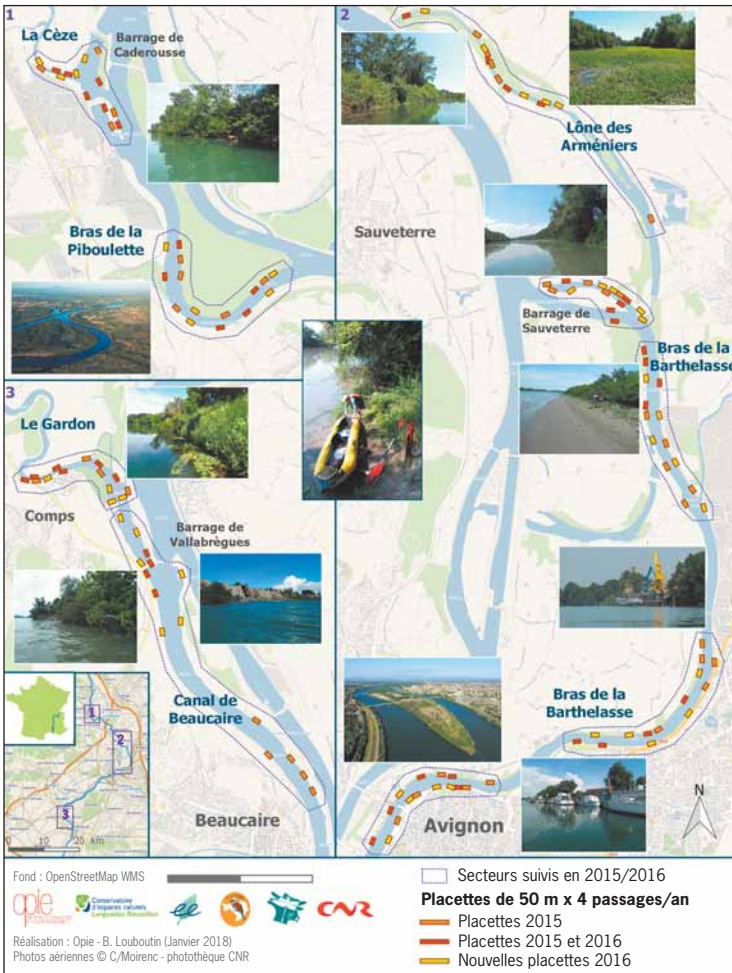
Matériels et méthode

Zone d'étude

L'étude s'est déroulée sur le cours méridional du fleuve Rhône, largement aménagé pour les besoins d'irrigation, de production d'énergie et de navigation. Trois zones ont été ciblées en concertation avec la CNR, aux confins du Gard (30) et du Vaucluse (84), en amont et en aval d'Avignon (carte 1). Ces secteurs couvrent deux grands types d'habitats fluviaux : (i) des milieux artificialisés et navigables avec trois bras court-circuités du « vieux Rhône » : le bras de la Piboulette en aval du barrage de Caderousse, le bras de la Barthelasse entre le barrage de Sauveterre et Avignon et le Canal de Beaucaire en aval du barrage de Vallabrègues ; (ii) des milieux annexes au Rhône : la lône des Arméniers et deux secteurs à l'aval de rivières méditerranéennes affluentes : la Cèze et le Gardon. Les trois bras suivis possèdent des berges presque entièrement endiguées, peu propices à la présence d'habitats naturels et sont dominés par un arbuste invasif : le faux-Indigo (*Amorpha fruticosa*). Sur les lônes et affluents, les jussies (*Ludwigia*) (invasives aquatiques) sont très présentes mais on note des berges plus naturelles et des forêts alluviales. On y observe quelques habitats relictuels de grands fleuves médio-européens, à l'exception des prairies naturelles, dans un contexte fortement cultivé et urbanisé.

Échantillonnage

L'ensemble du linéaire a été prospecté en 2014, afin de localiser les zones d'émergences et décrire les habitats par tronçon de rives homogènes (LOUBOUTIN *et al.*, 2017). Les secteurs ont été parcourus par binôme, en canoë gonflable. Selon l'accessibilité et la profondeur, les exuvies ont été récoltées à partir de l'embarcation ou à pied. Le repérage en 2014 a permis d'établir un plan d'échantillonnage stratifié et standardisé en 2015 et 2016. Deux secteurs prospectés en 2014 (La Motte et le Revestidou), ne l'ont pas été en 2015 et 2016 ; en effet, ces lônes déconnectées, conviennent à *O. curtisii* mais pas aux



Carte 1. Localisation des 9 secteurs et des 130 placettes suivis en 2015-2016.

à raison d'un passage tous les 7 à 15 jours sur chacun des 9 secteurs (selon fenêtres météorologiques favorables), soit 36 journées de terrain en binôme par an. En 2016, nous avons souhaité vérifier d'éventuelles émergences plus précoces chez *G. graslinii* en avançant le premier passage à fin mai. Une alternance des personnes un passage sur deux a permis d'atténuer les biais de description et d'observation. À raison de 9 à 10 placettes prospectées par jour pour chacun des 9 secteurs, ce sont 86 placettes qui ont été suivies en 2015 et 87 en 2016. Les placettes échantillonnées uniquement en 2015 ($n = 43$), à la fois en 2015 et 2016 ($n = 43$) et uniquement en 2016 ($n = 44$) correspondent *in fine* à un total de 130 sites (carte 1). L'ajout dans le plan d'échantillonnage de 50 % de nouvelles placettes en 2016 a permis d'augmenter le nombre de sites suivis. Tandis que la prospection de 50 % de placettes en commun a permis d'évaluer la fidélité d'émergence au site.

Pour chaque passage et placette, une fiche a été renseignée, comprenant au recto une description de variables, en 4 à 6 classes de valeurs (vitesse apparente du courant en surface, pente de la berge, profondeur à 50 cm et à 2 m de la rive, origine et hauteur du ressac, marnage, gestion de la berge, accessibilité à la rive) ou en 6 classes de pourcentages de recouvrement (strates de végétation rivulaire, héliophytes, hydrophytes, jussie, faux-indigo, 6 types de sédiments, chevelu racinaire immergé, débris organiques) et au verso, des tableaux renseignant position et support des exuvies (Anisoptères ciblés) ainsi que le relevé des adultes (Anisoptères et Zygoptères). Toutes les exuvies d'Anisoptères étaient à collecter. La détermination des exuvies a été réalisée à la loupe binoculaire avec la clef de DOUCET (2011). L'Opie a confirmé au besoin la détermination de certaines exuvies, dont celles de *G. graslinii*, proches de *G. simillimus*.

Gomphidae ciblés dont les exigences de renouvellement d'eau semblent plus élevées.

L'effort de prospection s'est focalisé en 2015 et 2016 sur des placettes représentatives des différents habitats avec un échantillonnage stratifié (rives boisées ou non, courant marqué ou non, présence ou absence de sédiments fins) et comprenant des sites positifs et des sites négatifs aux Gomphidae ciblés lors du repérage de 2014. Les placettes fixes d'un linéaire de 50 m et la répétition de 4 visites annuelles sur ces placettes ont permis : (i) d'affiner la description de l'habitat, (ii) d'améliorer la détection pour viser l'exhaustivité, (iii) d'avoir un effort d'échantillonnage homogène, (iv) d'avoir des densités d'exuvies comparables, (v) d'évaluer la détectabilité des espèces et (vi) de préciser la phénologie d'émergence.

