



Suivi diachronique des populations de Gomphidae ligériens patrimoniaux

Renaud BAETA^{1}, Fabien VERNIEST² & Bérénice FIERIMONTE^{3**}*

¹ Association Naturaliste d'Étude et de Protection des Écosystèmes « Caudalis »

² UMR 7324 CITERES – Université de Tours – CNRS

³ Fédération des Conservatoires d'espaces naturels

*renaud.baeta@anepe-caudalis.fr

**berenice.fierimonte@reseau-cen.org

Séminaire « biodiversité du bassin versant de la Loire : fonctionnement, dynamiques et gestion » - 8 novembre 2018 – Tours





Le Plan national d'actions en faveur des Odonates



- **Qu'est ce qu'un PNA ?**

« Le PNA est un outil du ministère qui vise à organiser un suivi cohérent des populations de l'espèce ou des espèces concernées, à mettre en œuvre des actions coordonnées favorables à la restauration de ces espèces ou de leurs habitats, à informer les acteurs concernés et le public et à faciliter l'intégration de la protection des espèces dans les activités humaines et dans les politiques publiques. »

- **PNA & PRA Odonates**

- PNA en faveur des Odonates (Dupont, 2010)
- Déclinaison Centre – Val de Loire (Baeta, Sansault & Pincebourde, 2012)
 - ✓ 18 actions (connaissance - gestion conservatoire – formation sensibilisation)
 - ✓ 2 actions spécifiquement axées sur les Gomphes dits « de Loire »



Renaud Baeta (renaud.baeta@anepe-caudalis.fr)
<http://odonates.pnaopie.fr/plans-regionaux/centre/>



Le Centre de Ressources Loire Nature :

animé par FCEN, cadre du plan Loire, soutien AELB et Feder Loire

• Objectifs :

- ✓ Faciliter les liens entre chercheurs et gestionnaires ;
- ✓ Faciliter les échanges entre acteurs naturalistes du bassin de la Loire ;
- ✓ Coordonner des actions à l'échelle du bassin :
odonates

• Moyens :

- ✓ Valorisation des réseaux naturalistes ;
- ✓ Base documentaire (5280 docs) et newsletter (4/an) ;
- ✓ Organisation d'évènements (10 depuis 2010) ;
- ✓ Base retours d'expériences (53 fiches) ;
- ✓ Annuaire des gestionnaires (60 structures) ;
- ✓ Outil cartographique ;
- ✓ Photothèque (280 clichés) ;

[Bérénice Fiérimonte \(berenice.fierimonte@reseau-cen.org\)](mailto:berenice.fierimonte@reseau-cen.org)

<http://www.centrederesources-loirenature.com/>





Deux espèces patrimoniales associées à la forte naturalité du fleuve

- **Une nécessité réglementaire :**
 - ✓ Espèces prioritaires du Plan national d'action (loi Grenelle II)
 - ✓ Citées par la Directive « habitats »
 - **Des écologies peu connues**
Question de l'impact des aménagements et de la gestion des habitats à étudier
 - **Des populations présentes à l'échelle du bassin de la Loire** (près de 700 km de linéaire occupé)
- ➔ Nécessité de s'intéresser à ces espèces avec un protocole homogène à grande échelle !



Ophiogomphus cecilia



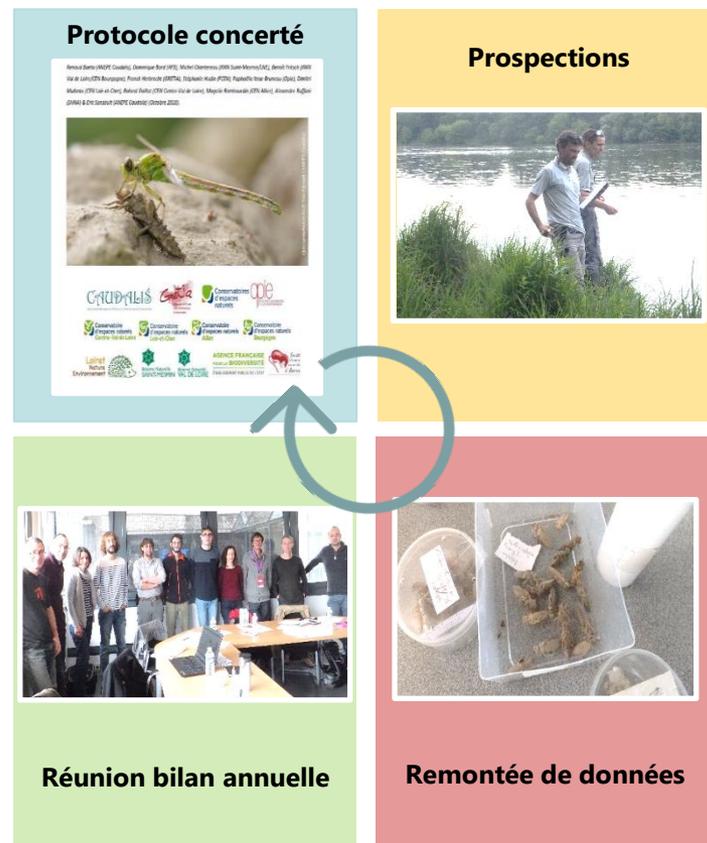
Stylurus flavipes



Un groupe de travail constitué dès 2013 avec des odonatologues du bassin

- **Test et mise en place du suivi :**
 - ✓ Test version Bêta en 2013 et 2014
 - ✓ Rédaction d'un protocole concerté en 2014-2015
 - ✓ Mise en œuvre effective à partir de 2015
- **A partir de :**
 - ✓ Bibliographie
 - ✓ Compétences locales
 - ✓ Retour d'expérience

