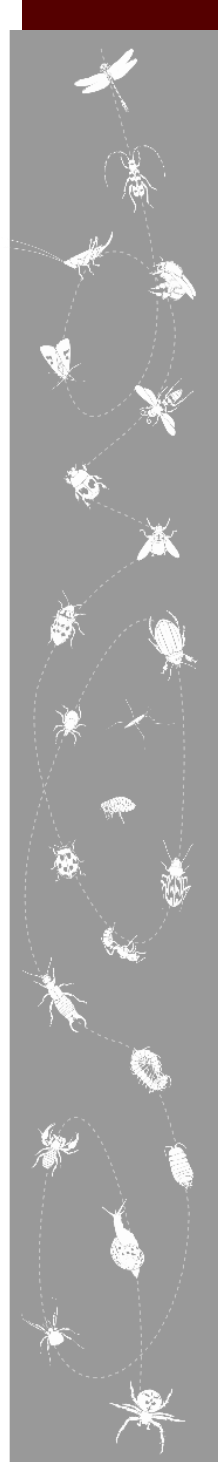


Suivi des populations de gomphes dans le cadre du Contrat pour la Loire et ses annexes



Mai 2024



Coordination : Franck Herbrecht

Prospections de terrain : Tristan Maury-Caudal (GRETIA), Thomas Rochard (CPIE Loire-Anjou)

Analyse, rédaction et cartographies : Yann Coray

Relecture : Franck Herbrecht

Remerciements : le GRETIA remercie le Conservatoire des Espaces Naturels des Pays de la Loire, le Groupe d'intérêt Public Loire Estuaire et Voies Navigables de France pour la confiance qu'ils nous ont accordée en nous proposant cette étude.

Résumé de l'étude :

À la suite des prospections menées en 2021, une réitération du suivi des populations de gomphes a été réalisée en 2023 sur le cours principal de la Loire. Cette seconde série de prospections a eu pour objectifs de conforter l'état initial que constituait le premier échantillonnage, et d'effectuer une comparaison avant/après travaux sur le secteur Montjean-sur-Loire – Ingrandes-le-Fresne-sur-Loire (secteur A), sur lequel un remodelage des épis a été réalisé en 2021 et 2022.

Les exuvies de 4 espèces ont été récoltées en 2023 : *Stylurus flavipes*, *Onychogomphus forcipatus*, *Ophiogomphus cecilia* et *Anax imperator*. *Onychogomphus forcipatus* est, de loin, l'espèce la plus abondante. *Ophiogomphus cecilia* a été détectée de manière régulière sur la plus grande partie du cours de la Loire, un résultat relativement surprenant eu égard à sa répartition régionale. *Stylurus flavipes* n'a pas été relevé en amont d'Angers. La comparaison avant / après travaux sur le secteur A montre notamment une augmentation nette de la densité d'exuvies récoltées, et une accentuation du ratio *O. forcipatus*/*S. flavipes* en faveur d'*O. forcipatus*. Cependant, les années 2021 et 2023 étant météorologiquement très différentes, ainsi que les années qui les séparent, il est difficile d'évaluer à ce stade l'effet des travaux sur ce secteur sur les populations de gomphes.

Ce rapport doit être référencé comme suit :

CORAY Y., 2024. – *Suivi des populations de gomphes dans le cadre du Contrat pour la Loire et ses annexes*. Rapport du GRETIA pour le Conservatoire d'Espaces Naturels des Pays de la Loire : 31 p.

SOMMAIRE

1. Contexte de l'étude.....	4
2. Précisions techniques et méthodologiques.....	5
2.1. Contexte de l'étude.....	5
2.2. Protocole d'échantillonnage	12
2.3. Plan d'échantillonnage	15
2.3.1. Longueurs prospectées	18
2.4. Présentation statistique des données.....	18
2.5. Conditions de réalisation des relevés.....	18
3. Présentation des résultats et analyse	19
3.1. Approche globale	19
3.1.2. Conditions stationnelles.....	21
3.2. Secteur A (Montjean-sur-Loire – Ingrandes-le-Fresne-sur-Loire) : comparaison avant et après travaux.....	24
4. Conclusion	28
5. Bibliographie.....	30

1. Contexte de l'étude

Le contrat pour la Loire et ses Annexes (CLA) de Nantes à Montsoreau consiste à mettre en œuvre un programme pluriannuel d'actions visant le rééquilibrage morphologique du lit mineur de la Loire et le bon fonctionnement écologique des milieux qui lui sont associés. Ce programme vise à décliner une stratégie d'actions structurantes sur la Loire, de restauration ou de réhabilitation. Ces actions auront nécessairement un effet sur les grèves basses de Loire : le confortement des fonctionnalités ou, localement, la restauration de dynamiques de remobilisation, peuvent justement faire partie des objectifs recherchés.

La Loire et certaines de ses annexes accueillent certains odonates à enjeu majeur de conservation, au premier rang desquels les gomphes d'intérêt communautaire *Gomphus (Stylurus) flavipes* (Gomphe à pattes jaunes) et *Ophiogomphus cecilia* (Gomphe serpent). De ce fait, une attention particulière a été portée sur ces deux espèces et plus largement sur le cortège de gomphidés fluviaux, dans le cadre des suivis associés au CLA, que ce soit dans un but de bio-indication ou pour des raisons réglementaires.

Voie Navigable de France (VNF), maître d'ouvrage du CLA, a ainsi diligenté, dès 2017, une étude des populations de gomphes à l'émergence, sur les 3 secteurs où des travaux de restauration sont prévus dans le lit mineur de la Loire (Théma-Environnement, 2017). Dans le même temps, une étude similaire, subventionnée par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne dans le cadre de la déclinaison du Plan d'Actions en faveur des odonates en Pays de la Loire, était menée aussi bien en aval, en amont, que dans le bief intermédiaire entre les secteurs de travaux, par un collectif regroupant 7 structures opératrices (collectivités et associations) coordonnées par le GREZIA.

Ces études, ainsi que celles qui se sont déroulées depuis plusieurs années sur l'ensemble de la Loire moyenne et aval, se sont basées sur un protocole standardisé de suivi, élaboré en groupe de travail interrégional en 2014 et appliqué depuis 2015-2016 (BAETA *et al.*, 2015 + version 2018). Ce protocole a été élaboré en réponse au premier Plan National d'Actions en faveur des Odonates (DUPONT, 2010) et ses déclinaisons régionales (GREZIA, 2012 ; BAETA *et al.*, 2012) et pour répondre également aux rapportages demandés périodiquement au titre de la Directive européenne Habitat Faune-Flore (92/43/CEE). Il est totalement adapté au contexte ligérien et permet aussi bien de suivre les tendances à long terme et grande échelle de la démographie des espèces concernées qu'éventuellement certaines évolutions plus localisées dans le temps et dans l'espace.

Une première année d'état initial avant travaux a été réalisée en 2021. Cette seconde année de prospection vise, sur la plus grande partie du tronçon de Loire entre Saumur et Ancenis, à conforter l'état initial commencé en 2021 dans le suivi des populations de gomphes présents, en préalable aux travaux prévus sur les épis. Cette deuxième année de travail avait notamment pour objectif d'accroître la robustesse de l'état initial, notamment en atténuant l'effet des conditions météorologiques particulières de l'année 2021. Elle a également pour objectif d'effectuer une comparaison avant et après les travaux qui ont été menés en 2021 et 2022 sur le secteur Montjean-sur-Loire – Ingrandes-le-Fresne-sur-Loire (« secteur A »).

2. Précisions techniques et méthodologiques

2.1. Contexte de l'étude

2.1.1. Territoire étudié

Le tronçon de Loire étudié s'étend de l'amont de Saumur (49) à Ancenis (44). Il traverse l'ensemble du département du Maine-et-Loire mais ne concerne qu'une petite partie de la Loire-Atlantique.

Il comprend un certain nombre de confluences, d'amont en aval : l'Authion, la Maine (Mayenne et Sarthe), le Layon et l'Èvre.