Les 4 passages par secteur ont été réalisés entre début juin et fin juillet (période d'émergence),

Analyse des données

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel R 3.1.3 et les cartographies avec QGIS 2.8.1. Les paramètres conditionnant l'abondance d'exuvies (cumulée sur les 4 passages) ont été analysés à l'aide de modèles linéaires généralisés (GLM) et en utilisant la loi négative binomiale du fait d'une forte « surdispersion » des abondances. La distribution binomiale a été utilisée pour les données d'occurrences (présence-absence). La pertinence relative des différents modèles est obtenue avec le Critère d'information d'AKAIKE (AIC) (BURNHAM & ANDERSON, 2002). Les modèles ont été construits variable par variable pour évaluer leur effet individuellement et établir une hiérarchie relativement au modèle nul (*i.e.* sans aucune variable). Le faible nombre de données limite les possibilités d'inclure plusieurs variables dans un même modèle ; de plus, la fréquente corrélation entre les variables limite, elle aussi, la possibilité de les associer

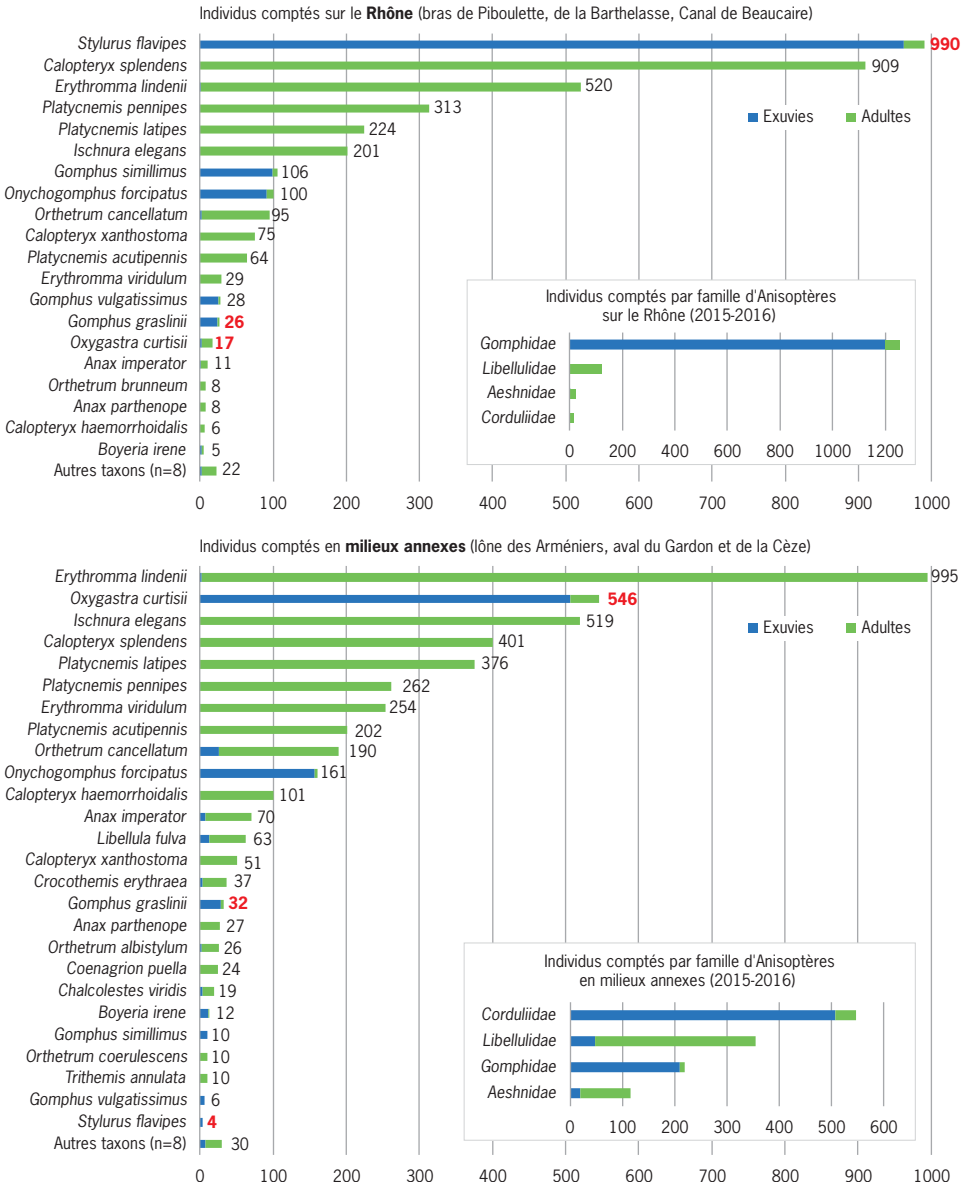


Figure 1. Abondances relevées (adultes et exuvies) par espèce d'odonates et famille d'anisoptères, en 2015 et 2016 sur les bras du Rhône d'une part et les milieux annexes (lône et affluents) d'autre part.

et l'interprétation des résultats des modèles. Les modèles « d'occupation de site » (*Site Occupancy*) pour une saison unique (MACKENZIE *et al.*, 2002), ont été utilisés pour estimer la probabilité de détection des espèces. La détectabilité a été calculée sur les données de 2015 mais pas de 2016 du fait d'émergences moins étalées dans le temps. En effet, ces modèles sont basés sur une hypothèse de population fermée stable (*i.e.* que l'occupation des sites ne change pas au cours des différents passages). Les GLM, basés sur les 4 passages annuels combinés, ont été privilégiés pour évaluer l'effet des variables sur toutes les placettes, ou en distinguant en deux sous-ensembles celles du fleuve et des milieux annexes.

Résultats

Peuplements observés

Trente-neuf espèces (16 Zygoptères et 23 Anisoptères) ont été inventoriées lors des trois années. 80 % des Anisoptères présentent un indice d'autochtonie certain (exuvies). Les Gomphidae ont même été détectés quasi-exclusivement grâce aux exuvies (95 % des effectifs) et à l'observation d'émergences. La figure 1 montre la dominance des espèces relevées d'une part sur les bras du Rhône et d'autre part sur les milieux annexes, avec une distinction entre adultes et exuvies, en rappelant que les exuvies de Zygoptères n'étaient pas ciblées par notre protocole. Sur les placettes du Rhône, les Gomphidae sont la famille d'Anisoptères de loin dominante à l'émergence avec 99 % des exuvies collectées et parmi lesquelles 80 % de *S. flavipes*. Chez les Zygoptères, *Calopteryx splendens* et *Erythromma lindenii* sont les plus fréquents sur le fleuve. Les Anisoptères émergents fréquemment associés à *S. flavipes* sont *Gomphus simillimus* et *Onychogomphus forcipatus*, toutefois moins abondants. Sur les milieux annexes, c'est *O. curtisii* qui domine pour les Anisoptères, également surtout détecté via les exuvies (92 % des effectifs). Banal sur le Rhône, *S. flavipes* est très rare sur les milieux annexes alors que c'est l'inverse pour *O. curtisii*. Quant à *G. graslinii*, il est ici peu abondant, sur les milieux annexes comme sur le fleuve. Les Libellulidae et Aeshnidae, s'observent bien plus facilement au stade adulte sur leurs habitats de reproduction que les Gomphidae. Les peuplements sont globalement plus diversifiés sur les lînes et affluents, avec des Zygoptères et Anisoptères inféodés à des habitats plus lents et végétalisés.