=> Animation auprès des opérateurs par CDR Loire nature et coordinateurs régionaux du PNAO



<http://www.centrederessources-loirenature.com/reseaux-naturalistes/odonates>

<http://odonates.pnaopie.fr/plans-regionaux/centre/>



Un suivi pour répondre à quels objectifs ?

- ✓ **Disposer de tendances d'évolution des populations en répartition et en abondance**
- ✓ **Mieux connaître l'écologie des espèces suivies**
- ✓ **Disposer d'informations sur les habitats préférentiels des espèces et leurs évolutions qualitatives et quantitatives**



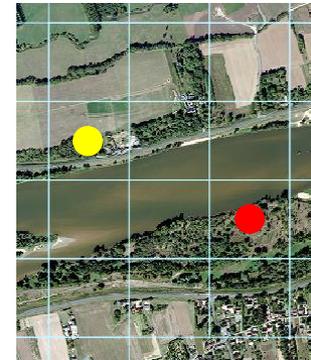
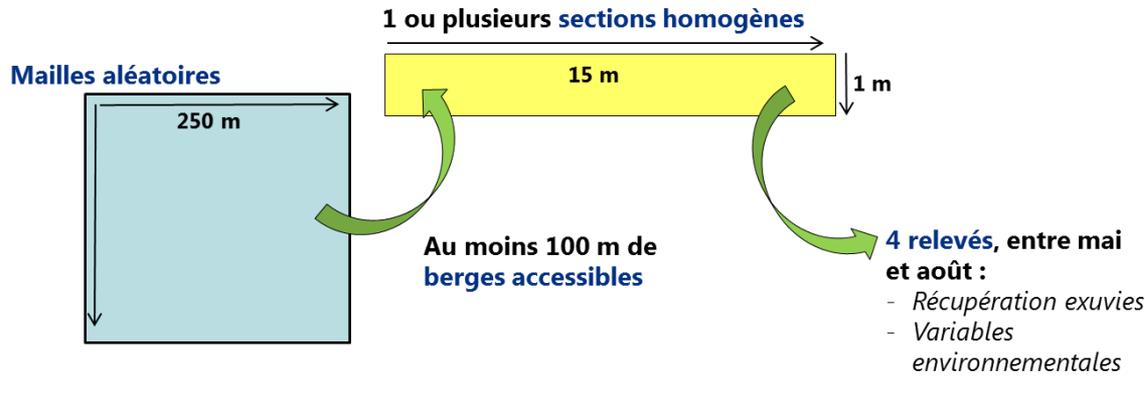


Les grandes lignes du protocole

- Maillage 250x250 mètres
- Échantillonnage flottant par tirage aléatoire annuel
- 4 passage de mi mai à mi août
- Récolte des exuvies sur une bande d'un mètre de large par sections « homogènes »
- Prise en compte de variables environnementales

