Martinia 39 (1) : 1–12

Disponible en ligne sur martinia.insectes.org

Martinia

Une revue du groupe Opie-odonates publiée par l'Office pour les insectes et leur environnement

Article

Cinétique d'émergence, sex-ratio, estimation de la taille des populations et éléments sur la phénologie d'*Aeshna subarctica elisabethae* Djakonov, 1922 sur deux tourbières de la Réserve Naturelle Nationale des Ballons-Comtois (Odonata : Aeshnidae)

Guillaume Doucet [a] ***& Sébastien Coulette*** [b]

[a] *22 rue de la Grette, 25000 Besançon, France ; guillaume.doucet@yahoo.fr*

[b] *PNR Ballons des Vosges, Espace Nature Culture, 70440 Haut-du-Them-Château-Lambert, France ; s.coulette@parc-ballons-vosges.fr*

Reçu le 25 février 2024, Accepté le 30 décembre 2024, Publié le 16 janvier 2025

RÉSUMÉ

Peu d'études sont disponibles sur l'écologie et la biologie d'*Aeshna subarctica elisabethae* en France. Le travail mené en 2020 sur deux tourbières de la Réserve Naturelle Nationale des Ballons-Comtois dans le département de Haute-Saône apporte des éléments sur la cinétique d'émergence, le sex-ratio et la phénologie de ce taxon pour le massif des Vosges. Il ressort que les émergences sont assez régulièrement reparties entre fin mai / début juin et fin août avec un temps médian d'émergence (EM50) assez long de l'ordre de 45 jours (estimé entre 36 et 53 jours). Le sex-ratio est à l'équilibre avec 50 % de mâles et 50 % de femelles pour le lot de 398 exuvies collectées. Avec respectivement 194 exuvies ramassées sur la tourbière du Grand Rossely et 204 sur la tourbière du plateau de Bravouse en 11 passages, il apparaît que ces deux stations sont des stations majeures pour ce taxon pour la France et même à l'échelle de l'Europe de l'Ouest. Au vu de l'enjeu et des changements climatiques rapides, un suivi sur le long terme de l'espèce et de son cortège semble indispensable notamment sur ces deux stations.

Mots-clés : Bourgogne-Franche-Comté, Haute-Saône, exuvie, dynamique, Aeschne subarctique.

ABSTRACT

Emergence kinetics, sex-ratio, population size estimates and phenological information for Aeshna subarctica elisabethae *Djakonov, 1922 on two peat bogs of the Ballons-Comtois National Nature Reserve (Odonata: Aeshnidae).*

Few studies are available on the ecology and biology of *Aeshna subarctica elisabethae* in France. Work carried out in 2020 on two peat bogs in the Ballons-Comtois National Nature Reserve in the Haute-Saône department provided information on the emergence kinetics, sex ratio and phenology of this taxon in the Vosges massif. It shows that emergence is relatively regularly distributed between late May / early June and the end of August, with a median emergence time (EM50) of about 45 days (estimated between 36 and 53 days). The sex ratio was balanced with 50% males and 50% females for the 398 exuviae collected. With 194 exuviae collected from the Grand Rossely peat bog and 204 from the Bravouse plateau peat bog in 11 visits, these two sites appear to be major sites for this taxon in France and even in Western Europe. Given the importance of this species and rapid climate change, long-term monitoring of the species and its community seems essential, particularly at these two sites.

Keywords: Bourgogne-Franche-Comté region, Haute-Saône department, exuviae, dynamic, Bog Hawker, Subarctic Darner.

Martinia est une revue du groupe Opie-odonates publiée par l'Office pour les insectes et leur environnement en libre accès et en flux continu. Rendez-vous sur martinia.insectes.org pour toutes vos propositions d'articles.

ISSN (électronique / electronic) : 2729-5613. DOI en cours d'obtention.

INTRODUCTION

Aeshna subarctica Walker, 1908 est une espèce avec une répartition holarctique dont la sous-espèce nominale est présente en Amérique du Nord et la sous-espèce *A. s. elisabethae* Djakonov, 1922 en Europe et en Asie (Kalkman *et al.*, 2015). En France, l'espèce a été observée de façon certaine assez récemment en 1979 (Lohmann, 1981). De nombreux autres pays européens sont dans une situation similaire avec par exemple une première mention en Suisse en 1967 (Monnerat, 2020) et une découverte en Roumanie et en Italie en 2009 (Festi, 2011 ; Flenker, 2011). Ces éléments démontre une connaissance encore lacunaire de l'espèce au moins dans une partie de l'Europe. En ce qui concerne son écologie et sa biologie, elle est inféodée aux tourbières acides à sphaignes, où son habitat de reproduction peut aussi bien être constitué des gouilles remplies de sphaignes que d'étangs ou mares tourbeuses avec de l'eau libre bordés des tapis de sphaignes ou bien avec des radeaux de sphaignes (Heidemann & Seidenbusch, 2002 ; Wildermuth, 2013). En France, elle est implantée uniquement dans les massifs des Vosges (au-dessus de 700 m) et du Jura (au-dessus de 840 m) (Boudot *et al.*, 2024). Les menaces qui pèsent sur ce taxon et son habitat en France font qu'elle est inscrite en catégorie NT sur la dernière liste rouge nationale (UICN France *et al.*, 2016) et qu'elle a été retenue comme espèce prioritaire dans le dernier plan national d'actions en faveur des « libellules » avec comme éléments de connaissance à développer : 1- inventorier et localiser les populations, 2- étudier les paramètres influençant la dynamique des populations, 3- mettre en place un réseau de suivi des populations (Houard, 2020). À une échelle plus locale, c'est une espèce qui est considérée comme « en danger d'extinction » en Franche-Comté (Mora, 2013) et vulnérable en région Grand-Est (Moratin & Ternois, 2023). Il faut noter qu'elle est également considérée comme menacée en Suisse voisine (catégorie EN) (Monnerat *et al.*, 2021). Devant ce constat, un suivi de l'espèce a été prévu sur la Réserve Naturelle Nationale des Ballons-Comtois dans le cadre de la mise en place de son plan de gestion (Lallement & Coulette, 2015) car le site possède une forte responsabilité pour la préservation du taxon dans la région et même à l'échelle française. Ainsi, un protocole de suivi des habitats favorables, basé sur la collecte d'exuvies, a été mis en place en 2020. L'analyse des données collectées sur deux tourbières de la réserve va permettre d'en savoir plus sur l'importance des populations en place mais aussi sur la cinétique des émergences et la phénologie précise de cette phase.