Phénologie

La figure 2 montre l'accumulation des exuvies au cours de notre échantillonnage. En 2015, pour *S. flavipes* (courbe jaune), 50 % des exuvies étaient récoltées vers le 8 juillet. Aucune exuvie n'a été trouvée au premier relevé le 2 juin sur un secteur pourtant favorable et seules 3 ont été trouvées lors du dernier passage. Les 4 passages en 2015 semblaient ainsi parfaitement centrés sur la période d'émergence (étalée sur au

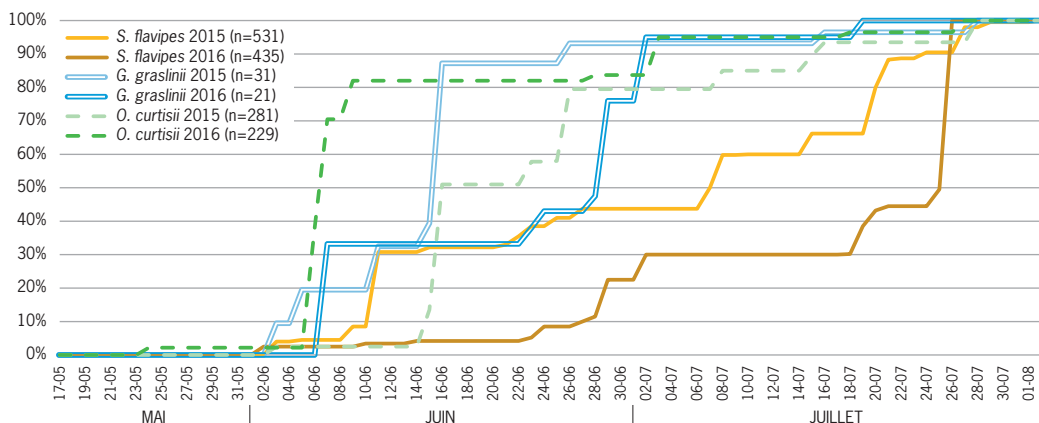


Figure 2. Courbes d'accumulation des exuvies collectées pour *S. flavipes*, *G. graslinii* et *O. curtisii* en 2015 et 2016.

moins 2 mois). En 2016 (courbe brune), avec un passage plus précoce sur tous les secteurs fin mai, les premières exuvies n'ont été trouvées que le 2 juin. Plus étonnamment, la seconde série de passages (mi-juin) a révélé encore peu d'exuvies alors que l'on atteint 50 % du total des exuvies récoltées seulement le 25 juillet. On observerait ainsi un retard des émergences en 2016 par rapport à 2015. Les courbes de *G. graslinii* et *O. curtisii* révèlent des émergences plus synchronisées, surtout en juin. Malgré les passages fin mai 2016, *G. graslinii* n'a été observé qu'en juin mais comme pour *S. flavipes* avec sans doute un retard en 2016. Les passages précoces en 2016 ont cependant permis de trouver plus tôt les exuvies d'*O. curtisii* (80 % des effectifs dès début juin) mais très peu à la fin mai.

La figure 3 permet d'évaluer graphiquement la complémentarité des quatre passages, répétés sur chacun des neuf secteurs. On observe ainsi que certains passages ont permis de détecter l'essentiel des effectifs, par exemple le premier passage pour *G. graslinii* en 2015 et le 4^e passage pour *S. flavipes* en 2016. On note aussi qu'en 2016, les premiers et seconds passages ont été moins efficaces qu'en 2015. Deux passages réalisés à la période optimale permettraient bien souvent d'obtenir l'essentiel des effectifs ici détectés pour une espèce, la difficulté étant qu'il est difficile d'anticiper les éventuels décalages de pics d'émergence d'une année sur l'autre. Les quatre passages permettent aussi de couvrir la période d'émergence des trois espèces protégées, *O. curtisii* et *G. graslinii* étant plus précoces et synchrones que *S. flavipes*.

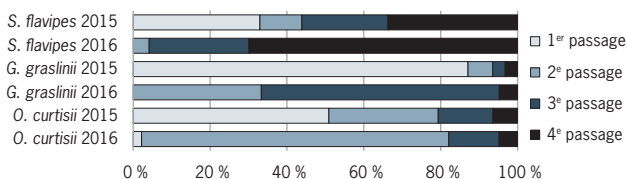


Figure 3. Proportion d'exuvies collectées par espèce lors des 4 passages sur chacun des 9 secteurs, en 2015 et en 2016.

Sex-ratio

Les exuvies le permettant ont été sexées (tableau I). Pour *S. flavipes*, le sex-ratio apparaît équilibré, sans différence significative entre les sexes ni entre les années (test de Chi2). Les courbes d'accumulation ne montrent pas ici de décalage phénologique notable entre sexes. Pour *G. graslinii*, il est étonnant que malgré un petit échantillon, on observe un déséquilibre en faveur des mâles dans une proportion similaire chaque année (~ 60 % de mâles). Ceci n'est pas significatif par année mais l'est si l'on cumule les effectifs mâles (n = 64) et femelles (n = 43) des 3 années (test de Chi2, X2 = 4,1, df = 1, p = 0.04). Les exuvies mâles n'ont pas forcément été trouvées avant les femelles. Ce résultat est à relativiser au regard de la faible taille de l'échantillon. Enfin pour *O. curtisii*, le sex-ratio est équilibré, sans différence significative chaque année, ni entre les années.

	2014	2015	2016	Total
<i>S. flavipes</i> ♂	51,3 %	51,9 %	47,9 %	50,5 %
<i>S. flavipes</i> ♀	48,7 %	48,1 %	52,1 %	49,5 %
exuvies sexées	411	524	426	1361
<i>G. graslinii</i> ♂	60,0 %	58,1 %	61,9 %	59,8 %
<i>G. graslinii</i> ♀	40,0 %	41,9 %	38,1 %	40,2 %
exuvies sexées	55	31	21	107
<i>O. curtisii</i> ♂	NE	49,7 %	51,8 %	51,0 %
<i>O. curtisii</i> ♀	NE	50,3 %	48,2 %	49,0 %
exuvies sexées	0	169	110	279

Densité, fidélité et détectabilité

Fréquent et localement abondant sur le Rhône (1485 exuvies en 3 ans), *S. flavipes* reste rarissime sur les milieux annexes (4 exuvies en 3 ans !), avec seulement 1 sur le Gardon et 3 sur l'amont de la lône des Arméniers. Sa densité moyenne est de 11,3 ± 14,7 exuvies sur 50 m pour 4 passages cumulés et 71 placettes positives (55 %). Le maximum est de 79 exuvies sur 50 m en 2016 sur une placette du bras de la Barthelasse (63 en 2015 au même endroit). À l'inverse, certaines placettes du Rhône restent négatives (malgré 8 passages standardisés sur 2 ans), suggérant une réelle absence dans certaines configurations. Sur la majorité des placettes (59 %) où *S. flavipes* émergeait en 2015, il était revu en 2016. La probabilité de détection était assez élevée en 2015 avec 59 % [51 ; 66] de chance de trouver une exuvie par passage. Ainsi, deux passages entre début juin et fin juillet permettaient de bien détecter l'espèce (83 % de chances si elle est présente).