2.1.2. Les espèces ciblées

Les cinq espèces pour lesquelles la présence ou l'absence ont été systématiquement relevées dans le cadre de la présente étude sont *Stylurus flavipes* (Gomphe à pattes jaunes), *Gomphus simillimus* (Gomphe semblable), *Gomphus vulgatissimus* (Gomphe vulgaire), *Onychogomphus forcipatus* (Gomphe à pinces) et *Ophiogomphus cecilia* (Gomphe serpentin). Ces espèces sont présentées ci-après¹. Les exuvies des autres espèces trouvées ont été prélevées et identifiées pour compléter les données (anisoptères principalement).

- *Stylurus flavipes* (Charpentier, 1825)

Stylurus flavipes est une espèce des vallées alluviales de plaine. Son habitat de développement est lié à des zones de profondeur peu importante, proches du rivage, dans de grands cours d'eau. Ses larves, fouisseuses, évoluent dans des sédiments sableux, limoneux ou vaseux, plus particulièrement au niveau de faciès lentiques.



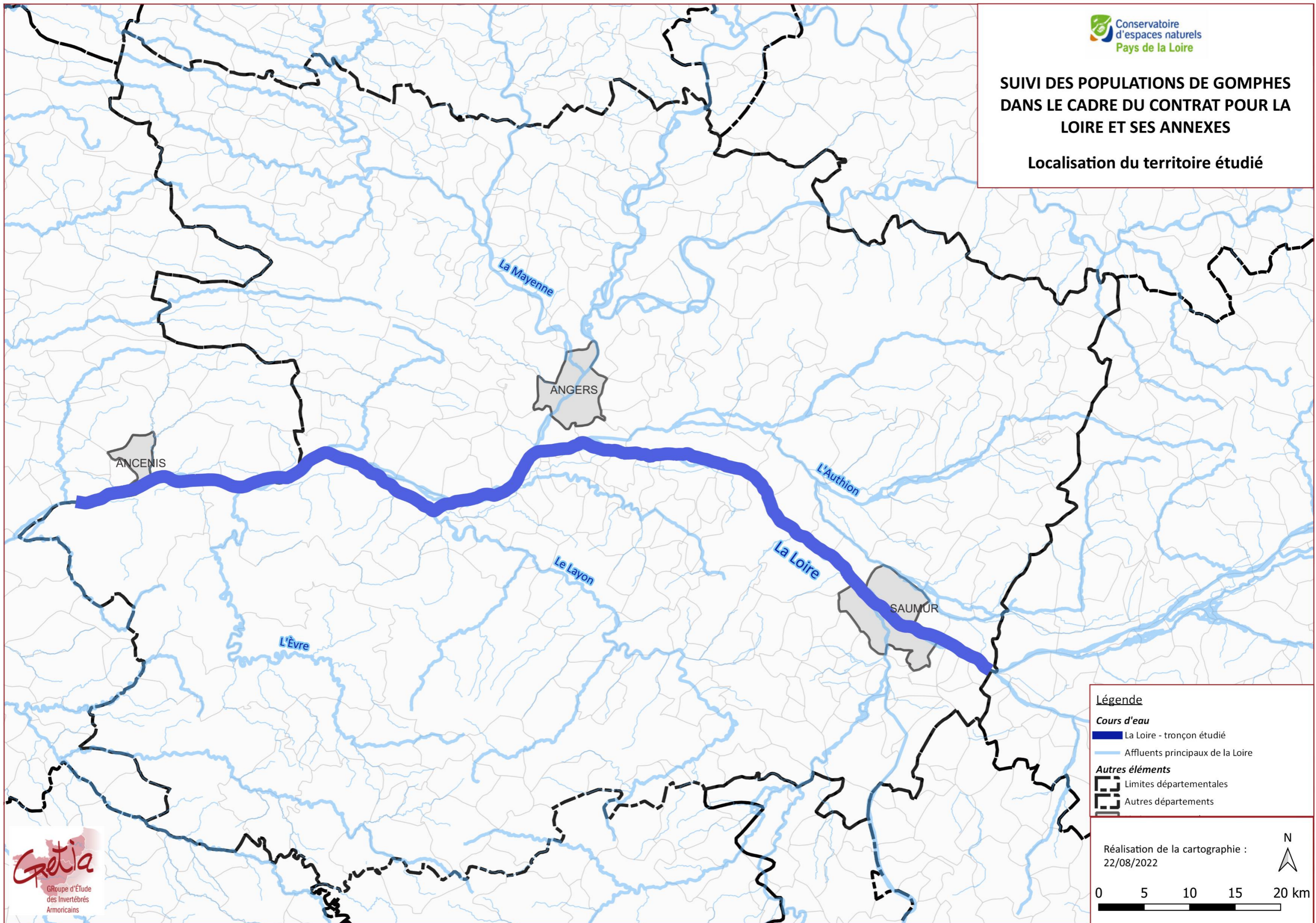
Figure 1 : *Stylurus flavipes* (E. Iorio)

¹ Les éléments présentés dans ce paragraphe trouvent leur source dans : XXXX

Immédiatement après la ponte, qui intervient deux semaines après maturation des adultes, les œufs éclosent, mais ils entrent en diapause lorsque la température est inférieure à 17°C. La phase larvaire dure de 2 à 4 ans.

SUIVI DES POPULATIONS DE GOMPHERS
DANS LE CADRE DU CONTRAT POUR LA
LOIRE ET SES ANNEXES

Localisation du territoire étudié



La période de vol est longue et tardive comparée aux autres *Gomphus* : de début juin à début octobre, avec un pic d'émergence en juin et juillet. Les imagos s'observent le long des berges, mais les mâles matures peuvent voler au milieu des lits des rivières, patrouillant au ras de l'eau. Les imagos sont cependant capables de déplacements conséquents.

L'aménagement, la gestion et la pollution des cours d'eau ont provoqué une forte régression de cette espèce en Europe. Elle est considérée comme suffisamment menacée en Pays de la Loire pour que des mesures spécifiques de conservation soient prises, sous peine de la voir intégrer les espèces menacées de disparition dans la région (espèce quasi-menacée). Elle est par ailleurs protégée en France et inscrite à l'annexe IV de la directive européenne Habitats-Faune-Flore.

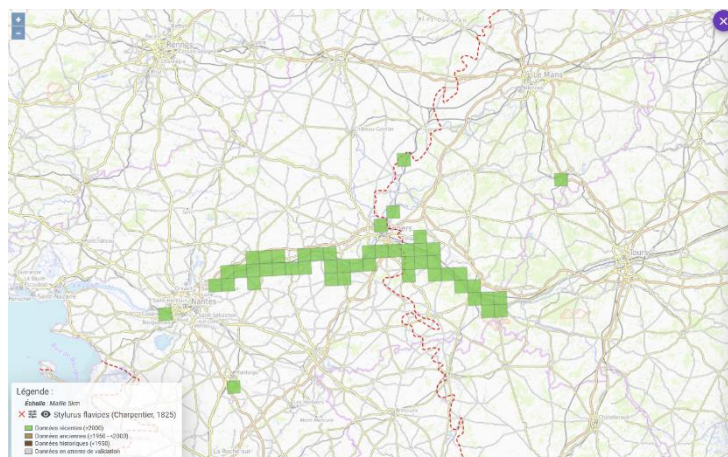


Figure 2 : répartition connue de *Stylurus flavipes* en Pays de la Loire (extraction Géonature-GRETIA, 22/08/2022)

- *Gomphus simillimus* Selys, 1840

Cette espèce typique des cours d'eau fréquente parfois des eaux stagnantes bien oxygénées. La femelle dépose ses œufs à la surface de l'eau, de préférence dans les zones à fonds sableux et limoneux recouverts de débris végétaux. Après une phase larvaire de 2 à 3 ans, les émergences ont lieu au printemps, souvent de manière synchronisée.



Figure 3 : *Gomphus simillimus* (E. Iorio)

Comme *S. flavipes*, *G. simillimus* est considéré « quasi-menacé » en région Pays-de-la-Loire.