MATÉRIEL & MÉTHODE

Site d'étude

La Réserve Naturelle Nationale des Ballons-Comtois est une aire protégée dont le classement date du 4 juillet 2002. Ses deux organismes gestionnaires sont l'Office national des forêts (ONF) et le Parc naturel régional des Ballons des Vosges. D'une surface de 2259 ha, elle est localisée au sud du massif vosgien sur trois départements (Haute-Saône, Territoire de Belfort et Vosges) et deux régions (Bourgogne-Franche-Comté et Grand Est). Dominée par des boisements (environ 95 % du site) de type hêtraie-sapinière, elle abrite également plusieurs tourbières (Lallement & Coulette, 2015) dont deux sont concernées par cette étude : Le Grand Rossely et la tourbière de Bravouse (également appelée plateau de Bravouse). Ces deux sites sont distants de 3 km l'un de l'autre. Leur peuplement est remarquable avec la présence d'espèces comme *Aeshna juncea* (Linnaeus, 1758), *Leucorrhinia dubia* (Vander Linden, 1825), *Somatochlora arctica* (Zetterstedt, 1840), *Coenagrion hastulatum* (Charpentier, 1825) ou encore *A. s. elisabethae* objet de l'étude (Lallement & Coulette, 2015).

Le Grand Rossely (coordonnées WGS84 : 47.818072, 6.799703), situé sur la commune de Plancher-les-Mines (département de Haute-Saône), à environ 920 m d'altitude au fond de la vallée du Rossely, est une tourbière d'environ 4 ha qui comporte des zones d'eau libre et des gouilles (Fig. 1) favorables aux odonates tyrphobiontes.

La tourbière de Bravouse (coordonnées WGS84 : 47.803376, 6.766521), située à une altitude plus élevée (1115 m) sur les communes de Plancher-les-Mines et Servance-Miellin (département de

Haute-Saône), occupe une surface d'environ 1 ha. Une mare tourbeuse d'environ 390 m² (qui pourrait résulter d'une extraction ancienne de tourbe) se trouve dans la partie centrale du site (Fig. 2 a-b). Quelques gouilles envahies de sphaignes sont également présentes en périphérie de la mare (Fig. 2c).

Sur le plan réglementaire, ces 2 tourbières sont interdites d'accès toute l'année, à tout public, depuis 2018. Les seules personnes autorisées à y accéder sont les gestionnaires forestiers et de la réserve naturelle, ainsi que les personnes mandatées par le préfet de Haute Saône (DREAL Bourgogne Franche-Comté, 2018).

Collecte et détermination des exuvies

Les exuvies ont été collectées par Lydie Lallement et Sébastien Coulette. Pour garantir leur conservation, elles ont été séchées durant 24 h puis ont été congelées pendant une durée d'une heure à -20°C pour éviter le développement de toiles d'araignées qui rendent l'étude ultérieure du matériel compliqué. Les exuvies ont été identifiées par le second auteur et Carla Vandekerkhove avec une vérification par le premier auteur pour quelques individus de détermination délicate (exuvie abîmée).

Pour la tourbière du Grand Rossely, les exuvies ont été collectées sur l'ensemble des gouilles tourbeuses favorables à l'espèce. Cela représente un linéaire de prospection d'environ 150 m. Onze passages ont été réalisés en 2020 entre le 20 mai et le 21 août. En fonction de la météo et des disponibilités, le temps entre deux passages a varié entre 4 et 13 jours (moyenne : 9,3 et écart-type : 3,1). Le temps nécessaire pour réaliser un passage est d'environ 75 minutes.

Sur le plateau de Bravouse, les exuvies ont été collectées de manière exhaustive sur le pourtour de la mare tourbeuse et sur une fosse tourbeuse secondaire partiellement en eau. Cela représente un linéaire de prospection d'environ 120 m. Onze passages ont été réalisés sur le site en 2020 entre le 19 mai et le 21 août. En fonction de la météo et des disponibilités, le temps entre deux passages a varié entre 4 et 14 jours (moyenne : 9,4 et écart-type : 3,2). Chaque passage a nécessité environ 90 minutes.