Pour *G. graslinii*, la densité moyenne est de $2,0 \pm 1,9$ exuvies sur 50 m et 4 passages cumulés (23 placettes positives) avec un maximum de 10 exuvies sur 50 m sur le Gardon aval. Le secteur le plus favorable chaque année est l'aval du Gardon. L'autochtonie a cependant été montrée sur les autres secteurs mais plus sporadiquement, avec 1 ou 2 exuvies par placette. Sur le Rhône, les émergences sont rares mais annuelles (bras de la Barthelasse). Aucune exuvie n'a été retrouvée en 2016 sur la Cèze (1 en 2015) et sur la lône des Arméniers (1 en 2014). Des faibles densités semblent découler une faible fidélité ou détectabilité (3 placettes sur 18 positives à la fois en 2015 et en 2016). Du fait de la rareté des données et d'émergences assez synchronisées, la probabilité de détection calculée en 2015 n'était que de 9 % [3 ; 30].

O. curtisii émerge principalement des milieux annexes (99 % des exuvies) : Gardon (60 %), Cèze (30 %) et lône des Arméniers (10 %). En 2014 et 2015, quelques exuvies isolées ont été trouvées sur le Rhône (bras de la Barthelasse) où des mâles patrouillant ont par ailleurs pu être observés. Cette espèce est la deuxième plus abondante (exuvies) mais est concentrée sur quelques sites (22 placettes positives). La densité moyenne est de $18,1 \pm 27,9$ exuvies sur 50 m et 4 passages cumulés, avec un maximum de 125 exuvies sur une placette du Gardon. Concernant la fidélité, 65 % des placettes positives en 2015 l'étaient également en 2016. L'espèce est retrouvée là où elle était abondante l'année précédente. Les nombreuses placettes négatives suggèrent des habitats larvaires localisés, même au sein des milieux annexes favorables. La probabilité de détection était de 48 % [33 ; 63] par passage en 2015.

Habitats d'émergence

S. flavipes émerge principalement sur le sol ou les plages (37 % des exuvies) (photographie 1f) et les blocs rocheux (29 %), moins fréquemment sur les troncs et branches (17 %) (photographie 1d), dont celles de l'invasif *A. fruticosa* (photographie 1i). 5 % sont trouvées sur des héliophytes (photographie 1g) voire inflorescences de potamots (photographie 1c). L'espèce s'accommode aussi de supports très artificiels (cordages, péniches, quais bétonnés) (photographie 1a, h). La position des exuvies, horizontale, oblique, verticale voire renversée (photographie 1i), semble fonction du support. En 2016



Photographie 1. Variété de supports, habitats et positions d'émergence de *S. flavipes* sur le Rhône méridional.

© B. LOUBOUTIN - Opie (a, c, e, f, h, j), © Y. BLANCHON - SFO (b et d), © G. MONCHAUX - COGard (g), © X. HOUARD - Opie (i).

comme en 2015, 5 % étaient trouvées décrochées de leur support ou échouées sur la rive.

La majorité des exuvies (91 %) est trouvée à moins de 50 cm de hauteur, dont 38 % à moins de 10 cm et jusqu'au ras de l'eau (photographie 1b). Quelques-unes sont à plus de 1 m, aucune à plus de 2 m même si l'effort de prospection y est plus faible. Concernant la distance (horizontale) à l'eau, 51 % sont trouvées entre 10 et 50 cm, mais beaucoup sont à moins de 10 cm (21 %) ou entre 1 et 2 m de la rive (18 %). Quelques-unes sont trouvées à plus de 2 m mais surtout sur des rives en pente douce où l'eau progresse et se retire aisément au sein d'une même journée avec les lâchers/retenues d'eau des barrages.

Le type de milieu (fleuve) conditionne fortement la présence de *S. flavipes* (tableau 2). Ainsi, la probabilité de présence sur les placettes des milieux annexes est de 4 % [1 ; 15] contre 83 % [74 ; 90] sur le Rhône (figure 4a). Les autres facteurs significatifs : substrat sablo-limoneux, courant et *A. fructicosa* sont aussi corrélés au Rhône. La probabilité de présence est nettement plus élevée dès lors qu'il y a un courant perceptible (~3 cm/s) (figure 4b). La proportion de blocs immergés est anticorrélée à l'abondance sur les placettes du Rhône et au substrat de type sablo-limoneux, favorable. L'espèce est ainsi fréquente sur le Rhône mais plus abondante avec l'accumulation de sédiments fins (figure 4c).

L'exuvie de *G. graslinii* n'étant pas déterminable sur le terrain sans loupe binoculaire, les supports et hauteurs d'émergence se rapportent donc au groupe *G. graslinii/simillimus/vulgatissimus*. Les proportions sont plus équilibrées que pour *S. flavipes*, avec les hélophytes ou herbacées (23 %), suivi du sol (21 %), blocs rocheux (21 %), branches (15 %) et racines (6 %). La majorité (69 %) des exuvies sont notées à moins de 50 cm de hauteur dont 26 % à moins de 10 cm. On trouve encore 25 % d'exuvies entre 50 cm et 1 m et 7 % à plus de 1 m. Elles sont ainsi légèrement plus hautes que *S. flavipes*. À noter qu'alors que la berge était largement inondée, le 10 juin 2016 à Vallabrègues, une dizaine de *G. simillimus* émergeait plus haut sur des troncs de Saules

Tableau 2. Synthèse des paramètres ayant un effet significatif selon les GLM. La différence d'AIC (delta) avec le modèle nul révèle la qualité du modèle.