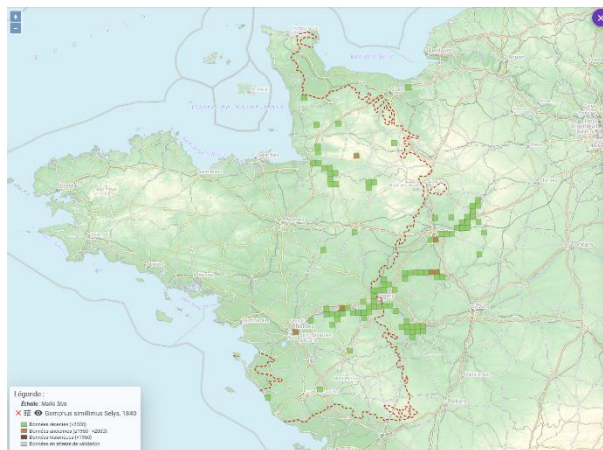


Figure 4 : répartition connue de *Gomphus simillimus* dans le Massif armoricain (extraction Géonature_ GREZIA 22/08/2022)

- *Gomphus vulgatissimus* (Linnaeus, 1758)

C'est une espèce assez localisée dans l'ensemble du Massif armoricain. Elle est considérée comme peu commune en Maine-et-Loire (DOUILLARD, 2013), où elle reste limitée aux principaux cours d'eau : Loire, Evre, Layon, Loir, Sarthe, Mayenne, Sèvre nantaise.

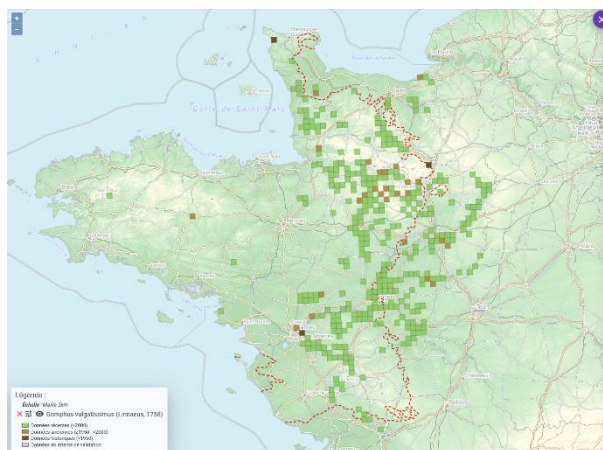


Figure 5 : répartition connue de *Gomphus vulgatissimus* dans le Massif armoricain (extraction Géonature_ GREZIA 22/08/2022)

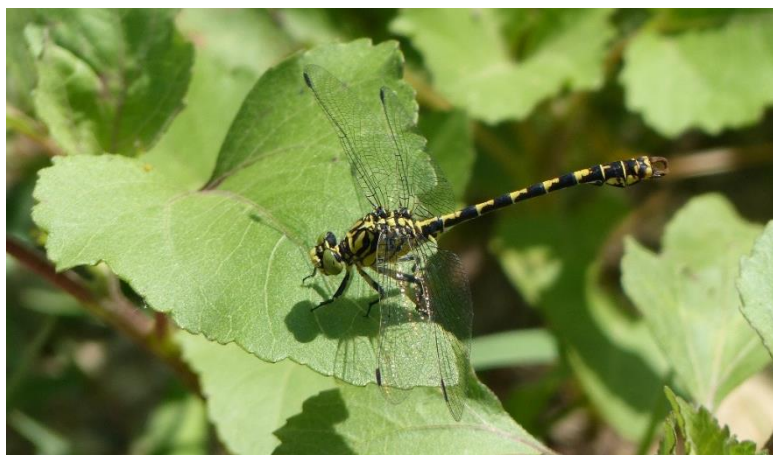
En Pays de la Loire, elle est considérée comme déterminante de ZNIEFF (DIREN/CSRPN, 2018), mais ne semble pas vraiment menacée aux échelles française et européenne, même si l'altération généralisée des cours d'eaux de plaines, à l'instar de ce que l'on connaît dans la région, lui est sans doute préjudiciable.

- *Onychogomphus forcipatus* (Linnaeus, 1758)

Cette espèce typique des cours d'eau est la plus tolérante à l'eutrophisation, voire aux polluants. C'est la raison pour laquelle elle est recherchée dans le cadre de la présente étude : son abondance, surtout en cas de déclin progressif de *Stylurus flavipes*, peut témoigner de la dégradation de la qualité d'eau.

La phase larvaire dure entre 2 ans en région méditerranéenne et 4 à 5 ans dans le nord de l'Europe. En Pays de la Loire, cette durée n'est pas précisément connue.

La période de vol des adultes s'étage entre mai et septembre (l'observation de l'espèce plus précocement est possible, mais c'est exceptionnel), avec un pic en juin / juillet (GREZIA, 2012).



Onychogomphus forcipatus (E. Iorio)

Ce n'est pas une espèce rare en région Pays-de-la-Loire ou en partie Est du Massif armoricain et sa répartition n'est en rien limitée au bassin de la Loire.

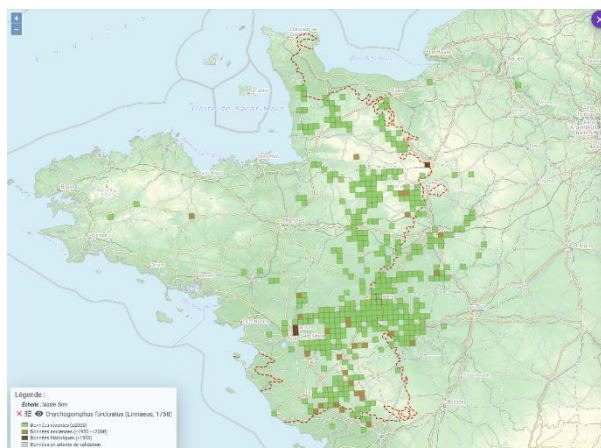


Figure 6 : répartition connue d'*Onychogomphus forcipatus* dans le Massif armoricain (extraction Géonature-GRETIA 22/08/2022)

- *Ophiogomphus cecilia* (Geoffroy in Fourcroy, 1785)

Le gomphe serpent frèquente en Europe une large gamme de cours d'eau allant de petites rivières de l'étage collinéen à de grands fleuves de plaine. En France, il est essentiellement présent dans les fleuves et les grandes rivières, à basse altitude (Lett et al., 2001; Grand & Boudot, 2006) mais est localement abondant dans les ruisseaux et les petites rivières sableuses ou caillouteuses des Vosges du Nord (Jacquemin & Boudot, 1991a ; Höldin, 2008).



Figure 7 : *Ophiogomphus cecilia* (E. Iorio)

L'eau doit être courante (au moins 0,5 m/s), de bonne qualité, riche en oxygène et le substrat doit être meuble, généralement sableux ou graveleux (Suhling & Müller, 1996 ; Heidemann & Seidenbusch, 2002 ; Höldin, 2008).

La largeur des cours d'eau où le Gomphe serpentin se reproduit est variable (Dommanget, 2004). Il peut être présent aussi bien sur le cours principal des fleuves que sur ses bras secondaires. Dans le bassin de la Loire, les prospections menées en parallèle de celles du Gretia en 2021 par I. André n'ont pas donné lieu à l'observation d'exuvies de l'espèce sur une dérivation de la Loire (le Louet) ; mais en 2011-2012, des exuvies ont été trouvées sur ce bief (GRETIA, 2012).

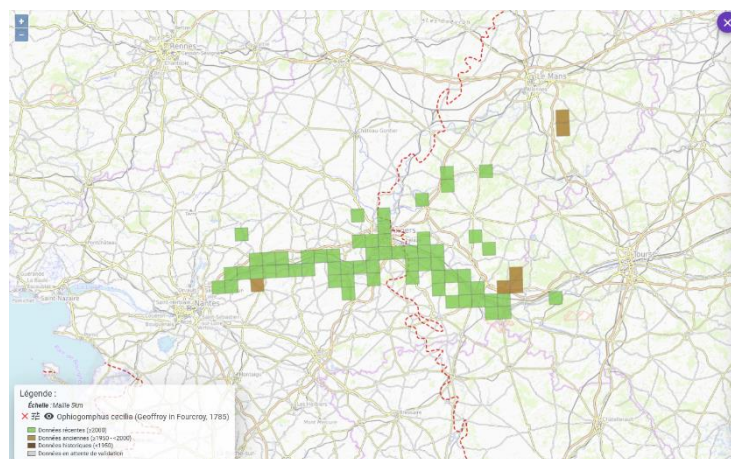


Figure 8 : répartition connue d'*Ophiogomphus cecilia* en Pays de la Loire (extraction Géonature-GRETIA 22/08/2022)

En Pays de la Loire, la durée du cycle larvaire est de 2 à 4 ans (GRETIA, 2012).