Fig. 1 - Gouille tourbeuse sur le site du Grand Rossely. Crédit photo : G. Doucet.

Fig. 2 - Mare tourbeuse du plateau de Bravouse : (a) vue générale en automne ; (b) zoom sur les bordures riches en *Carex* et en sphaignes favorables à *Aeshna subarctica elisabethae* ; (c) gouille présente en périphérie de la mare. Crédits photos : a - S. Coulette ; b, c - G. Doucet.

Paramètres relatifs à la cinétique d'émergence et la phénologie

Schmidt (1964) a montré que les émergences pouvaient avoir lieu entre 8 h et 16 h chez *A. s. elisabethae*. Nous considérerons donc que les exuvies collectées lors d'un passage peuvent être issues d'émergences ayant eu lieu entre le précédent passage et le passage considéré. Par exemple, pour une exuvie collectée lors du passage du 15 juin, nous considérons qu'il peut s'agir d'un individu qui a émergé entre le 2 juin (date du précédent passage) et le 15 juin (si émergence en début de journée juste avant la réalisation du suivi).

Pour caractériser la phase d'émergence de l'espèce, quatre éléments ont été identifiés :

- la date de début et de fin des émergences,
- la période d'émergence,
- le temps médian d'émergence (EM50).

Sex-Ratio

Lors de l'identification des exuvies, le sexe a été noté pour pouvoir travailler sur le sex-ratio.

RÉSULTATS

Cinétique d'émergence

En ce qui concerne le Grand Rossely, les émergences sont bien réparties sur l'ensemble de la période avec des collectes de plus de 20 exuvies sur des passages de juin, juillet et août (Tab.1). Cela semble confirmé par le calcul du nombre moyen d'exuvies « produites » / jour qui dépasse la valeur de 3 à trois reprises, les 10 et 20 juillet et le 1er août. La valeur maximale de 8,5 exuvies / jour est observée pour le 10 juillet. Le temps médian d'émergence calculé (EM50) est d'environ 49 jours (Fig. 3). Comme il y a eu 13 jours entre le premier passage (20 mai avec 0 exuvie) et le second, nous ne savons pas précisément quel jour ont commencé les émergences. En tenant compte de cette incertitude, on peut donc considérer que l'EM50 est compris entre 36 et 49 jours pour ce site.

Sur le site du plateau de Bravouse, la situation est similaire avec des émergences bien réparties sur l'ensemble de la période, avec des collectes de plus de 30 exuvies sur des passages de juin (le 25), juillet (le 20) et août (le 1er) (Tab.2). Cela semble confirmé par le calcul du nombre moyen d'exuvies « produites » / jour qui dépasse la valeur de 4 à quatre reprises, le 25 juin, les 10 et 20 juillet et le 1er août. La valeur maximale de 6,8 exuvies / jour est observée pour cette dernière date. Le temps médian d'émergence calculé (EM50) est d'environ 53 jours (Fig. 4). Comme il y a eu 14 jours entre le premier passage (19 mai avec 0 exuvie) et le second, nous ne savons pas précisément quel jour ont commencé les émergences. En tenant compte de cette incertitude, on peut donc considérer que l'EM50 est compris entre 40 et 53 jours pour ce site.

Si l'on s'intéresse à la différence de cinétique en fonction des sexes, il n'y a quasi aucune différence sur le site du plateau de Bravouse (Fig. 6) alors que sur le site du Grand Rossely (Fig. 5), les émergences des femelles semblent légèrement plus rapides (EM50 = 48 contre 51 pour les mâles).

Tab. 1 - Détail de la collecte d'exuvies d'*Aeshna subarctica elisabethae* sur le site du Grand Rossely en 2020.

Date	Nombre de jours depuis le 20.V.2020	Nombre de jours depuis le relevé précédent	Nombre d'exuvies collectées			Nombre moyen d'exuvies / jour	Nombre cumulé d'exuvies collectées	% d'exuvies collectées cumulé
			♂	♀	Total			
20.V.2020	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %
02.VI.2020	13	13	7	14	21	1,62	21	10,82 %
15.VI.2020	26	13	7	9	16	1,23	37	19,07 %
25.VI.2020	36	10	12	9	21	2,10	58	29,90 %
06.VII.2020	47	11	8	11	19	1,73	77	39,69 %
10.VII.2020	51	4	15	19	34	8,50	111	57,22 %
20.VII.2020	61	10	21	18	39	3,90	150	77,32 %
27.VII.2020	68	7	6	5	11	1,57	161	82,99 %
01.VIII.2020	73	5	14	9	23	4,60	184	94,85 %
11.VIII.2020	83	10	4	5	9	0,90	193	99,48 %
21.VIII.2020	93	10	1	0	1	0,10	194	100,00 %

Tab. 2 - Détail de la collecte d'exuvies d'*Aeshna subarctica elisabethae* sur le plateau de Bravouse en 2020.