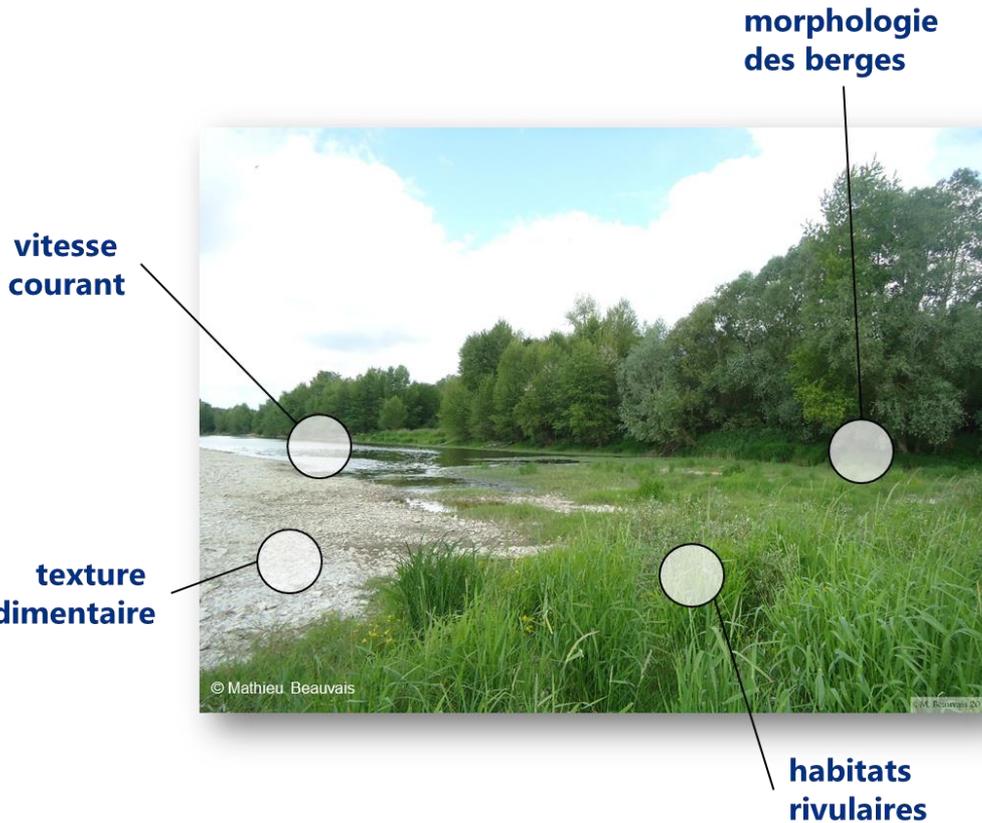


(Baets et al. 2015)





Variables environnementales : relevés de données « habitats »



| | | |
|----------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| N° Département | Observateur (s) | |
| N° Maille | Structure | |
| Vent | Date | |
| Pluie | Session n° | |
| T°C | Méthode de relevé du tracé (entourer) | GPS ou Visuel (joindre la carte) |
| Heure début | Heure de fin | |

| Section 1 | | | |
|---|------------------------------------|---------------------------------|---|
| Morphologie de la berge < 10° (plat) | Habitats rivulaires Hydrophytes | Vitesse du courant < 5cm/sec | Texture sédimentaire argiles/limons fins |
| 10 à 45° (pente faible) | Hélophytes | 5 à 20 cm/sec | limons grossiers/sable fins |
| 45 à 75° (pente forte) | Ripisylves | 20 cm à 1m/sec | sables grossiers/cailloutis |
| 75 à 90° (≅ verticale) | Berges nues | > 1 m/sec | galets/blocs |

| | |
|----------------------------|------------|
| Nombre d'exuvies récoltées | Remarque : |
| <i>G. flavipes</i> | |
| <i>O. cecilia</i> | |
| <i>O. forcipatus</i> | |
| <i>G. vulgatissimus</i> | |
| <i>G. similimus</i> | |

| Section 2 | | | |
|---|------------------------------------|---------------------------------|---|
| Morphologie de la berge < 10° (plat) | Habitats rivulaires Hydrophytes | Vitesse du courant < 5cm/sec | Texture sédimentaire argiles/limons fins |
| 10 à 45° (pente faible) | Hélophytes | 5 à 20 cm/sec | limons grossiers/sable fins |
| 45 à 75° (pente forte) | Ripisylves | 20 cm à 1m/sec | sables grossiers/cailloutis |
| 75 à 90° (≅ verticale) | Berges nues | > 1 m/sec | galets/blocs |

| | |
|----------------------------|------------|
| Nombre d'exuvies récoltées | Remarque : |
| <i>G. flavipes</i> | |
| <i>O. cecilia</i> | |
| <i>O. forcipatus</i> | |
| <i>G. vulgatissimus</i> | |
| <i>G. similimus</i> | |

| Section 3 | | | |
|---|------------------------------------|---------------------------------|---|
| Morphologie de la berge < 10° (plat) | Habitats rivulaires Hydrophytes | Vitesse du courant < 5cm/sec | Texture sédimentaire argiles/limons fins |
| 10 à 45° (pente faible) | Hélophytes | 5 à 20 cm/sec | limons grossiers/sable fins |
| 45 à 75° (pente forte) | Ripisylves | 20 cm à 1m/sec | sables grossiers/cailloutis |
| 75 à 90° (≅ verticale) | Berges nues | > 1 m/sec | galets/blocs |

| | |
|----------------------------|------------|
| Nombre d'exuvies récoltées | Remarque : |
| <i>G. flavipes</i> | |
| <i>O. cecilia</i> | |
| <i>O. forcipatus</i> | |
| <i>G. vulgatissimus</i> | |
| <i>G. similimus</i> | |