Variables à expliquer (exuvies)	Variables explicatives (valeur delta avec AIC modèle nul)	
	Coefficient positif	Coefficient négatif
<i>Stylurus flavipes</i>	(AIC modèle nul = 181,1)	
	Présence (Rhône et Annexes)	Rhône versus Annexes (85,2) Substrat sablo-limoneux (32,2) Vitesse du courant (21,2) <i>Amorpha fructicosa</i> (8,3) non significatif
<i>Stylurus flavipes</i>	(AIC modèle nul = 543,1)	
	Abondance (Rhône)	Substrat sablo-limoneux (2,7) Blocs rocheux (5,1) Entretien régulier berges (2,2)
<i>Gomphus graslinii</i>	(AIC modèle nul = 123,3)	
	Présence (Rhône et Annexes)	Pente de la berge (12,2) Profondeur à 2 m de la rive (6,6) Chevelu racinaire immergé (3,3) non significatif
<i>Gomphus graslinii</i>	(AIC modèle nul = 187,9)	
	Abondance (Rhône et Annexes)	Pente de la berge (13,6) Chevelu racinaire immergé (8,7) Aulnes (3,8) Hélophytes (8,4) Hydrophytes (6,7) Substrat vaseux (4,3)
<i>Oxygastra curtisii</i>	(AIC modèle nul = 120,2)	
	Présence (Rhône et Annexes)	Chevelu racinaire immergé (12,0) Pente de la berge (10,1) Débris organiques (10,0) Substrat sableux (6,6) Présence d'Aulnes (6,1) Accessibilité (4,7) Rhône versus Annexes (30,0) <i>Amorpha fructicosa</i> (24,2) Substrat sablo-limoneux (15,4) Vitesse du courant (7,0)
<i>Oxygastra curtisii</i>	Modèle nul (AIC = 231,4)	
	Abondance (log) (Annexes)	Pente de la berge (24,6) Profondeur à 2 m de la rive (18,7) Proportion d'Arbres (10,3) Chevelu racinaire immergé (8,6) Accessibilité (4,9) Hydrophytes (10,1) Jussie (8,2) Hélophytes (6,8) <i>Amorpha fructicosa</i> (5,2)



Photographie 2. Émergence de *G. simillimus* en condition de hautes eaux sur le canal de Beaucaire (30).

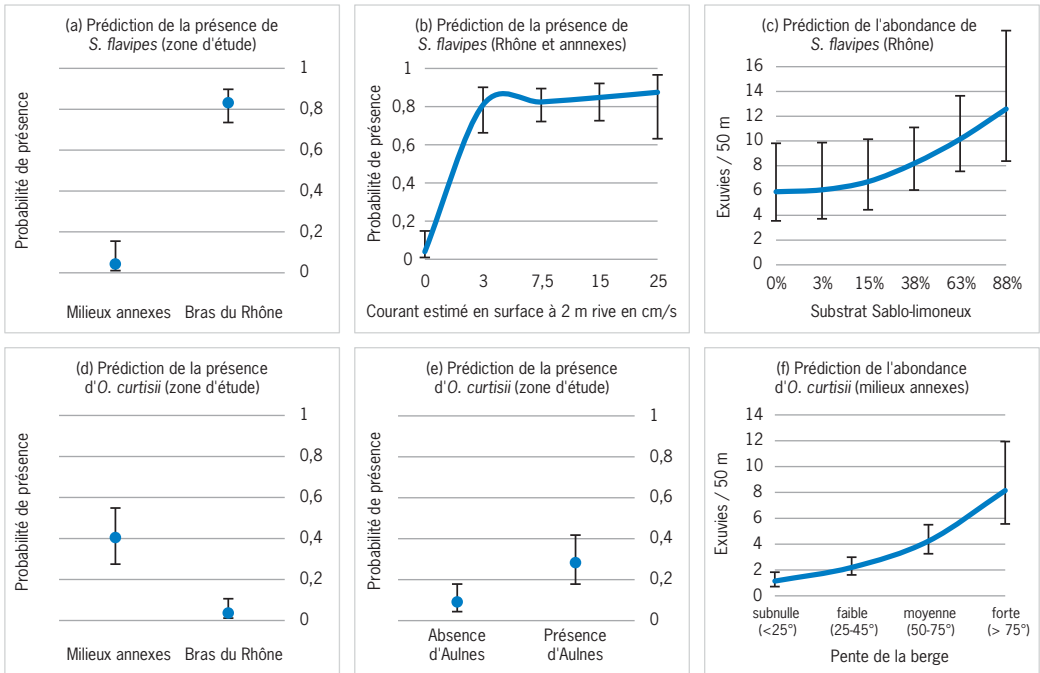


Figure 4. Exemples de prédictions de probabilité de présence ou de l'abondance en fonction de variables explicatives, obtenues avec les GLM, et leur intervalle de confiance à 95 %.

(photographie 2), ce qui suggère un comportement adaptatif aux fortes variations des niveaux d'eaux, telles que des crues en fin de printemps.

Concernant la présence ou l'abondance de *G. graslinii* (tableau 2), il n'y a pas de préférence pour les annexes ou le fleuve. Les facteurs conditionnant la présence montrent que l'espèce émerge sur les berges plutôt abruptes et profondes. Le chevelu racinaire immergé semble également propice, ainsi que les aulnes pour l'abondance, ces variables étant liées. Les herbiers d'hélophytes et d'hydrophytes, ainsi que l'accumulation de vase ne semblent pas être corrélés avec l'abondance. Nous n'avons pas privilégié de présenter les prédictions graphiques (figure 4) pour cette espèce, moins pertinentes avec de plus larges intervalles de confiance. Les exigences spécifiques aux placettes du Rhône restent difficiles à établir avec peu de sites positifs et de faibles abondances détectées.

O. curtisii délaisse le substrat de la berge et les blocs rocheux pour les supports végétaux : hélophytes et herbacées (41 %) et ligneux : branches (31 %), troncs (14 %) et racines (10 %). Cette espèce est ainsi classiquement trouvée en agrégats sur les branchettes au pied des troncs d'Aulnes. 89 % des exuvies sont à moins de 50 cm de hauteur mais quelques-unes peuvent être présentes jusqu'à 2 m. Cette espèce émerge sur des sites assez abrités sous couvert de ligneux et sur les milieux annexes où le phénomène de « lessivage » des exuvies est plus limité.

La probabilité de présence d'*O. curtisii* sur les placettes du Rhône (3 % [1 ; 11]), est nettement plus faible que sur les affluents et îlons (40 % [27 ; 55]) (figure 4d). Les facteurs négatifs (tableau 2) sont *A. fruticosa* et le substrat sablo-limoneux puis le courant, facteurs qui sont corrélés au fleuve. Le chevelu racinaire immergé, une pente abrupte et les débris organiques parmi le substrat sont favorables. La présence d'Aulnes est positivement corrélée à la probabilité de présence (figure 4e). Au sein des milieux annexes favorables, l'abondance en exuvies est corrélée (tableau 2) à la pente (figure 4f) et la profondeur, suivis de la proportion d'arbres, de chevelu racinaire immergé puis à l'accessibilité. À l'inverse, les herbiers d'hydrophytes, de Jussie, d'hélophytes, *A. fruticosa* et le substrat vaseux ne se retrouvent pas là où *O. curtisii* est plus abondante. Ces paramètres s'observent aussi plus rarement en configuration de rives boisées, abruptes et profondes.