Date	Nombre de jours depuis le 19.V.2020	Nombre de jours depuis le relevé précédent	Nombre d'exuvies collectées			Nombre moyen d'exuvies / jour	Nombre cumulé d'exuvies collectées	% d'exuvies collectées cumulé
			♂	♀	Total			
19.V.2020	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %
02.VI.2020	14	14	8	7	15	1,07	15	7,35 %
15.VI.2020	27	13	2	2	4	0,31	19	9,31 %
25.VI.2020	37	10	21	20	41	4,10	60	29,41 %
06.VII.2020	48	11	8	9	17	1,55	77	37,75 %
10.VII.2020	52	4	10	10	20	5,00	97	47,55 %
20.VII.2020	62	10	21	21	42	4,20	139	68,14 %
27.VII.2020	69	7	9	5	14	2,00	153	75,00 %
01.VIII.2020	74	5	16	18	34	6,80	187	91,67 %
11.VIII.2020	84	10	8	8	16	1,60	203	99,51 %
21.VIII.2020	94	10	1	0	1	0,10	204	100,00 %

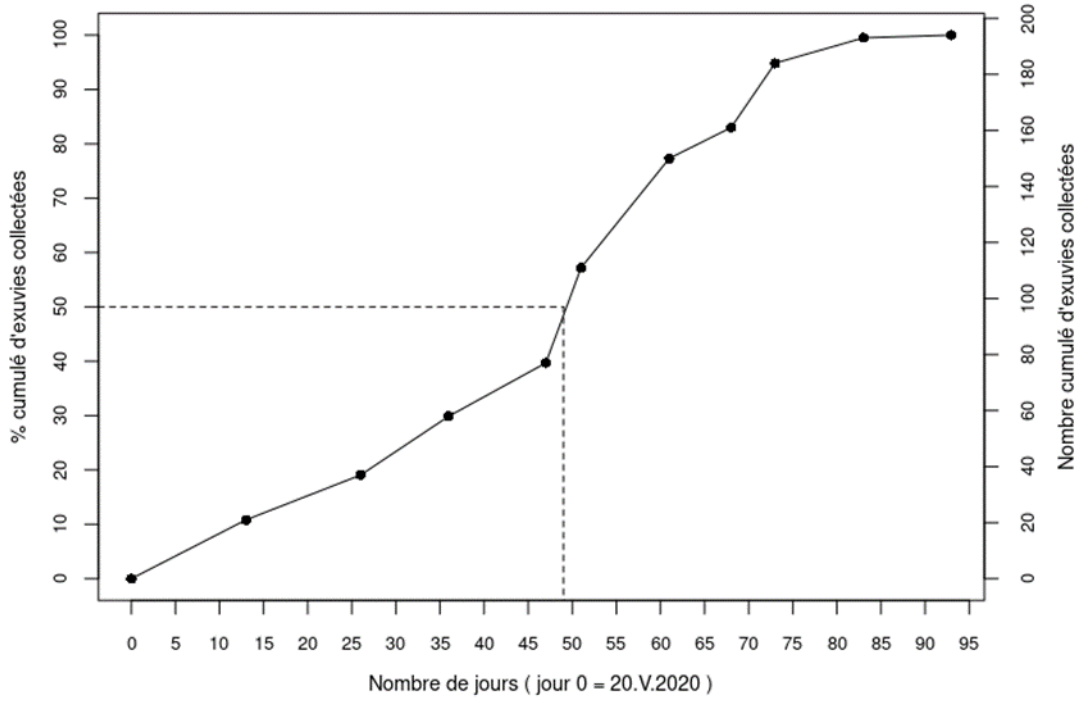

Fig. 3 - Cinétique des émergences d'*Aeshna subarctica elisabethae* sur le site du Grand Rossely en 2020 (en pointillé, détermination de l'EM50).

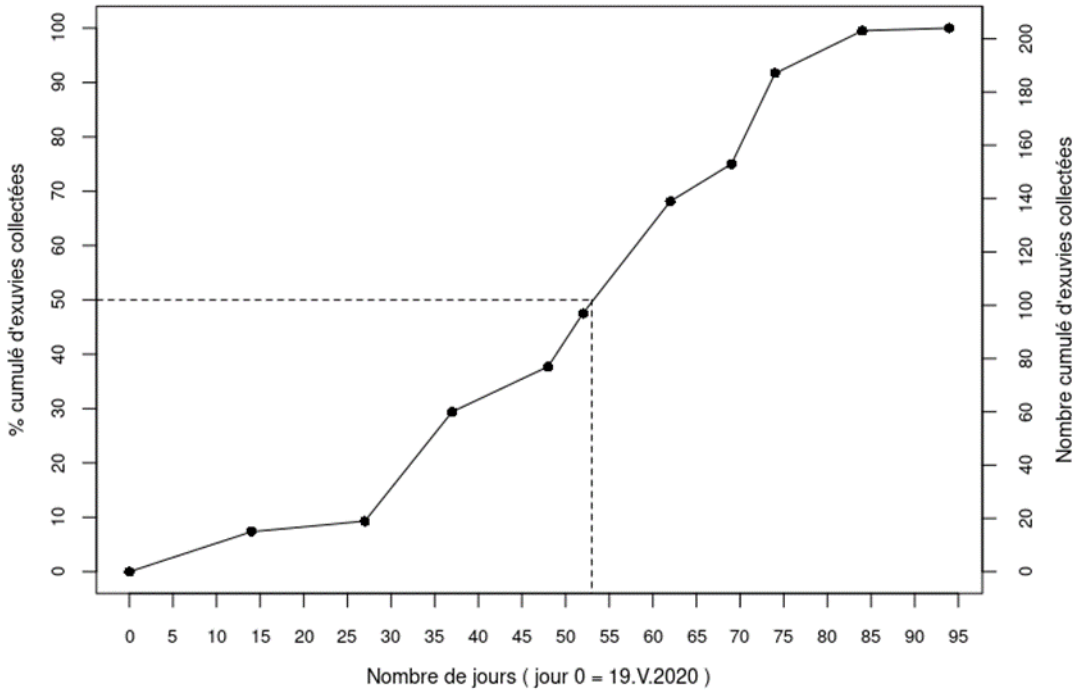

Fig. 4 - Cinétique des émergences d'*Aeshna subarctica elisabethae* sur le plateau de Bravouse en 2020 (en pointillé, détermination de l'EM50).