Résultats bruts 2015-2017

212 mailles suivies – 50 observateurs – 28 structures

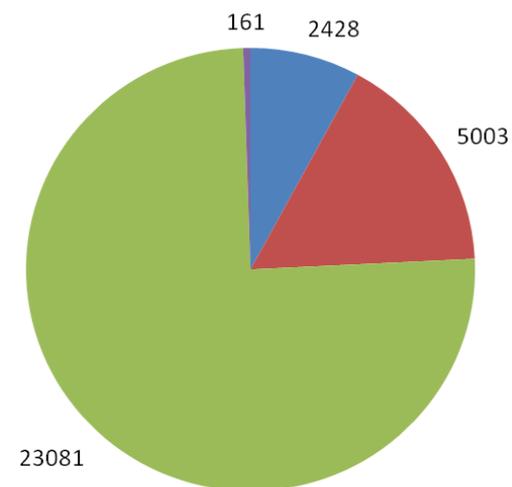
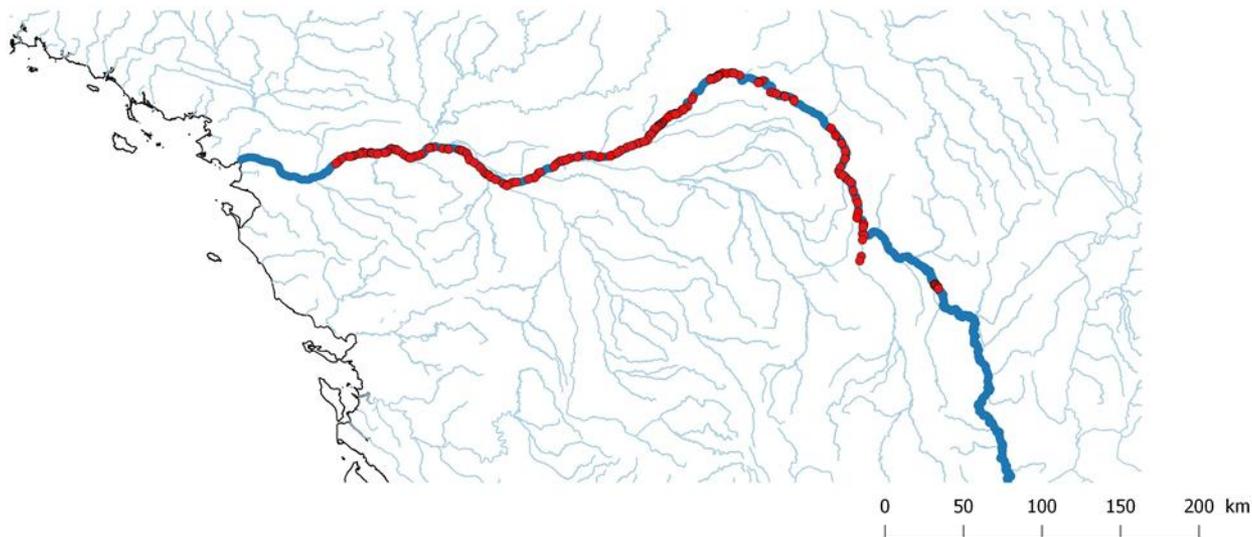
30 678 exuvies récoltées

224 km de linéaire de berges parcourus

Plan National d'Actions
Odonates

PLAN LOIRE
Grandeur Nature

PROTOCOLE DE SUIVI DES POPULATIONS DE GOMPHIDAE LIGERIENS
(Localisation des Mailles suivies Bassin Loire 2015 - 2016 - 2017)



- *Stylurus flavipes*
- *Ophiogomphus cecilia*
- *Onychogomphus forcipatus*
- Autres



Caractérisation des données

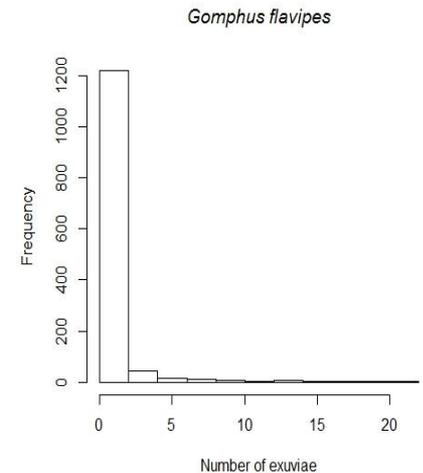
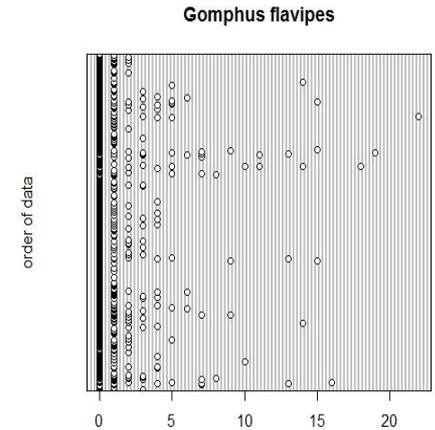
- ✓ Des variables explicatives à la fois quantitatives et qualitatives
- ✓ Des données de comptages
- ✓ Des espèces relativement rares donc beaucoup de données d'absence (excès de zéro)
- ✓ Des données non indépendantes (4 passages chaque année sur une même maille)

Modélisation statistique

- ✓ Modèles linéaires mixtes généralisés « zero-inflated »
- ✓ Modèles additifs généralisés mixtes
- ✓ Distribution binomiale négative