Discussion

Peuplements odonatologiques

Les espèces recensées représentent plus du tiers de la faune odonatologique française (GRAND & BOUDOT, 2006) et la moitié des espèces recensées sur le cours du Rhône (DELIRY *et al.*, 2013). Les Libellulidae et les Aeshnidae ne semblent pratiquement pas émerger du fleuve proprement dit, relativement aux affluents et lînes calmes et végétalisés, refuges de diversité. Toutes les espèces de Gomphidae de France continentale émergent sur la zone d'étude, à l'exception d'*Ophiogomphus cecilia* qui cohabite avec *S. flavipes* sur la Loire (GRAND & BOUDOT, 2006 ; GOURAUD, 2015) mais n'est pas connu actuellement sur le Rhône. Cette espèce emblématique, citée historiquement mais de façon imprécise par AGUESSE (1968) au bord du Rhône, est peut-être à (re)trouver plus en amont. *S. flavipes* est non seulement fréquent sur les bras du Rhône mais il y est également l'Anisoptère le plus abondant à l'émergence sur la période suivie. *G. simillimus* et *O. forcipatus* émergent des mêmes habitats, même si le second est également fréquent sur les affluents suivis. *G. vulgatissimus*, une espèce dite printanière, a été mieux détectée en 2016 grâce aux prospections avancées à fin mai. Cette espèce, sensible à la qualité des eaux (GRAND & BOUDOT, 2006), est jugée rare sur le Rhône (LADET, 2013) et est régulièrement associée à *S. flavipes* (GRAND *et al.*, 2011 ; HORVÁTH, 2012). Habituellement plutôt signalé à l'amont des cours d'eau, vifs et oxygénés (GRAND & BOUDOT, 2006) : *Onychogomphus uncatus* a été trouvé (exuvies) sur le Gardon aval à Comps (30) en 2015. Ceci pourrait s'expliquer par une dérive larvaire lors des crues importantes de l'automne 2014. On peut aussi souligner la cohabitation des deux sous-espèces d'*O. forcipatus* sur la zone d'étude si l'on se fie aux exuvies, avec également des individus aux caractères intermédiaires (épines vestigiales ou manquantes d'un côté). Le Rhône entre Montélimar et Avignon constituerait une zone de contact entre les 2 sous-espèces (BOUDOT & JACQUEMIN, 1987 ; LADET, 2013 ; PAPAIZIAN *et al.*, 2017). Autre singularité, des *C. splendens* « type » *caprai* sont présents bien que très rares ou confondus avec *C. xanthostoma*. S'agit-il ici d'une sous-espèce, d'hybridation entre *splendens* et *xanthostoma* ou de simple variabilité phénotypique, ceci reste à élucider.

Stylurus flavipes

S. flavipes émerge tant sur les rives boisées que sur les quais bétonnés du port d'Avignon. La présence de végétation aquatique ou rivulaire ne semble pas déterminante (HEIDEMANN & SEIDENBUSCH, 2002), ce qui est cohérent avec DE KNIJF *et al.*, (2014) qui l'ont observé en Belgique sur un canal bétonné à navigation dense de péniches. La granulométrie du sédiment semble capitale (LINKE & FARTMANN, 2009), au point qu'une cartographie des accumulations de sédiments fins permettrait presque de cartographier les sites d'émergence rhodaniens. L'espèce est ainsi souvent rare à l'extérieur des méandres où l'accélération du courant chasse la fraction sablo-limoneuse (photographie 3) et en abondance à l'intérieur où elle se dépose (photographie 4).



Photographie 3. Site peu favorable à *S. flavipes*, à l'extérieur d'un méandre au Pontet (84).



Photographie 4. Site très favorable sur la berge opposée, à l'intérieur du méandre, le long de l'île de la Barthelasse.



Photographie 5. Adulte émergent de *S. flavipes*, victime du ressac sur le canal de Beaucaire (30).

Le support d'émergence semble éclectique et surtout fonction des opportunités offertes sur la rive (MÜLLER, 1995 ; HORVÁTH, 2012). Sachant que la majorité des exuvies est trouvée à moins de 50 cm de hauteur, les phénomènes de ressac (vagues liées au vent), batillage (vagues liées à la navigation) et marnage (lâchers/retenues d'eaux liées à l'exploitation hydroélectrique) entraînent non seulement une sous-détection des exuvies mais aussi une mortalité par noyade à l'émergence (photographie 5) (ELLWANGER *et al.*, 2006).

Les densités d'exuvies relevées en Europe varient de 1 à 594 exuvies sur 100 m selon les études (GOURAUD, 2015). Ces résultats nous semblent très dépendants du nombre de passages réalisés et du « lessivage » à faible hauteur, d'où des densités d'exuvies qui restent sous-estimées dans ce type d'habitat, à moins de collectes quotidiennes.

L'espèce n'émerge quasiment pas des rivières affluentes pourtant proches. Le substrat y semble soit de sable plus grossier soit vaseux mais l'espèce - répartie aussi selon la température et le courant sur l'Oder (MÜLLER, 2002) - préfère peut-être en plus de la finesse du sédiment du fleuve, sa stabilité thermique et du courant comparativement aux rivières méditerranéennes. La dérive larvaire passive est connue lors de crues où des larves peuvent finir leurs développements piégées dans des bras morts (CLOUPEAU *et al.*, 2000). Les individus émergents à l'amont de la lône des Arméniers pourraient ainsi être passés (sous forme de larves voire de pontes) par une buse d'alimentation connectée au Rhône située à une dizaine de mètres. Au sein des trois bras « court-circuités » suivis, l'espèce est sensiblement plus rare sur le bras de la Piboulette, peut-être du fait d'un débit réservé au « vieux Rhône » qui y semble inférieur ou plus irrégulier.

L'année 2016, avec des mois de mai et juin frais et pluvieux et des émergences surtout en juillet, nous révèle de potentielles variations phénologiques interannuelles importantes, également observées entre 1989 et 1994 sur l'Oder par MÜLLER (1995). En 2015, les émergences non synchronisées s'étalaient sur au moins deux mois (juin/juillet). Cette espèce, dite estivale, peut émerger plus tôt : une exuvie a été trouvée dans l'Aude le 19 mai 2011 (CARRÈRE & BLANCHON, 2012) et encore courant août avec des femelles plus tardives (DE KNIJF *et al.*, 2014). Début juillet semble ici optimal mais il est impératif de ne pas se contenter d'un seul passage pour espérer détecter l'espèce avec certitude.

Gomphus graslinii

L'essentiel des exuvies de *G. graslinii* a été trouvé lors des passages de juin, ce qui suggère une émergence un peu plus précoce et plus synchronisée que chez *S. flavipes*. Une émergence « tardive » a toutefois été observée en direct, le 16 juillet 2014. Le premier passage plus précoce effectué en mai 2016 n'a pas permis de détecter des exuvies. Un printemps 2015 doux et sec, avec deux pics de chaleur, pourrait expliquer une émergence plus précoce qu'en 2016 comme pour *S. flavipes*. Une possibilité serait une variation démographique des cohortes de larves qui se développent en 2 à 5 ans chez les Gomphidae (GRAND & BOUDOT, 2006).