La période de vol s'étend dans la région de fin mai à début octobre, avec un pic marqué en début de saison (jusqu'à fin juillet).

Ophiogomphus cecilia est inscrit aux annexes II et IV de la directive Habitats, faune, flore, et est strictement protégée en France.

2.2. Protocole d'échantillonnage

Le protocole standardisé défini en groupe interrégional (BAETA et *al.*, 2015 ; version 2018²) a été appliqué. Il consiste à rechercher, collecter puis déterminer toutes les exuvies de gomphidés présentes sur des portions de grèves et berges, en les parcourant à pied le long de la ligne d'eau, quatre fois de suite au cours de la saison. Ces recherches et collectes ont été effectuées au sein de mailles de 250 m de côté, incluant au moins 100 m de rives. Le maillage adopté au niveau interrégional et donc partagé entre tous les opérateurs à l'échelle du bassin est calé sur la projection Lambert 93.

Le protocole prévoit que les quatre sessions doivent être réalisées entre le 15 mai et le 15 août de l'année concernée, avec un intervalle minimum de 10 jours entre chaque relevé. Le premier passage est réalisé avant le 15 juin et de préférence avant le 31 mai.

Les relevés, selon le protocole, doivent être réalisés par beau temps, si possible à la suite d'au moins 2 journées présentant des conditions météorologiques favorables aux émergences (vent faible à modéré, températures minimales de 18°C, pas de fortes pluies).

Tableau 1 : dates de relevés et conditions météorologiques des prospections réalisées en 2023

Session	Date du relevé	Pluie	Température
1	01/06/23	Non	20-30°C
	02/06/23	Non	20-31°C
2	14/06/23	Non	19-30°C
	26/06/23	Non	18-25°C
	28/06/23	Non	25°C
	29/06/23	Non	25-27°C
	30/06/23	Non	20-24°C
3	07/07/23	Non	20-31°C
	20/07/23	Non	25-32°C
	21/07/23	Non	21-27°C
	24/07/23	Averses passagères	24°C
4	19/07/23	Non	18-26°C
	10/08/23	Non	19-32°C
	11/08/23	Oui	22-26°C
	14/08/23	Non	18-24°C

Lors de la prospection, le transect parcouru a été scindé en sections homogènes au regard des trois critères suivants : la pente de la berge, la nature sédimentaire du lit et la vitesse apparente du

² https://centrederesources-loirenature.com/sites/default/files/fichiers/gomphesdeloire_protocole_sept2018-compressed.pdf

courant. Conformément au protocole, si l'un de ces trois éléments changeait, on considérait que l'on changeait de faciès et donc de section. La longueur minimale d'une section était fixée à 15 mètres (si le faciès changeait sur une longueur inférieure à 15 m, les relevés étaient ajoutés à la section homogène adjacente dont les caractéristiques étaient les plus proches). Ce type d'informations, comme toute autre information jugée importante, a été consigné dans le champ « remarque » de la fiche de relevé.

Afin de tenir compte des variations de parcours d'une session à l'autre (cf. mobilité de la ligne d'eau en fonction du niveau d'eau), le tracé réalisé lors de chaque session a été enregistré à l'aide d'un traceur GPS puis restitué sous Système d'Information Géographique. Les conditions et hauteurs d'eau pouvant varier fortement au cours de la saison, cette cartographie des sections parcourues a été effectuée lors de chaque passage.



Figure 9 : Parcours des 4 sessions de prospection pour la maille 3718

En parallèle à la collecte d'exuvies, des variables environnementales sont relevées sur le terrain, pour chaque section distinguée le long du transect :

- morphologie de la berge (pente de la berge par rapport à la surface de l'eau) ;
- type d'habitat(s) rivulaire(s)(hydrophytes, hélrophytes, ripisylves, berge nue) ;
- vitesse apparente du courant en surface à environ 1 m du bord, selon 4 classes : nul ou très lent (<5cm/sec), lent (5-20 cm/sec), moyennement rapide (20cm-1m/sec) et rapide (>1 m/sec) ;

- texture sédimentaire selon 4 classes granulométriques : argiles/limons fins/vase, limons grossiers/sable fins, sables grossiers/gravettes/cailloutis, galets/blocs. Eventuellement, deux niveaux de granulométrie seront distingués (exemples : limons grossiers/sables fins ; sables grossiers/cailloutis).

Les données environnementales sont consignées au fur et à mesure de la prospection, soit directement sur GPS ou tablette, soit sur une fiche papier. Est également notée toute remarque complémentaire paraissant digne d'intérêt : développement d'algues filamenteuses, fort développement ou traces d'une espèce exotique (restes d'écrevisses par exemple), facteurs de dégradation apparents, aménagements anthropiques...

Les exuvies sont ramassées le long d'un transect suivant la ligne d'eau sur l'intégralité de la berge incluse dans la maille sélectionnée (dans le cas où deux berges sont incluses dans la maille, le suivi est réalisé sur celle offrant le plus grand linéaire de ligne d'eau lors du premier passage). La largeur de prospection le long de la ligne d'eau et de la berge est fixée à 1 mètre, la hauteur de prospection sur les troncs de la ripisylve est également fixée à 1 mètre.

Malheureusement, la présence d'herbiers de jussies (*Ludwigia* sp.) sur plusieurs mailles a entraîné une difficulté particulière : ces nappes de végétation homogène, s'étendant de la marge interne de la berge (écotype terrestre) à des endroits parfois assez avancés dans les milieux d'eau libre, formant des herbiers enracinés, ont troublé la définition de la berge. Les prospections ont cherché dans le cas présent à suivre la limite approximative de la lame d'eau au sein de l'herbier.



Figure 10 : Herbier de jussies sur la maille 2835 (B. Hubert)

Les exuvies récoltées lors du parcours sont associées à la fois à l'identifiant de la maille de suivi, à la session de récolte et à la section où l'exuvie a été récoltée au sein du transect. Lorsque les densités en exuvies apparaissent comme fortement hétérogènes au sein d'une section, les éventuelles caractéristiques du site d'émergence vis-à-vis de la section sont précisées en remarque.

La reconnaissance des gomphidés est assez aisée à partir de leurs exuvies. Elle peut être menée la plupart du temps directement sur le terrain à l'aide d'une petite loupe x10 mais, pour plus de rigueur et de rationalisation de cette phase essentielle de la mission, les exuvies ont été récoltées et examinées sous loupe binoculaire, en laboratoire, ce qui est de toute façon indispensable pour un certain nombre de spécimens (exuvies déformées, atypiques...) et pour quelques gomphidés d'identification plus difficile (*Gomphus simillimus* vs. *G. graslini*). Pour toutes ces déterminations, nous avons privilégié l'emploi de la clé d'identification de DOUCET (2016), additionnée dans certains cas de quelques autres références.

Les données d'occurrences ainsi constituées ont été saisies sous SIG afin de constituer les analyses présentées ci-après.

Elles seront également intégrées dans la base Géonature 2 du GREZIA, avec géoréférencement aux polygones correspondant aux différentes sections concernées. Tous les identifiants de maille/sections/sessions attachés aux données ont également été renseignés dans cette base.

2.3. Plan d'échantillonnage

Le protocole a été déployé sur **14 mailles** en 2023. Ces mailles, s'inscrivant dans le corroyage partagé à l'échelle du bassin (calé sur la projection Lambert 93) ont été **tirées au sort par l'association Anepe Caudalis (R. Baeta)**, mais au sein de secteurs prédéfinis (conformément aux premiers échanges avec le CEN Pays de la Loire, Maître d'œuvre des suivis biologiques associés au CLA) sur le cours principal de la Loire.