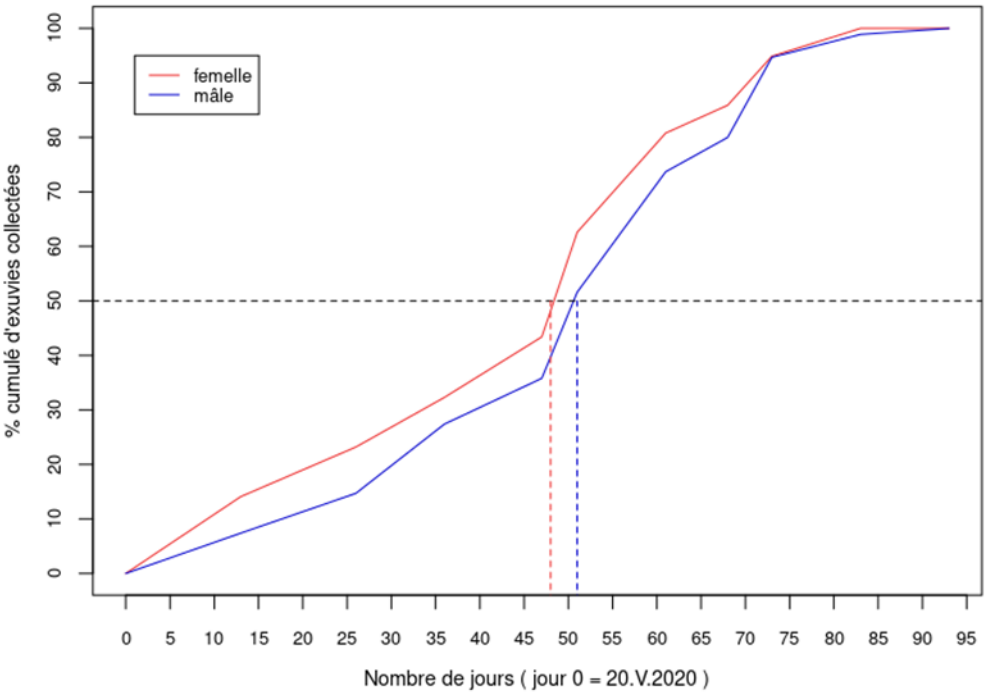

Fig.5 - Cinétique des émergences d'*Aeshna subarctica elisabethae* sur le Grand Rossely en 2020 en fonction du sexe (en pointillé, détermination de l'EM50).

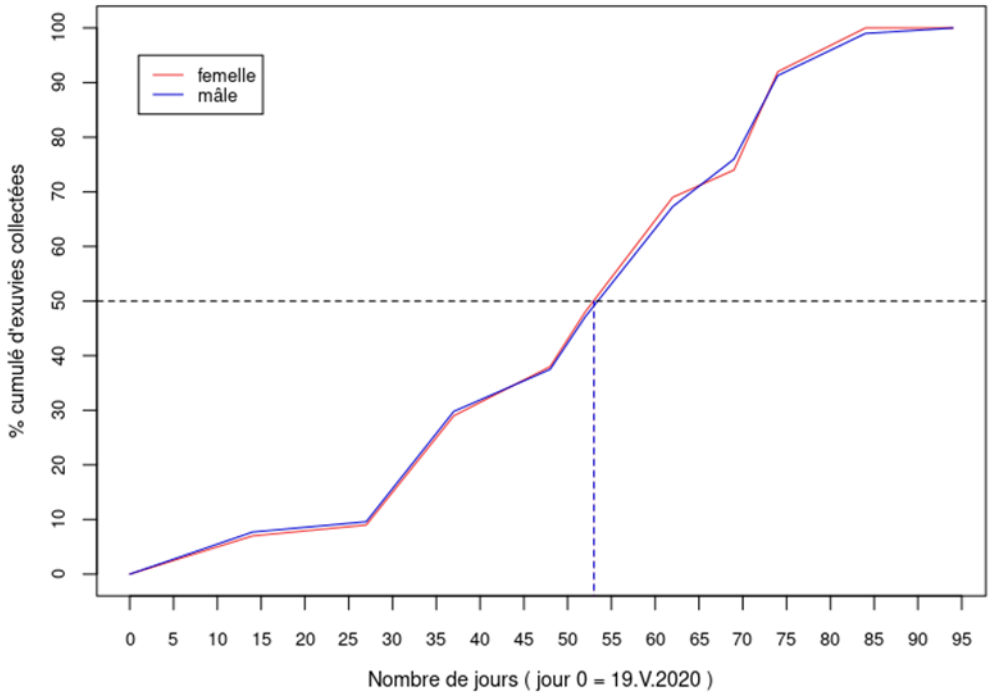

Fig.6 - Cinétique des émergences d'*Aeshna subarctica elisabethae* sur le plateau de Bravouse en 2020 en fonction du sexe (en pointillé, détermination de l'EM50).