Les densités les plus fortes sont obtenues chaque année sur le Gardon mais l'espèce semble exceptionnelle sur les autres secteurs annexes (Cèze, lône des Arméniers). Malgré le peu de placettes positives, il semble préférer les rives plutôt abruptes, souvent arborées avec des racines immergées, plutôt sur fond sableux que vaseux. Comme *O. curtisii*, l'espèce s'observe sur le Gardon aval dans des sites à faible courant perceptible mais évite les zones de dépôts de gros bancs de vases, peu profondes. Concernant l'habitat larvaire, il a déjà été montré une préférence pour les fonds sablonneux où s'accumule une litière de feuilles en décomposition (LEIPELT & SÜHLING, 2001). L'antagonisme avec les herbiers aquatiques sur les sites d'émergence a également été observé sur le Loir angevin (TOURNEUR & LAMBRET, 2016), mais il est vrai que les herbiers se développent en conditions plus ensoleillées qu'arborées. Des corrélations révélées par les analyses

statistiques ne découlent pas toujours des liens directs avec des exigences écologiques. Ce Gomphe est plus proche de son optimum écologique sur une rivière (GRAND & BOUDOT, 2006), que sur un fleuve comme le Rhône où, même s'il est autochtone chaque année, ses émergences restent actuellement peu abondantes. En Rhône-Alpes, il semble également rare sur le fleuve « *existence de petites populations relictuelles ou reproduction très ponctuelle ?* », signalé de la chute de Donzère-Mondragon (LADET, 2013).



Bastien LOUBOUTIN

Chargé d'études entomologiste à l'Opie.

Oxygastra curtisii

Les exuvies sont majoritairement trouvées lors de nos premiers passages, pour cette espèce plus printanière que *S. flavipes*. Conformément à la bibliographie, elle émerge surtout de la fin mai à la mi-juin (HEIDEMANN & SEIDENBUSCH, 2002) et de façon assez synchronisée sur 10 à 15 jours (GRAND & BOUDOT, 2006). En 3 ans, très peu d'émergences directes ont été notées, sans doute parce que l'espèce émergerait fréquemment la nuit pour limiter la prédation (MAINGEOT *et al.*, 2015). À l'inverse des Gomphidae, elle présente une préférence marquée pour les supports végétaux, herbacés ou ligneux. Les exuvies sont souvent agrégées en nombre (favorisant la détection), entre 10 cm et 1 m de hauteur, sous couvert arboré et en milieux annexes, ce qui limite le « lessivage » par les intempéries et le ressac. Il est ainsi possible que les exuvies trouvées lors des derniers passages le soient assez longtemps après émergence et soient passées inaperçues aux passages précédents.

L'étude a permis de confirmer l'autochtonie sur le Rhône méridional, bien que cela reste anecdotique compte tenu des abondances observées sur les lônes et affluents. De petits noyaux de populations sont également cités sur le Rhône « court-circuité » de Donzère-Mondragon (LADET, 2013). L'abondance est favorisée par des berges abruptes, profondes, arborées avec un chevelu racinaire immergé. Les aulnes situés en pied de berge avec développement de chevelu racinaire dans l'eau sont favorables et à conserver. Les larves sont connues pour vivre dans les débris végétaux accumulés à l'aplanissement des rives (GRAND & BOUDOT, 2006), une configuration fréquente sur les sites arborés, profonds et calmes des lônes et affluents mais plus rare sur les bras courants et aménagés du Rhône.

Conclusion

Cette étude collective avec un effort de prospection conséquent, menée sur 3 années consécutives, a contribué à la connaissance d'espèces encore récemment méconnues sur le Rhône aval (DUPONT, 2010 ; PAPAIZIAN *et al.*, 2017). Plus facilement accessible en canoë, ce fleuve reste peu commode à prospecter avec un vent fréquent, des plantes invasives denses et les fluctuations de débit liées à l'exploitation hydroélectrique.

Il est intéressant de constater qu'il est possible de faire ressortir certaines exigences écologiques d'après les habitats d'émergence. Une étude centrée sur les larves serait plus précise sur le substrat occupé (GOURAUD, 2015), mais compliquée à mettre en place *in situ* sur des larves difficiles à identifier, dans ces milieux et à cette échelle. Les densités et la fidélité aux sites montrent que les émergences ne sont pas distribuées aléatoirement mais le plus souvent à une relative proximité des sites de développement larvaire fonctionnels. La proportion d'exuvies observées relativement aux adultes chez les Gomphidae démontre, s'il en était encore besoin, l'impérieuse nécessité de cibler les exuvies, sans quoi une espèce aussi localement abondante que *S. flavipes* pourrait échapper à un inventaire odonotologique. L'étude montre aussi le risque de n'effectuer qu'un seul relevé d'exuvies, d'autant plus s'il est en marge du pic d'émergence, variable d'une année sur l'autre.

L'étude confirme l'émergence annuelle de *G. grasilinii* et *O. curtisii* sur le fleuve mais actuellement de façon assez marginale relativement aux affluents et lônes. À l'inverse, *S. flavipes* est le seul odonate qui soit ici restreint à l'habitat de fleuve.

Il semble illusoire d'empêcher toute mortalité liée au battillage et aux lâchers d'eau mais il est possible de limiter l'entretien mécanisé des rives en période d'émergence. En dehors du vieux Rhône, sur des sections plus courantes et artificielles, la création de petits épis rocheux perpendiculaires à la rive pourrait permettre, à défaut de renaturation, l'accumulation de substrats fins favorables aux larves de Gomphidae (LINKE & FARTMANN, 2009 ; MÜLLER, 1995). La conservation d'une ripisylve naturelle sur les affluents et îles, en particulier d'aunies au pied de berges abruptes est recommandée. L'omniprésence de plantes invasives (faux-indigo, jussie et beaucoup plus localement d'azolle fausse fougère (*Azolla filiculoides*) et de laitue d'eau (*Pistia stratiotes*)) est assez désolante même si ceci n'empêche visiblement pas la présence ni l'émergence d'odonates. En l'absence d'état zéro, leur impact sur les communautés reste difficile à quantifier et il est cependant indéniable qu'elles concurrencent fortement les herbiers locaux, uniformisent et colmatent les habitats.

Il peut être hasardeux d'affirmer que l'on assiste ces dernières années à une reconquête du Rhône par *S. flavipes* liée à une amélioration de la qualité de l'eau et non au fait que cette espèce emblématique passait simplement inaperçue avant que les odonatologues ne recherchent spécifiquement ses exuvies. Il reste possible que ces effets soient conjugués et ce n'est qu'avec des études standardisées et ciblant les exuvies que nous pourrions constater d'éventuelles évolutions à l'avenir. Enfin, si l'on constate, (i) la difficulté de prospecter efficacement ces habitats autrement qu'avec une embarcation ; (ii) la discrétion des adultes de *S. flavipes* relativement aux exuvies et (iii) des exigences écologiques atteintes sur le Rhône ; on serait tenté de parier sur la présence actuelle ou future de cette espèce sur des portions calmes et plutôt aval de la Seine et de la Garonne.

Remerciements

Nous tenons à remercier la CNR, à travers Messieurs R. BRUSSON, H. LAYDIER et N. RABIN pour l'établissement et le suivi technique de la convention. Merci également à la DREAL Languedoc-Roussillon en la personne de L. DE SOUSA, pour son accompagnement technique et son suivi réglementaire. Un grand merci enfin à toutes les personnes motivées ayant contribué aux prospections d'exuvies en canoë en 2014, 2015 et/ou 2016 : L. BAHIER LISSIEUX, P. BALDI, L. BELFORT, C. BERNARD, S. BALJOU, P. DEVOUCOUX, G. DESSAILLY, L. DE SOUSA, D. FRANÇOIS, P. GABANT, M. GONZALES, R. ITRAC-MOINEAU, T. JOUVET, K. LEBOEUF, S. LEFEVRE, E. LOUVET, C. MOINE, M. MOLLARD, E. MOYSSSET, F. PASSAS, S. PIORUNOWSKI, T. RAFTON, A. RONDEAU, Ch. RONNE, R. SABATHIER, L. TESNIERE, S. TOUALIT et L. WIRTZ.