Le GREZIA a assuré la réalisation des relevés de terrain et saisies associées sur 9 de ces mailles. Le Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement Loire Anjou (CPIE LA) s'est chargé du travail sur les 5 autres mailles (*cf.* tableau *infra* ; la carte ci-dessous). Nos deux structures ont donc opéré de concert en alternant autant que possible les secteurs couverts respectivement par l'une ou l'autre, dans l'optique de minimiser un éventuel effet « opérateur ».

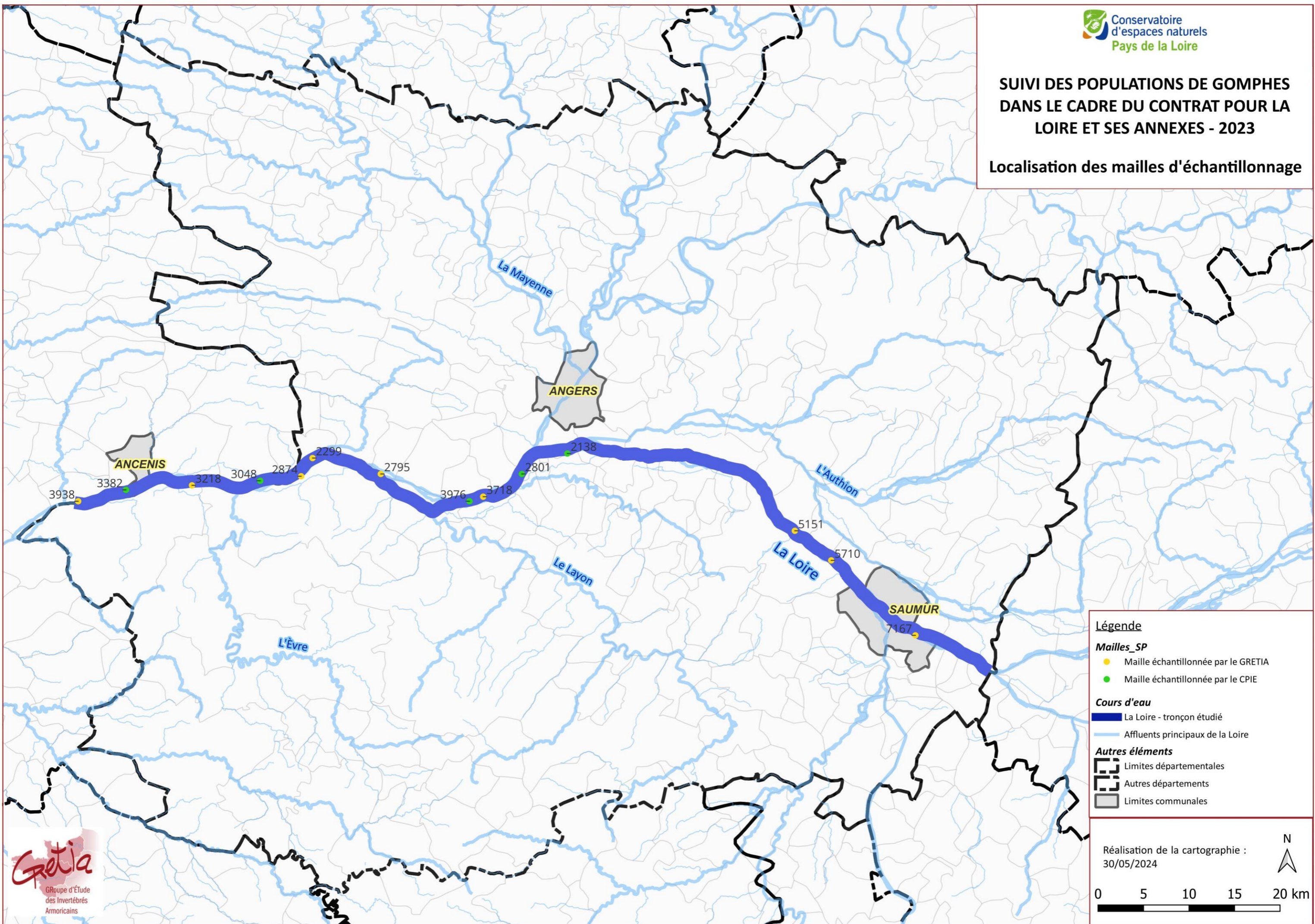
Tableau 2 : répartition des mailles prospectées par le CPIE LA et le Gretia en 2023

Maille	CPIE Loire Anjou	GREZIA
2138	X	
2299		X
2795		X
2801	X	
2874		X
3048	X	
3218		X
3382	X	
3718		X
3938		X
3976	X	
5151		X
5710		X
7167		X



SUIVI DES POPULATIONS DE GOMPHERS
DANS LE CADRE DU CONTRAT POUR LA
LOIRE ET SES ANNEXES - 2023

Localisation des mailles d'échantillonnage



Légende

Mailles_ SP

- Maille échantillonnée par le GRETIA
- Maille échantillonnée par le CPIE

Cours d'eau

- La Loire - tronçon étudié
- Affluents principaux de la Loire

Autres éléments

- Limites départementales
- Autres départements
- Limites communales

Réalisation de la cartographie :
30/05/2024



0 5 10 15 20 km

2.3.1. Longueurs prospectées

La longueur totale de parcours de berge, sur l'ensemble des 4 sessions de terrain, est de 16 704 m (valeur SIG). Rappelons que le linéaire est susceptible de changer d'une session à l'autre en fonction de la hauteur de l'eau et de la dynamique fluviale.

Tableau 3 : Longueur totale des transects par maille et par session (en m)

Maille	Longueurs par sessions (m)				Total (m)
	1	2	3	4	
2138	251	252	253	255	1011
2299	400	397	413	421	1631
2795	325	309	825	552	2011
2801	281	211	94	161	747
2874	312	291	322	202	1127
3048	299	315	377	267	1258
3218	147	177	178	175	677
3382	118	131	118	114	481
3718	737	424	477	501	2139
3938	163	90	203	281	737
3976	306	382	592	642	1922
5151	37	547	301	373	1258
5710	200	181	253	231	865
7167	131	214	247	248	840
Total général	3707	3921	4653	4423	16704

2.4. Présentation statistique des données

Dans le but de pouvoir comparer les résultats obtenus entre les mailles, et avant et après travaux, le nombre d'exuvies récoltées a été ramené à une densité moyenne par maille et par session pour 100 m de berge prospectée.

En effet, les mailles étant tirées au sort à chaque année d'échantillonnage, il sera ainsi possible de comparer les densités moyennes d'une année sur l'autre.

2.5. Conditions de réalisation des relevés

Les relevés réalisés en 2023 n'ont pas été fondamentalement perturbés comme c'était le cas en 2021, où les niveaux d'eau étaient très hauts et la pluviométrie importante (effet potentiel sur la pérennité des exuvies).

Seuls les aléas inhérents au travail de terrain (averses ponctuelles par exemple) sont venus influencer légèrement les prospections.



3. Présentation des résultats et analyse

3.1. Approche globale

3.1.1. Densité d'exuvies récoltées

457 exuvies ont été récoltées et identifiées au total au sein de ce parcours, concernant 4 espèces, dont trois des espèces ciblées.

Tableau 4 : Effectif et densité totale des exuvies récoltées par espèce ramenée à 100 m de berge prospectée

Espèce	Effectif 2023	Densité 2023
<i>Anax imperator</i>	2	0,012
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	365	2,185
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	20	0,120
<i>Stylurus flavipes</i>	70	0,419

Les deux espèces les plus souvent récoltées sont *Onychogomphus forcipatus* (qui domine très largement les relevés) et *Stylurus flavipes*, deux espèces caractéristiques des milieux à courant faible, mais à eau bien oxygénée. Le ratio entre ces deux espèces est d'environ 5,2 en faveur d'*O. forcipatus*.