Sex-ratio

Sur l'ensemble des exuvies récoltées sur les deux sites en 2020 (n = 398), il y a 199 femelles et 199 mâles ce qui indique un sex-ratio équilibré. À l'échelle de chacun des sites, il y a une très légère supériorité des femelles sur le Grand Rossely (51%) et une très légère infériorité de ces dernières sur le plateau de Bravouse (49%) mais il n'existe pas de déséquilibre marqué.

Nombre d'exuvies collectées et période d'émergence

Sur l'ensemble de la saison 2020, 398 exuvies d'*A. s. elisabethae* ont été collectées dont 194 sur le site du Grand Rossely (Tab. 1) et 204 sur le plateau de Bravouse (Tab. 2). Pour le premier site, la période d'émergence débute entre le 20 mai et le 2 juin et se termine entre le 11 et le 21 août soit une durée comprise entre 70 et 93 jours. Pour le second, la période d'émergence débute entre le 19 mai et le 2 juin et se termine entre le 11 et le 21 août soit une durée comprise entre 70 et 94 jours.

Discussion

Cinétique d'émergence

En 2020, il a fallu environ entre 36 et 53 jours pour que la moitié de la population émerge sur chacun des deux sites. Une telle cinétique correspond bien à celle d'une espèce estivale au sens de Corbet & Corbet (1958) qui, par opposition aux espèces printanières dont la majorité des émergences sont concentrées sur la première semaine, voient celles-ci étalées régulièrement sur une période beaucoup plus longue (plusieurs semaines la plupart du temps). Ces chiffres sont cohérents avec ceux de Schmidt (1964) qui indique que la moitié de la population étudiée en 1962 sur le « Kaltenhofer Moor » a émergé au bout de 43 jours. Même si la méthode n'est pas tout à fait comparable (prise en compte de l'ensemble des exuvies collectées entre 2000 et 2012), on peut également comparer nos résultats au suivi réalisé dans le parc national du Harz sur une dizaine de tourbières. D'après le graphique présenté en page 77 (Baumann & Müller, 2014), ils obtiennent un EM50 d'environ

51 jours pour ce taxon, ce qui corrobore bien le résultat que nous avons obtenu. Il faut noter que très peu d'études se concentrent sur ce paramètre et qu'il a été difficile de trouver des éléments de comparaison.

Sex-ratio

Dans notre étude, à l'échelle des deux stations le sex-ratio est à l'équilibre (50% de mâles et 50 % de femelles). À l'échelle de chaque site il y a tantôt un très léger déséquilibre en faveur des femelles (Grand Rossely avec 51% de femelles) tantôt un très léger déséquilibre en faveur des mâles (Plateau de Bravouse avec 51 % de mâles). Ces résultats sont en conformité avec ce que l'on trouve dans d'autres études sur l'espèce avec un pourcentage de mâles variant entre 44,5 % et 51,7 % (Schmidt, 1964 ; Corbet & Hoess, 1998).

Nombre d'exuvies collectées

Entre juin et août 2020, les onze passages sur site ont permis de collecter 398 exuvies d'*A. s. elisabethae* dont 194 sur le Grand Rossely et 204 sur le plateau de Bravouse. La comparaison avec les résultats disponibles sur d'autres stations françaises ou européennes de l'espèce est délicate car la pression de collecte est parfois très différente. Toutefois, les chiffres indiquent qu'il s'agit plutôt d'une population de taille remarquable. Par exemple, pour les stations françaises du massif du Jura le maximum connu est de 22 exuvies récoltées en trois passages en 2017 sur la tourbière de Frasnes (Romain Decoin, com. pers.). Pour les stations de la Forêt-Noire (Bade-Wurtemberg, Allemagne), Westermann (2022) indique que les 5 biotopes les plus favorables du « Westmoor Hinterzarten » ont fourni entre 24 et 93 exuvies d'*A. s. elisabethae* lors des suivis réalisés en 2020. À l'échelle de l'ensemble du site qui fait environ 3 ha, 264 exuvies ont été collectées au total cette même année. Toujours en Allemagne, dans le parc national du Harz (à cheval sur la Basse-Saxe et la Saxe-Anhalt), une dizaine de tourbières ont été étudiées entre 2000 et 2013. Le nombre maximal d'exuvies estimé par site et par an d'*A. s. elisabethae* y varie entre 1 pour les sites les moins productifs et 70 pour l'Odersprungmoor situé à 810 m d'altitude (Baumann & Müller, 2014). Une seule étude fournit un effectif qui dépasse les 400 exuvies collectées sur une année avec 773 exuvies trouvées par Borchers (1999) sur une zone tourbeuse de 2300 m² en Allemagne.