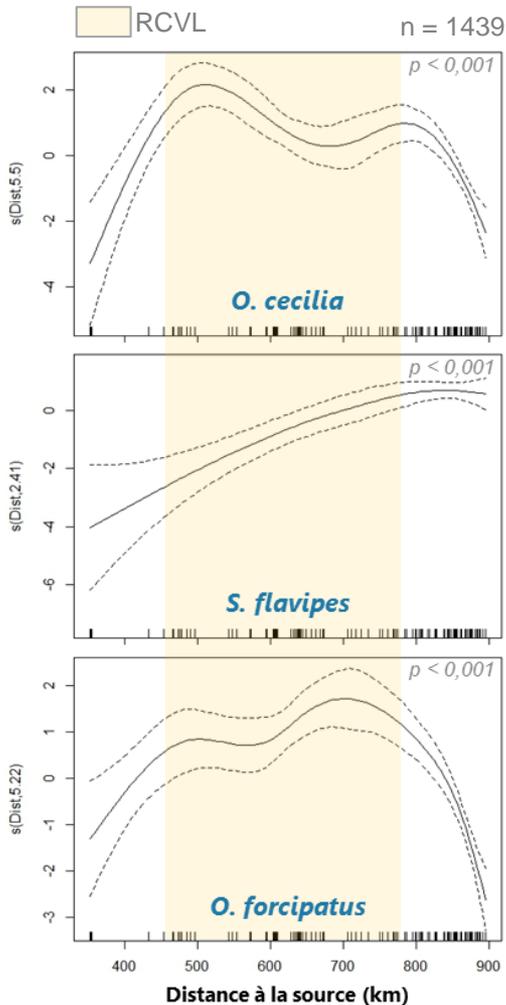
Exemple de modèle complet :

$Nb_Exu \sim Date + Année + Distance + Courant + Sédiment + Morphologie + Habitats + (1 | Maille / Session) + offset(Taille)$





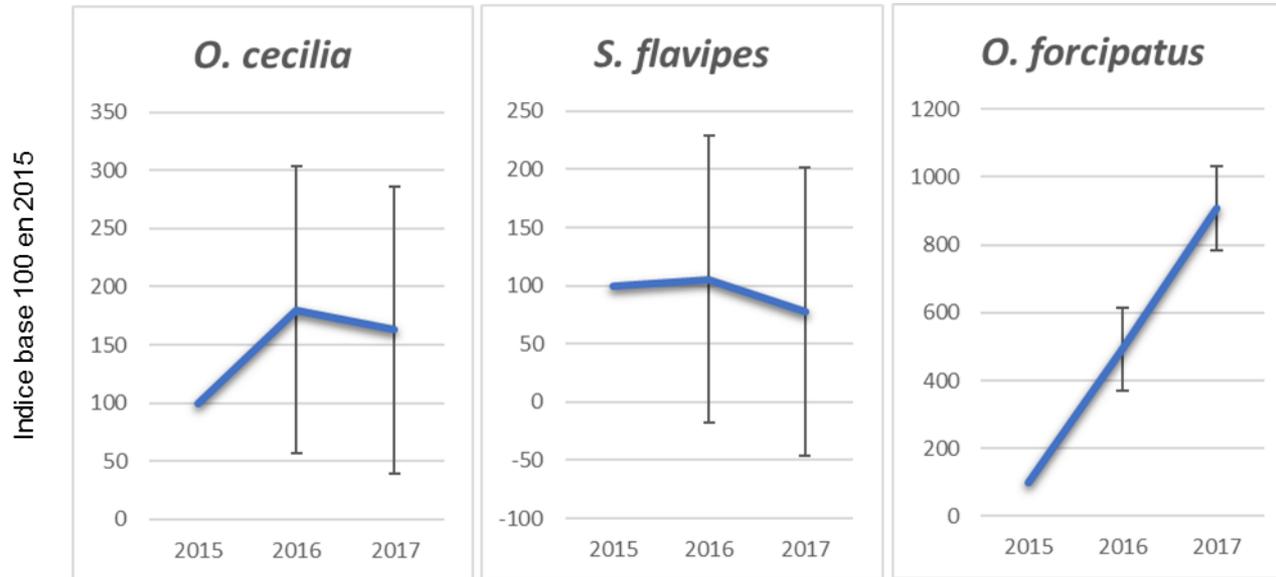
Résultats : distribution géographique (2017)



- ✓ Des abondances qui fluctuent fortement dans l'espace
- ✓ Des patrons qui varient d'une espèce à l'autre
- ✓ La région Centre – Val de Loire cœur de population



Résultats : tendances populationnelles, un état initial.