Bibliographie

- AGGESSE P. 1968. Les Odonates de l'Europe Occidentale, du Nord de l'Afrique et des îles de Atlantiques. Masson, Paris, 258 p.
- BLANCHON Y., DURAND E. & LAMBRET P. 2011. Redécouverte de *Gomphus flavipes* (Charpentier, 1825) en Provence-Alpes-Côte-d'Azur (Odonata, Anisoptera : Gomphidae). *Martinia* 27(2): 121-122.
- BOUDOT J.-P. & JACQUEMIN G. 1987. Note sur l'identification et la répartition d'*Onychogomphus forcipatus unguiculatus* (Vander Linden) en France (Anisoptères : Gomphidae). *Martinia* 5: 21-25.
- BURNHAM K.P. & ANDERSON D.R. 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. Springer Science & Business Media.
- CARRERE V. & BLANCHON Y. 2012. Découverte de *Gomphus flavipes* (Charpentier, 1825) en Languedoc-Roussillon (Odonata, Anisoptera : Gomphidae). *Martinia* 28(1): 66.
- CLOUPEAU R., BOUDIER F., LEVASSEUR M. & COCQUEMOT C. 2000. Les odonates de Touraine (Département d'Indre-et-Loire, France). Bilan de l'inventaire en cours. *Martinia* 16(4): 153-170.
- DE KNIJF G., ADRIAENS T., VERMYLEN R. & VAN DER SCHOOT P. 2014. Ontdekking van een populatie Rivierrombout (*Gomphus flavipes*) op het Albertkanaal (België), een van de drukst bevaren kanalen van Europa, en een overzicht van de status in West- en Midden-Europa. *Bra-chytron* 16(1/2): 3-17.
- DELIRY C., PONT B., FATON J.M., LADET A. & OERTLI B. 2013. Le Rhône, du glacier de la Furka au delta de la Camargue. Les Odonates d'un grand fleuve européen. *Sympetrum* 17: 33-80.
- DOUCET G. 2011. Clé de détermination des exuvies des Odonates de France. 2^{ème} édition revue, corrigée et augmentée. Société française d'odonatologie, Bois d'Arcy, 68 p.
- 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, du Développement durable et de la Mer, 170 p.
- ELLWANGER G., BURBACH G.E.K., MAUERSBERGER R., OTT J., SCHIEL F.-J. & SÜHLING F. 2006. Libellen (Odonata). In : Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Sonderheft 2. Empfehlungen für die Erfassung und Bewertung von Arten als Basis für das Monitoring nach Artikel 11 und 17 der FFH-Richtlinie in Deutschland. P. H. Schmitter. Halle, Ampyx-Verlag: 121-139.
- GOURAUD C. 2015. Écologie larvaire de deux Gomphidae de Loire moyenne : *Gomphus flavipes* et *Ophiogomphus cecilia*. – Département d'Ingénierie des Milieux Aquatiques et des Corridors Fluviaux - Université François Rabelais & Ecole Polytechnique de Tours, 55 p.

- GRAND D. & BOUDOT J.-P. 2006. Les libellules de France, Belgique et Luxembourg. Biotope, coll. Parthénope, Méze, 480 p.
- GRAND D., PONT B., KRIEG-JACQUIER R., BARLOT R., FEUVRIER B., BAZIN N., BIOT C., DELURY C., GAGET V., MICHELOT J.-L. & MICHELOT L. 2011. *Gomphus flavipes* (Charpentier, 1825) redécouvert sur le bassin hydrographique du Rhône (Odonata, Anisoptera : Gomphidae). *Martinia* 21(1): 9-26.
- 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, France, 415 p.
- HORVÁTH G. 2012. Assessment of riverine dragonflies (Odonata: Gomphidae) and the emergence behaviour of their larvae based on exuviae data on the reach of the river tizza in zseged. *Tiscia* 39: 9-15.
- LADET A. 2013. Contribution à l'évaluation du statut de quelques Anisoptères du cours principal du Rhône entre Valence et Pont-Saint-Esprit. *Symptetrum* 17: 15-26.
- LEIPELT K. & SÜHLING F. 2001. Habitat selection of larval *Gomphus grasilnii* and *Oxygastra curtisii* (Odonata: Gomphidae, Corduliidae). *International Journal of Odonatology* 4(1): 23-34.
- LINKE T. J. & FARTMANN T. 2009. Flussjungfern am Niederrhein: Verbreitung und Habitatbindung (Odonata: Gomphidae) – Universität Münster, Institut für Landschaftsökologie. 15 p.
- LOUBOUTIN B., BLANCHON Y., GAYMARD M., HOUARD X., JAULIN S., MONCHAUX G., PETTITOT M., RONDEAU A. & RONNE Ch. 2017. Détection des populations de Gomphidae sur le Rhône méridional. In : GOUX N. & MARC D. (coord.) 2017. Les invertébrés dans la conservation et la gestion des espaces naturels. Actes du colloque de Toulouse du 13 au 16 mai 2015. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (Patrimoines naturels ; 76): 70-76.
- LOUBOUTIN B., HOUARD X., JAULIN S., BERNARD A., BLANCHON Y., GABANT P., GAYMARD M., MONCHAUX G., PETTITOT M., RONDEAU A. & RONNE Ch. 2016. Détection des populations de Gomphidae sur le Rhône méridional entre Caderousse et Beaucaire - Troisième année d'inventaire et synthèse 2014-2015-2016. Opie (coord.) – CEN L.-R. – COGard – Écologistes de l'Euzière – SFO délégation PACA. Rapport d'étude pour la Compagnie nationale du Rhône, 84 p.
- MACKENZIE D. I., NICHOLS J. D., LACHMAN G. B., DROEGE S., ANDREW ROYLE J., & LANGTIMM C. A. 2002. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology* 83(8): 2248-2255.
- MAINGEOT M., MOTTE G. & GOFFART P. 2015. Première étude de l'émergence de la Cordulie à corps fin (*Oxygastra curtisii*) le long de l'Ourthe. *Les Naturalistes belges* 96: 57-83.
- MÜLLER O. 1995. Ökologische Untersuchungen an Gomphiden (Odonata: Gomphidae) unter besonderer Berücksichtigung ihrer Larvenstadien. Cuvillier Verlag, Göttingen. 234 p.
- MÜLLER O. 2002. Die Habitate von Libellenlarven in der Oder (Insecta, Odonata). *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* 11(3): 205-212.
- PAPAZIAN M., VIRICEL G., BLANCHON Y. & KABOUCHE B. 2017. Les Libellules de Provence-Alpes-Côte d'Azur. Biotope, Méze, 368 p.
- TOURNEUR J. & LAMBRET P. 2016. Répartition et écologie de *Gomphus grasilinii* (Odonata : Gomphidae) sur le Loir angevin : une étude pilote. *Martinia* 32(2): 93-115.