Phénologie et période d'émergence

Les premières exuvies ont été ramassées le 2 juin après des premiers passages effectués le 19 mai sur le premier site et le 20 mai pour le second site pendant lesquels aucune n'avait été trouvée. On peut donc considérer que les émergences ont commencé entre le 19 mai et le 2 juin. Les dernières ont été collectées le 21 août et on peut donc considérer que les émergences se sont terminées entre le 12 et le 21 août. Ces dates sont proches de celles données par Westermann (2022) pour des tourbières allemandes de la Forêt-Noire et notamment du site de « Westmoor Hinterzarten » pour lequel en 2015, les émergences ont débuté le 3 juin et se sont achevées le 15 août. Des dates d'émergence très proches sont également constatées en Allemagne dans la région de Basse-Saxe / Brême avec par exemple l'émergence d'une femelle le 23 mai 2009 sur le site du Hahnenmoor dans le district d'Emsland (altitude de 25 m) (Schmitz, 2014) et une exuvie trouvée le 22 mai 2020 dans le Harz à 880 m d'altitude par Kathrin Baumann (Baumann *et al.*, 2021). En revanche, nos dates sont beaucoup plus précoces que celles données par Schmidt (1964) qui indique les premières émergences en Allemagne sur le « Kaltenhofer Moor » le 29 juin en 1961 et le 5 juillet en 1962. Il y a environ un mois de différence. Le même décalage semble exister sur les stations de Suisse pour lesquelles il est indiqué : « la période d'émergence débute au plus tôt à fin juin » (Wildermuth, 2013) et les stations italiennes où les émergences commencent durant la deuxième moitié du mois de juin [date la plus précoce 17 juin 2018] (Assandri *et al.*, 2022). Pour les stations suisses (stations comprises entre 900 et 1900 m) et italiennes (stations comprises entre 1240 et 2058 m avec une moyenne à 1545 m), ce décalage peut s'expliquer par le fait que les stations sont à des altitudes supérieures ce qui entraîne

généralement un décalage pour les dates d'émergence. Pour la station allemande, la latitude pourrait expliquer en partie ces différences. En effet, le « Kaltenhofer Moor » se situe au-dessus de 54° de latitude Nord alors que la réserve des Ballons-Comtois se situe à environ 48° de latitude Nord. Comme les relevés ont été réalisés dans les années 60 sur ce site, il n'est pas exclu que les changements climatiques puissent également expliquer une partie du décalage car il a été démontré que le réchauffement climatique avançait les émergences chez certaines espèces d'odonates (Hassall *et al.*, 2007 ; Dingemanse & Kalkman, 2008) et même plus largement la phénologie pour la faune, la flore et la fonge (Vitasse *et al.*, 2021). Pour valider cette hypothèse, il faudrait disposer de données contemporaines sur la station du « Kaltenhofer Moor » mais malheureusement nous n'avons pas pu en obtenir.

Concernant la période d'émergence, on peut estimer qu'elle a durée entre 10 et 13 semaines sur les deux stations étudiées en 2020 (entre 71 et 92 jours). Cela est assez proche des constatations de Schmidt (1964) qui donne une période comprise entre 9 et 14,5 semaines pour les années 1961 et 1962 et de Westermann (2022) qui indique toujours pour le site de « Westmoor Hinterzarten » une période d'émergence comprise entre 73 et 90 jours. En revanche, elle est beaucoup plus longue que celle donnée par Boudot *et al.* (2024) qui indiquent des émergences réparties sur 6 à 7 semaines (entre 42 et 49 jours) sur une localité donnée. C'est un paramètre important car essentiel pour construire un éventuel protocole de suivi de l'espèce sur le moyen à long terme. Comme l'ont montré de nombreux auteurs (Kormondy & Gower, 1965 ; Kern, 1999 ; Suhling *et al.*, 2015 ; Boudot, 2021) et notamment Mulnet (2002) sur plusieurs espèces liées aux tourbières, la période ainsi que les dates de début et de fin d'émergence sont susceptibles de varier en fonction des années sur un même site, en lien principalement avec le facteur température. La poursuite de ce suivi sur la réserve devrait pouvoir mettre en évidence ce genre de variabilité dans la phénologie. En parallèle du suivi de l'espèce, un suivi de la température de l'air et de l'eau ainsi qu'un suivi piézométrique des niveaux d'eau ont été mis en place depuis 2020 sur ces 2 sites. A moyen et long terme, il sera intéressant d'analyser les corrélations entre ces paramètres et la phénologie et la dynamique du taxon.

Gestion conservatoire

Compte tenu des effectifs observés, les stations du Grand Rossely et du plateau de Bravouse peuvent être considérées comme des stations sources susceptibles d'alimenter des stations secondaires présentes en périphérie qui ne sont pas forcément favorables tous les ans (exemples d'autres tourbières présentes sur la réserve comme celle du Rond Trou ou de la Grande Goutte) comme l'a montré Sternberg (1995). Éléments plutôt encourageants pour la conservation de cette espèce, il semble qu'elle réagit plutôt favorablement à des travaux de restauration de tourbières (principalement restauration hydraulique et création ou réhabilitation de gouilles) (Karle-Fendt & Stadelmann, 2013 ; Vallat *et al.*, 2020). Cette option doit donc être envisagée sur les sites où cela est possible notamment pour contrebalancer les effets négatifs induits par les changements climatiques.