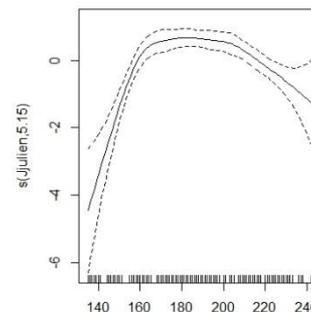
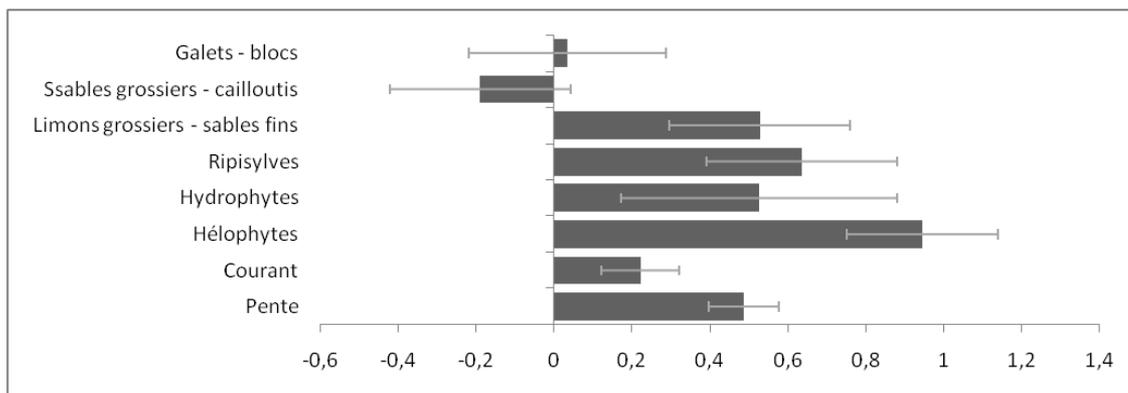
n = 1277



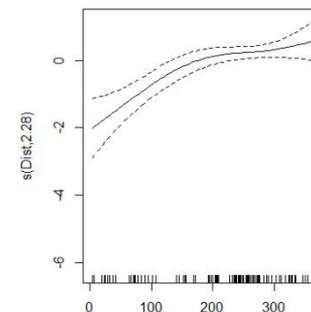
Des fluctuations pouvant être très fortes d'une année sur l'autre.



Résultats : variables environnementales *Stylurus flavipes*



Date (Jour julien)



Distance (RCVL=0)

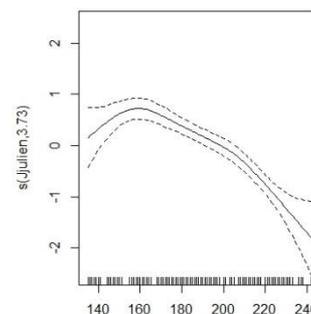
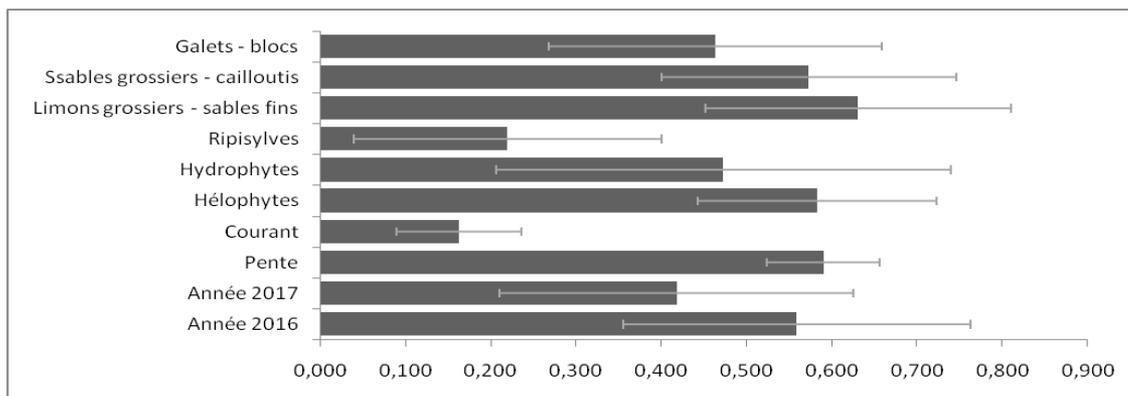
Tab. Effets des variables environnementales sur le nombre d'exuvies de *Stylurus flavipes* récoltées en région Centre – Val de Loire. Les estimés sont obtenus à partir de modèles additifs mixtes (fonction négative binomiale) avec la maille en effet aléatoire (n=1277).

| | Effects | SE | t-value | p-value |
|--|---------|---------|---------|---------|
| Pente de la berge | 0,488 | 0,089 | 5,46 | p<0,001 |
| Courant | 0,222 | 0,099 | 2,25 | 0,025 |
| Habitat Hélophytes | 0,946 | 0,195 | 4,85 | p<0,001 |
| Parametric coefficients | | | | |
| Habitat Hydrophytes | 0,527 | 0,355 | 1,49 | 0,137 |
| Habitat Ripisylves | 0,636 | 0,245 | 2,6 | 0,009 |
| Sédiments (limons grossiers - sables fins) | 0,528 | 0,231 | 2,29 | 0,022 |
| Sédiments (sables grossiers - cailloutis) | -0,189 | 0,232 | -0,81 | 0,416 |
| Sédiments (galets - blocs) | 0,035 | 0,252 | 0,14 | 0,889 |
| | edf | Ref. df | F | p-value |
| Date (jour julien) | 5,145 | 5,145 | 14,02 | p<0,001 |
| Smooth terms Distance à la source (km) | 2,285 | 2,285 | 12,87 | p<0,001 |

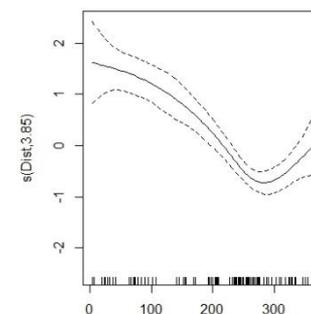




Résultats : variables environnementales *Ophiogomphus cecilia*



Date (Jour julien)