Le travail mené en 2023 ne concernait que le cours de la Loire, et non également les annexes comme en 2021 (prospections à venir en 2024). Il n'est donc pas pertinent à ce stade de faire une analyse générale prenant en compte l'ensemble des densités relevées en 2021 et 2023 ; ce travail sera fait après l'agrégation des données de 2023 et 2024.

3.1.1. Localisation des observations d'exuvies

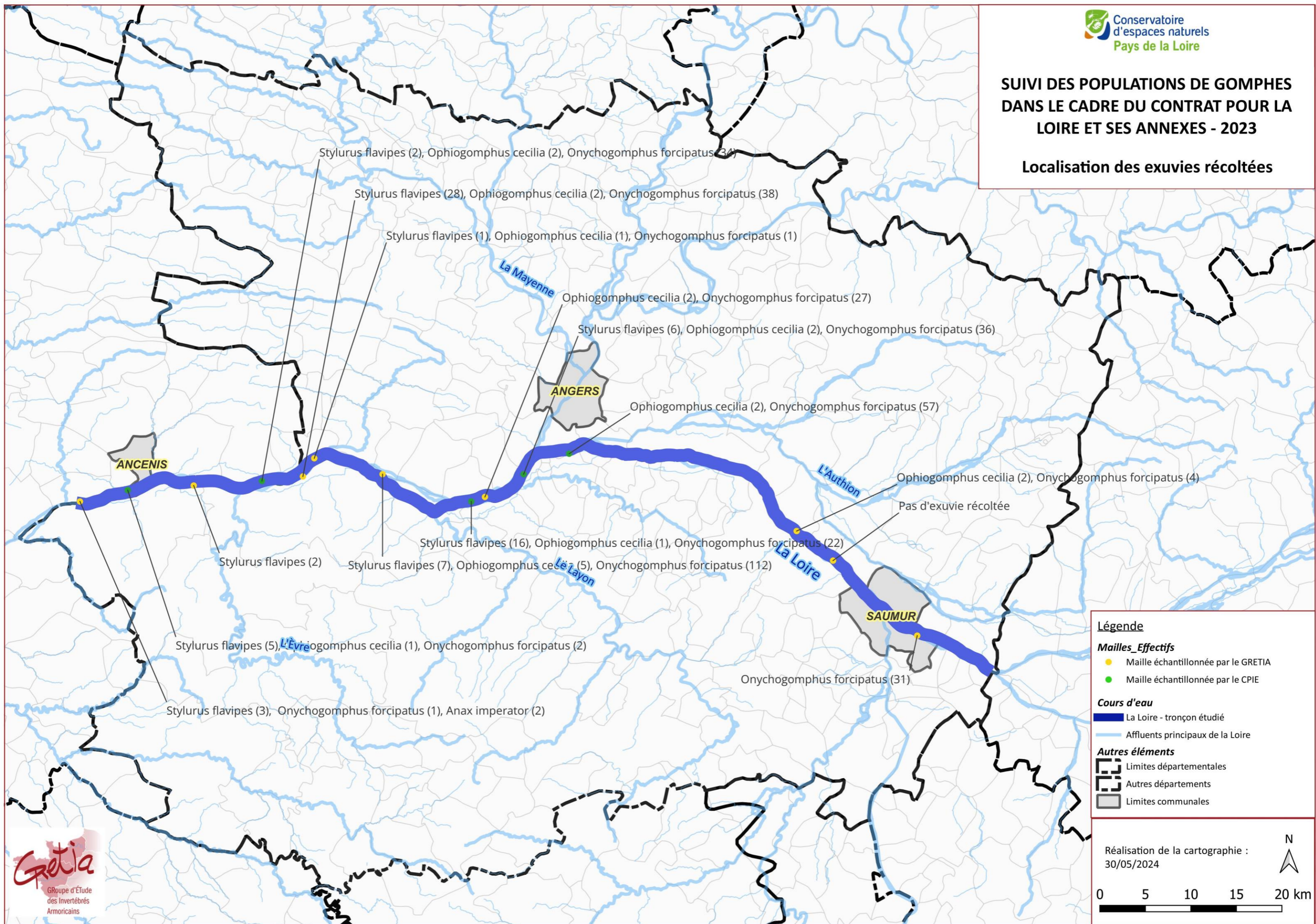
Plus élevé entre Angers et Loireauxence, le nombre d'exuvies récoltées était par contre nettement plus faible dans le secteur d'Ancenis.

La répartition des exuvies d'*Ophiogomphus cecilia* était régulière sur le cours de la Loire : 1 à 5 exuvies trouvées sur 10 mailles sur les 14 échantillonnées, aucune sur les 2 à l'extrême amont du tronçon étudié, ni sur 2 des 3 mailles les plus à l'aval).

Stylurus flavipes n'a pas été trouvé en amont d'Angers, ce qui est cohérent avec la répartition connue de cette espèce, plus connue en aval d'Angers.

**SUIVI DES POPULATIONS DE GOMPHEs
DANS LE CADRE DU CONTRAT POUR LA
LOIRE ET SES ANNEXES - 2023**

Localisation des exuvies récoltées



3.1.2. Conditions stationnelles

- Pente de la berge

Le tableau ci-dessous présente les longueurs cumulées de sections par classes de pente.

Tableau 5 : Proportions de berges prospectées par classe de pente

	<10°	10-45°	45-75°	75-90°	Total
Longueur cumulée des classes de pente (m)	2 922	11 091	2 191	500	16 704
% des longueurs de classes de pente	17,49	66,40	13,12	2,99	100

La pente de la majorité des berges prospectées est comprise entre 10 et 45°, les valeurs les plus élevées (75-90°) étant les plus rares.

- Vitesse d'écoulement

La proportion de stations à courant <5 cm/s est très largement majoritaire dans l'échantillonnage (cf. Tableau 6 ci-dessous). Une différence notable est observée pour la classe de courant 5-20 cm/s, nettement sous-représentée dans les observations. La classe de vitesse de courant la plus élevée est par contre surreprésentée, mais dans une moindre proportion.

Tableau 6 : Proportions de berges prospectées par classes de vitesse d'écoulement

Vitesses d'écoulement	Longueur (m)	%
<5cm/s	10 858	65,00
5-20cm/s	1 196	7,16
20-100cm/s	4 231	25,33
-	419	2,51
Totaux	16 704	100,00

Note : pour un des secteurs, la vitesse du courant n'a pas été relevée.



- Type de couverture végétale

Pour rappel, lors de la description des habitats des stations, jusqu'à deux valeurs pouvaient être indiquées pour chaque station entre les descriptifs suivants : berge nue, héliophytes, hydrophytes, ripisylve. La très grande majorité des descriptions de stations comprenaient une ou deux de ces valeurs. Dans le tableau ci-dessous les premiers types de couverture végétale cités sont dominants.

Tableau 7 : Proportions des types de couverture végétale

Végétation des types de stations	Longueur (m)	%
Berges nues	8409	50,34%
Berges nues,Héliophytes	472	2,83%
Berges nues,Hydrophytes	355	2,13%
Berges nues,Ripisylve	783	4,69%
Héliophytes	892	5,34%
Héliophytes,Berges nues	200	1,20%
Héliophytes,Hydrophytes	569	3,41%
Héliophytes,Ripisylve	422	2,53%
Hydrophytes	393	2,35%
Hydrophytes,Héliophytes	2165	12,96%
Hydrophytes,Berges nues	191	1,14%
Ripisylve	755	4,52%
Ripisylve,Berges nues	421	2,52%
Ripisylve,Héliophytes	498	2,98%
Ripisylve,Hydrophytes	179	1,07%
Total	16 704	100,00

Les berges nues dominent très largement la typologie des milieux échantillonnés, suivies d'un ensemble comprenant des hydrophytes et héliophytes. Les ripisylves sont peu représentées.

- Sédiments

Les types de substrats représentés dans les sections échantillonnées sont variés et leur représentation est globalement équilibrés, des sédiments les plus fins (argiles/limons fins) aux sédiments plus grossiers (sables), puis aux galets/blocs (Tableau 8 ci-dessous). Dans ce tableau les premiers types de sédiments cités sont dominants.