Distance (RCVL=0)

Tab. Effets des variables environnementales sur le nombre d'exuvies d'*Ophiogomphus cecilia* récoltées en région Centre – Val de Loire. Les estimés sont obtenus à partir de modèles additifs mixtes (fonction négative binomiale) avec la maille en effet aléatoire (n=1277).

| | Effets | SE | t-value | p-value |
|--------------------------------|--------|-------|---------|---------|
| Année 2016 | 0,559 | 0,204 | 2,74 | 0,006 |
| Année 2017 | 0,418 | 0,207 | 2,02 | 0,044 |
| Pente | 0,590 | 0,066 | 8,89 | p<0,001 |
| Courant | 0,163 | 0,073 | 2,22 | 0,027 |
| Parametric coefficients | | | | |
| Hélophytes | 0,583 | 0,140 | 4,16 | p<0,001 |
| Hydrophytes | 0,473 | 0,266 | 1,78 | 0,076 |
| Ripisylves | 0,220 | 0,180 | 3,52 | p<0,001 |
| Limons grossiers - sables fins | 0,631 | 0,179 | 3,52 | p<0,001 |
| Ssables grossiers - cailloutis | 0,573 | 0,173 | 3,31 | p<0,001 |
| Galets - blocs | 0,463 | 0,195 | 2,37 | 0,018 |

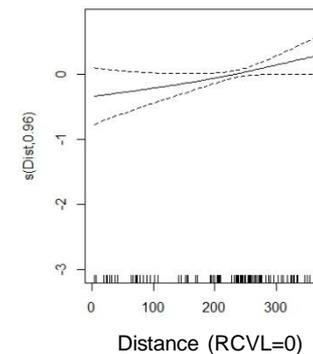
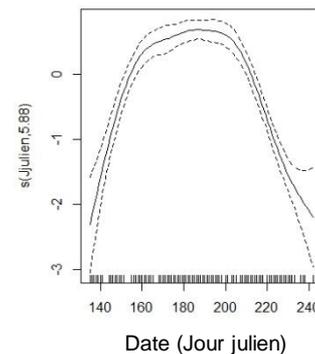
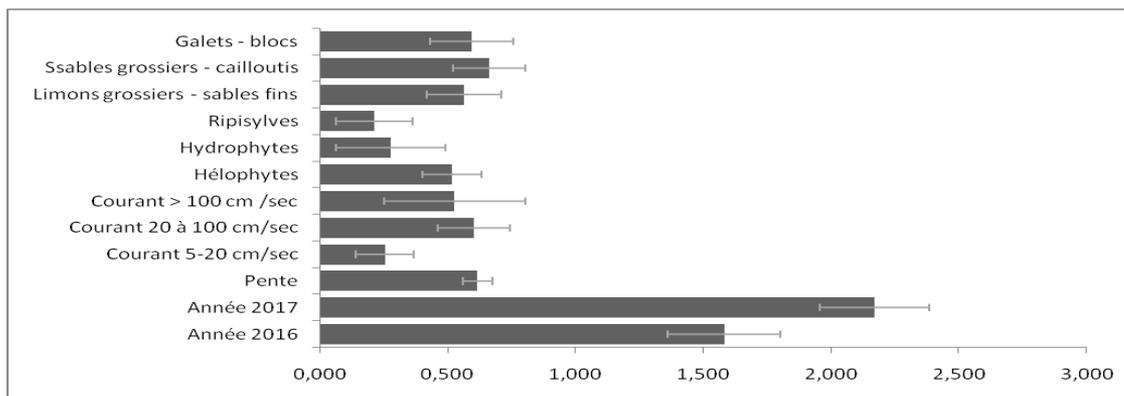
| | edf | Ref. df | F | p-value |
|---------------------------|-------|---------|-------|---------|
| Smooth terms | | | | |
| Date (jour julien) | 3,734 | 3,734 | 26,01 | p<0,001 |
| Distance à la source (km) | 3,851 | 3,851 | 23,77 | p<0,001 |



Eric Sansault - ANEPE Caudalis



Résultats : variables environnementales *Onychogomphus forcipatus*



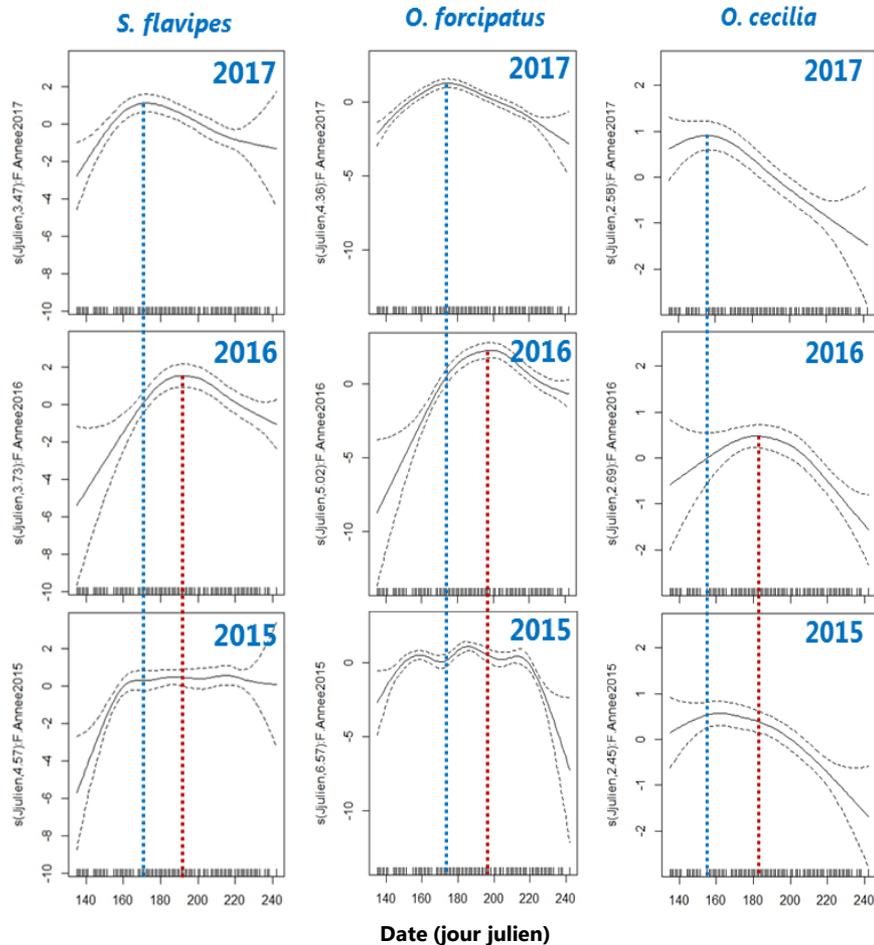
Tab. Effets des variables environnementales sur le nombre d'exuvies d'*Onychogomphus forcipatus* récoltées en région Centre – Val de Loire. Les estimés sont obtenus à partir de modèles additifs mixtes (fonction négative binomiale) avec la maille en effet aléatoire (n=1277).

| | Effets | SE | t-value | p-value |
|--|--------|---------|---------|---------|
| Année 2016 | 1,582 | 0,220 | 7,2 | p<0,001 |
| Année 2017 | 2,168 | 0,214 | 10,14 | p<0,001 |
| Pente | 0,618 | 0,056 | 11,03 | p<0,001 |
| Courant 5-20 cm/sec | 0,256 | 0,113 | 2,27 | 0,023 |
| Courant 20 à 100 cm/sec | 0,604 | 0,141 | 4,28 | p<0,001 |
| Courant > 100 cm /sec | 0,528 | 0,275 | 1,92 | 0,055 |
| Parametric coefficients | | | | |
| Hélophytes | 0,519 | 0,115 | 4,51 | p<0,001 |
| Hydrophytes | 0,278 | 0,216 | 1,29 | 0,198 |
| Ripsisylves | 0,213 | 0,150 | 1,42 | 0,157 |
| Limons grossiers - sables fins | 0,564 | 0,146 | 3,86 | p<0,001 |
| Ssables grossiers - cailloutis | 0,664 | 0,142 | 4,68 | p<0,001 |
| Galets - blocs | 0,596 | 0,163 | 3,66 | p<0,001 |
| | edf | Ref. df | F | p-value |
| Date (jour julien) | 5,883 | 5,883 | 53,07 | p<0,001 |
| Smooth terms Distance à la source (km) | 0,961 | 0,916 | 3,706 | 0,059 |





Résultats : variations interannuelles



- ✓ Des phénologies qui varient à la fois entre les espèces et entre les années...
- ✓ *O. cecilia* : près d'un mois de décalage dans le pic d'émergence entre 2016 et 2017 !
- ✓ Un lien avec la dynamique du fleuve (débit) et/ou la météo ?



Perspectives...

- ✓ Inscrire ce suivi dans la durée
 - A l'échelle du bassin
 - Au sein du prochain PNA Odonates
 - Au sein du Plan Loire

- ✓ Continuer la valorisation de cette initiative partenariale
 - 12° Rendez-vous du Val de Loire Patrimoine mondial (stand projet)
 - 3° Rencontres Odonates Centre Val de Loire 2019
 - Articles, communications...

- ✓ Intégrer des variables environnementales additionnelles (débits, météo, paysages environnant, positionnement de la berge, etc.).

- ✓ Préciser les modèles statistiques

- ✓ Publier dans des revues naturalistes et scientifiques les résultats du suivi
(p. ex. *Espaces naturels*, *Martinia*, *Naturae*, revues scientifiques internationales...)



Eric Sansault - ANEPE Caudalis

Merci à tous les opérateurs du suivi « Gomphes » Merci de votre attention



Cette opération est cofinancée par l'Union Européenne.
L'Europe s'engage sur le bassin de la Loire avec le Fonds Européen de Développement Régional