Tableau 8 : Proportions des types de substrats présents par section

Sédiments	Longueur (m)	%
Argiles/limons fins	3883	23,25%
Argiles/limons fins, Galets / blocs	138	0,83%
Argiles/limons fins, Galets/blocs	24	0,14%
Argiles/limons fins, Limons grossiers/sables fins	85	0,51%
Argiles/limons fins, Sables grossiers / cailloutis	53	0,32%
Argiles/limons fins, Sables grossiers/cailloutis	125	0,75%
Galets / blocs, Argiles/limons fins	350	2,10%
Galets / blocs, Limons grossiers / sable fins	281	1,68%
Galets / blocs, Sables grossiers / cailloutis	114	0,68%
Galets/blocs	4180	25,02%
Galets/blocs, Argiles/limons fins	54	0,32%
Limons grossiers / sable fins	1125	6,73%
Limons grossiers/sables fins	3139	18,79%
Limons grossiers/sables fins, Galets/blocs	285	1,71%
Sables grossiers / cailloutis,	458	2,74%
Sables grossiers/cailloutis	2286	13,69%
(vide)	124	0,74%
Total	16 704	100,00

Note : pour un des secteurs, le type de substrat n'a pas été relevée.

3.2. Secteur A (Montjean-sur-Loire – Ingrandes-le-Fresne-sur-Loire) : comparaison avant et après travaux

Le secteur de Montjean-sur-Loire – Ingrandes-le-Fresne-sur-Loire a fait l'objet de travaux sur les épis en 2021 et 2022, après les prospections menées lors de la précédente session de suivi (2021). En 2021 et en 2023, deux mailles ont été prospectées sur ce secteur.

Les prospections menées sur ce secteur montrent des différences entre les deux années d'échantillonnage. En 2021, sur le cours de la Loire, sur ce secteur A, seules des exuvies d'*Onychogomphus forcipatus* et de *Stylurus flavipes* avaient été trouvées ; en 2023 *Ophiogomphus cecilia* a également été trouvée sur ce secteur. Par ailleurs, la comparaison des densités globales par espèce sur ce secteur montre que, pour les deux espèces qui étaient déjà présentes, la densité d'exuvies récoltées est nettement plus élevée en 2023 (Tableau 9).

Tableau 9 : Densité et proportion d'exuvies récoltées par 100m de rives sur le secteur A selon les années

Espèce	2021		2023	
	Densité	%	Densité	%
<i>Stylurus flavipes</i>	0,104	20,76	0,220	6,30
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	0,395	79,25	3,103	88,98
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	0,000	0,00	0,165	4,72
Toutes espèces confondues	0,499	100,00	3,487	100,00

Mais ce qui est particulièrement marqué, c'est l'accentuation très forte du ratio *O. forcipatus* / *S. flavipes* entre les deux années : d'environ 1 pour 4 en 2021, ce ratio évolue à quasiment 1 pour 15 en 2023.

- Classes de pentes

Les classes de pente échantillonnées diffèrent entre les deux années de prospections (cf. Tableau 10 ci-dessous).

Tableau 10 : Proportion des classes de pente prospectées en 2021 et 2023

Classe de pente	2021	2023
<10°	8,99%	15,35%
10-45°	48,59%	67,60%
45-75°	32,82%	17,05%
75-90°	9,60%	-

Que ce soit en 2021 ou en 2023, aucune exuvie n'a été récoltée sur des pentes inférieures à 10° dans ce secteur (Tableau 11). La classe de pente 10-45° reste celle où la plus grande proportion d'exuvies a été récoltée, pour toutes les espèces. Une proportion non négligeable d'exuvies d'*O. forcipatus* avait été collectée sur des pentes comprises entre 45 et 75° en 2021 mais ce n'est plus le cas en 2023.

Tableau 11 : Densité des exuvies récoltées par classe de pente, ramenée à 100 m

Classe de pente	2021				2023			
	<i>G. flavipes</i>	<i>O. forcipatus</i>	<i>O. cecilia</i>	Total	<i>G. flavipes</i>	<i>O. forcipatus</i>	<i>O. cecilia</i>	Total
<10°	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10-45°	0,104	1,667	0,000	1,771	0,192	3,103	0,165	3,450
45-75°	0,000	0,741	0,000	0,741	0,027	0,000	0,000	0,027
75-90°	0,000	1,296	0,000	1,296	-	-	-	-

Note : les valeurs « - » correspondent à des classes de pente non observées sur le terrain ; les valeurs « 0,000 » indiquent des classes de pente présentes mais où aucune exuvie n'a été récoltée

- Classes de courant

Comme en 2021, la proportion de berges prospectées avec des classes de courant <5 cm/sec reste dominante, mais cette proportion diminue avec la forte présence en 2023 de berges à courant >20 cm/sec.

Tableau 12 : Proportions de classes de courant prospectées en 2021 et 2023

Classe de courant	2021	2023
<5cm/sec	89,78%	65,58%
5à20cm/sec	10,22%	4,33%
20cm à 1m/sec	-	30,09%

En 2021 comme en 2023, les densités d'exuvies récoltées les plus fortes l'ont été à proximité de courants calmes (<5 cm/s). En 2023 toutefois, une densité importante d'exuvies ont été relevées pour des courants rapides (>20cm/s).

Tableau 13 : Densité des exuvies récoltées par classe de courant, ramenée à 100 m

Classe de courant	2021				2023			
	<i>S. flavipes</i>	<i>O. forcipatus</i>	<i>O. cecilia</i>	Total	<i>S. flavipes</i>	<i>O. forcipatus</i>	<i>O. cecilia</i>	Total
<5cm/sec	0,104	0,358	0,000	0,462	0,192	1,483	0,110	
5à20cm/sec	0,000	0,038	0,000	0,038	0,027	0,192	0,000	
20cm à 1m/sec	-	-	-	0,000	0,000	1,428	0,055	

Note : les valeurs « - » correspondent à des substrats non observés sur le terrain ; les valeurs « 0,000 » indiquent des classes de courant présentes, mais où aucune exuvie n'a été récoltée

Ces résultats sont contre-intuitifs eu égard à ce que l'on sait de l'écologie d'*O. cecilia*. Cette espèce est en effet réputée émerger plutôt à proximité de milieux fortement courants. Par contre, la présence d'exuvies de *S. flavipes* sur les secteurs de courant calme est cohérente avec la bibliographie (GRECIA, 2012).

C'est potentiellement la raison pour laquelle une partie des *O. cecilia*, et une proportion non négligeable des *O. forcipatus* détectés, sont venus émerger à proximité.

- Couvert végétal

Si la proportion de transects à berges nues dominantes reste majoritaire dans les prospections menées en 2023, cette proportion est moins importante qu'en 2021, notamment en raison d'une forte quantité de berge présentant des herbiers d'hydrophytes et d'hélophytes (Tableau 14 ci-dessous).

Tableau 14 : Proportion de couvert végétal dominant prospecté en 2021 et 2023

Couvert végétal	2021	2023
Hydrophytes, Hélophytes	-	23,56%
Berges nues dominantes	82,63%	53,90%
Hélophytes dominants	17,37%	13,62%
Ripisylve présente	-	8,92%

La majorité des exuvies ont été trouvées, que ce soit en 2021 ou 2023, sur des secteurs où la berge était essentiellement nue, même si une petite proportion d'exuvies ont été récoltées dans des herbiers d'hydrophytes ou des végétations hélophytiques.

Tableau 15 : Densité des exuvies récoltées par type de couvert végétal, ramenée à 100 m

Couvert végétal	2021			2023		
	<i>S. flavipes</i>	<i>O. forcipatus</i>	<i>O. cecilia</i>	<i>S. flavipes</i>	<i>O. forcipatus</i>	<i>O. cecilia</i>
Hydrophytes, Hélophytes	-	-	-	0,000	0,027	0,027
Berges nues dominantes	0,104	0,245	0,000	0,055	2,004	0,027
Hélophytes dominants	0,000	0,151	0,000	0,027	0,000	0,000
Ripisylve présente	-	-	-	0,137	1,071	0,109

Note : les valeurs « - » correspondent à des couverts végétaux non observés sur le terrain ; les valeurs « 0,000 » indiquent des couverts présents mais où aucune exuvie n'a été récoltée

Il est probable que plusieurs facteurs puissent expliquer ce point : une plus grande facilité des observateurs à repérer les exuvies sur substrat nu (cependant, la proportion de berges nues est moins importante en 2023, ce qui contredit cette hypothèse puisque la densité d'exuvies détectées est plus élevée), une recherche de milieux plus ensoleillés, ou se réchauffant plus rapidement, etc.

- Texture du substrat

En 2023, des substrats dominés par les argiles et limons, absents en 2021, apparaissent dans les substrats échantillonnés, en proportion élevée.

Tableau 16 : Proportion de texture de substrats prospectés en 2021 et 2023

Substrat	2021	2023
Argiles/limons fins dominants	-	37,23%
Limon grossier/sable fin dominants	31,69%	12,14%
Sables grossiers/cailloutis dominants	18,27%	16,23%
Galet/bloc dominants	50,05%	34,40%

La très grande majorité des exuvies ont été récoltées lorsque les substrats grossiers dominent (cailloutis, galets, blocs), que ce soit en 2021 ou 2023, et ce alors même que la proportion de substrats de ce type présents en 2023 est plus faible qu'en 2021.

Tableau 17 : Densité des exuvies récoltées par type de substrat, ramenée à 100 m

Substrat	2021			2023		
	<i>S. flavipes</i>	<i>O. forcipatus</i>	<i>O. cecilia</i>	<i>S. flavipes</i>	<i>O. forcipatus</i>	<i>O. cecilia</i>
Argiles/limons fins dominants	-	-	-	0,027	0,082	0,027
Limon grossier/sable fin dominants	0,019	0,056	0,000	0,000	0,000	0,000
Sables grossiers/cailloutis dominants	0,085	0,104	0,000	0,000	0,000	0,000
Galet/bloc dominants	0,000	0,236	0,000	0,192	3,020	0,137

Note : les valeurs « - » correspondent à des substrats non observés sur le terrain ; les valeurs « 0,000 » indiquent des substrats présents mais où aucune exuvie n'a été récoltée

Là encore, les facteurs explicatifs peuvent être multiples : facilité de repérage des exuvies sur les éléments grossiers, effet de limitation de la végétation d'une dominance de substrat grossier, etc.

4. Conclusion

Cette seconde année de prospection a visé, sur le tronçon de Loire entre Saumur et Ancenis, à conforter l'état initial commencé en 2021 dans le suivi des populations de gomphes présents, en préalable aux travaux prévus sur les épis. Cette deuxième année de travail avait notamment pour objectif d'accroître la robustesse de l'état initial, notamment en atténuant l'effet des conditions météorologiques particulières de l'année 2021. Les prospections ont concerné uniquement le cours principal de la Loire, les bras secondaires seront échantillonnés en 2024.

L'ensemble des espèces ont été relevées de manière plutôt régulière sur l'ensemble du cours de la Loire, l'exception étant l'absence de donnée concernant *Stylurus flavipes* en amont d'Angers – secteur où il est historiquement moins connu.

Une analyse globale des résultats recueillis en 2021 et en 2023/2024 sera réalisée en fin d'année 2024, pour pouvoir prendre en compte l'ensemble des données.

Conclusion sur la comparaison avant/après travaux sur le secteur A

La comparaison entre les prospections menées en 2021 et 2023 montre des différences en termes de densité globale d'exuvies, pour les trois espèces qui ont été trouvées en 2023 : *Stylurus flavipes*, *Onychogomphus forcipatus*, *Ophiogomphus cecilia*.

Il semble donc possible que les travaux menés sur ce secteur aient eu un effet sur les émergences des espèces ciblées par l'étude. Il reste toutefois impossible d'affirmer si cette influence est temporaire, liée au caractère récent des travaux, ou même réelle. En effet, au-delà du fait qu'une comparaison entre deux dates seulement est souvent insuffisante pour dégager une tendance, les différences entre les conditions de relevés en 2021 et 2023 sont importantes. En effet, outre le fait que l'année 2021 a vu des niveaux d'eau très hauts et tardifs de la Loire (ce qui a pu perturber le comportement d'émergence, la détectabilité des exuvies, etc.), les années précédant 2021 n'ont pas connu les sécheresses/hauts températures de 2022 et 2023, qui ont pu avoir un effet sur le développement larvaire des gomphes.

Aussi, une répétition du suivi pourrait permettre d'avoir le recul suffisant pour tirer des enseignements plus robustes sur l'effet à moyen terme des travaux sur les émergences des grands anisoptères.

Les résultats concernant la récolte d'exuvie en fonction des différentes caractéristiques des milieux sont par contre cohérentes, dans l'ensemble, entre les deux années.

5. Bibliographie

ANDRE I., 2021.- Évaluation des habitats d'émergence et de l'état de conservation des populations de *Stylurus flavipes* et d'*Ophiogomphus cecilia* en région Pays de la Loire. Rapport d'étude du CPIE Loire Anjou pour le GRETIA Pays de la Loire. 23 p. +annexes.

ANGOT D., 2017. – Récolte d'exuvies d'Odonates sur le Buisson Cordez – Description et analyse des résultats. Rapport d'étude ville de Chalonnes sur Loire, 14p.

BAETA, R. SANSALUT, E. et 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.

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 *Stylurus flavipes* et d'*Ophiogomphus cecilia*. 6 p. +annexes.

CEN BOURGOGNE, CEN CENTRE. 2013.- Suivi annuel d'*Ophiogomphus cecilia* et *Stylurus flavipes* sur la RN du Val de Loire - Bilan de trois années de suivi. Plan de gestion 2010-2014 de la réserve naturelle Val de Loire. 18 p.

CHERPITEL T. & HERBRECHT F., 2022.- Liste rouge régionale des libellules des Pays de la Loire. Groupe d'étude des invertébrés armoricains, Rennes. 12 p.

CORDERO A., 1995.- Vertical stratification during emergence in odonates. *Notulae odonatologicae*, 4(6) : 103–105.

DOUCET G., 2016. – Clé de détermination des Exuvies des Odonates de France. 3ème édition. Société Française d'Odonatologie, 68 p.

DOUILLARD E., 2013. Les Libellules du Maine-et-Loire. Inventaire et cartographie. Anjou Nature, 4 : 30.

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

GRAND D. & BOUDOT J.-P., 2006. – Les libellules de France, Belgique et Luxembourg. Mèze : Biotope, 480 p.

GRETIA, 2012.- Plan national d'actions en faveur des odonates : Déclinaison Pays de la Loire (2012-2015). Rapport pour la DREAL Pays de la Loire, 203 pp.

HÖLDIN P., 2008. – Étude des populations de Gomphe serpent (Ophiogomphus cecilia) dans les cours d'eau du Parc naturel régional des Vosges du Nord. Paris : AgroParisTech ENGREF, 95 p.

JACQUEMIN G. & BOUDOT J.-P., Ophiogomphus cecilia (Fourcroy, 1785) dans les Vosges du Nord (Odonata : Gomphidae). Martinia, 7 (4) : 71-77.

LETT J.-M., CLOUPEAU R., PRATZ J.-L. & MALE-MALHERBE E., 2001. – Liste commentée des Odonates de la région Centre (Départements du Cher, de l'Eure-et-Loir, de l'Indre, de l'Indre-et-Loire, du Loir-et-Cher et du Loiret). Martinia, 17 : 123-168.

MERLET F. & HOUARD X., 2012.- Synthèse bibliographique sur les traits de vie du Gomphe serpent (*Ophiogomphus cecilia* (Geoffroy in Fourcroy, 1785)) relatifs à ses déplacements et à ses besoins de continuités écologiques. Service du patrimoine naturel du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. 8 p.

OPIE. Plan national d'action en faveur des Odonates. Consulté le 19 septembre 2022. URL : <http://odonates.pnaopie.fr/especes/gomphidae/gomphus-flavipes/> ; <http://odonates.pnaopie.fr/especes/gomphidae/ophiogomphus-cecilia/>