Conclusion

Cette étude met en avant l'importance des tourbières de la Réserve Naturelle Nationale des Ballons-Comtois et notamment celle du Grand Rossely et du plateau de Bravouse pour la conservation d'*Aeshna subarctica elisabethae* dans le massif des Vosges et plus largement en France métropolitaine. Au vu des effectifs contactés, il est possible de considérer ces stations comme étant dans un bon état de conservation même si des données antérieures seraient nécessaires pour avoir une idée de la dynamique du taxon sur chacune de ces tourbières. Elle permet également de confirmer que dans cette zone géographique, il s'agit d'une espèce « estivale » avec des émergences régulières et étalées sur une longue période avec un temps médian d'émergence (EM50) supérieur à 40 jours. Au vu de l'enjeu présenté par l'espèce et son inscription dans le plan national d'actions en faveur des « libellules », il paraît urgent de travailler sur une méthode de suivi de ce taxon et plus largement des espèces liées aux tourbières et également de

poursuivre les travaux de restauration engagés sur ses habitats pour maintenir sur le long terme des conditions favorables pour l'espèce et même l'ensemble du cortège associé.

Remerciements

Nous tenons à remercier tout particulièrement Hansruedi Wildermuth, Reinhard Jödicke, Karl Westermann, Romain Decoin et Jean-Pierre Boudot pour l'envoi de références bibliographiques et de données non publiées en lien avec le sujet et les relecteurs et relectrices qui, avec leurs remarques avisées, ont permis d'améliorer le manuscrit.

Bibliographie

Assandri, G., Bazzi, G., Festi, A. & Leandri, F. (2022). Distribution, ecology and conservation of *Aeshna caerulea* (Ström, 1793) and *Aeshna subarctica elisabethae* Djakonov, 1922 (Insecta: Odonata) at the southernmost limits of their range. *Aquatic Insects* : 1-15. https://doi.org/10.1080/01650424.2022.2098341

Baumann, K., Borkenstein, A. & Jödicke, R. (2021). *Aeshna subarctica* – Hochmoor-Mosaikjungfer, *in* Baumann, K., Jödicke, R., Kastner, F., Borkenstein, A., Burkart, W., Quante, U. & Spengler, T. (éd.), *Atlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen*. NIBUK, Natur in Buch und Kunst, Ruppichteroth : 169-174 (Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Libellen in Niedersachsen und Bremen).

Baumann, K. & Müller, J. (2014). *Die Libellen des Nationalparks Harz*. Nationalparkverwaltung Harz, Wernigerode, 212 p. (Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz; 11).

Borchers, R. (1999). *Untersuchungen zur Autökologie von* Aeshna subarctica elisabethae *Djakonov, 1922*. Thèse de Doctorat, Université de Hambourg, Hambourg.

Boudot, J.-P. (2021). Synchronism, sex ratio at emergence, and voltinism of *Epitheca bimaculata* in Lorraine (North-East France) (Odonata: Corduliidae). *Libellula* Supplement 16 : 67-78.

Boudot, J.-P., Grand, D., Wildermuth, H. & Monnerat, C. (2024). *Les Libellules de France, Belgique, Luxembourg et Suisse.* Biotope édition, Mèze (Collection Parthénope), 3e éd., 472 p.

Corbet, P. S. & Corbet, S. A. (1958). Emergence of a Summer Species of Dragonfly. *Nature* 182 : 194-194. https://doi.org/10.1038/182194a0

Corbet, P. S. & Hoess, R. (1998). Sex Ratio of Odonata at Emergence. *International Journal of Odonatology* 1 (2) : 99-118. https://doi.org/10.1080/13887890.1998.9748099

Dingemanse, N. J. & Kalkman, V. J. (2008). Changing temperature regimes have advanced the phenology of Odonata in the Netherlands. *Ecological Entomology* 33 (3) : 394-402. https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.2007.00982.x

DREAL Bourgogne-Franche-Comté (2018). *Arrêté n°70-2018-10-25-002 portant modification au schéma d'organisation des fréquentations hivernales et estivales dans le périmètre de la réserve naturelle nationale des Ballons-Comtois (arrêté PREF/D2/R/2005 n°15 du 17 mai 2005).* DREAL Bourgogne Franche-Comté, Besançon, 4 p.

Festi, A. (2011). *Aeshna subarctica elisabethae*, new to the fauna of Italy (Odonata: Aeshnidae). *Libellula* 30 (1/2) : 65-76.

Flenker, U. (2011). Odonata of the Romanian Carpathians with notes on *Somatochlora alpestris* and on the first Romanian record of *Aeshna subarctica* (Odonata: Corduliidae, Aeshnidae). *Libellula* 30 (3/4) : 183-202.

Hassall, C., Thompson, D. J., French, G. C. & Harvey, I. F. (2007). Historical changes in the phenology of British Odonata are related to climate. *Global Change Biology* 13 (5) : 933-941. https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2007.01318.x

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, 415 p.

Houard, X. (coord.) (2020). *Plan national d'actions en faveur des « libellules » : Agir pour la préservation des odonates menacés et de leurs habitats 2020-2030*. Opie / DREAL Hauts-de-France / Ministère de la transition écologique, Guyancourt, 66 p.

Kalkman, V. J., Iversen, L. & Nielsen, E. (2015). *Aeshna subarctica* Walker, 1908, *in* Boudot, J.-P. & Kalkman, V. J. (éd.), *Atlas of the European dragonflies and damselflies*. KNNV Publishing, Zeist, the Netherlands : 165-166.

Karle-Fendt, A. & Stadelmann, H. (2013). Entwicklung der Libellenfauna eines regenerierenden Hochmoores nach Renaturierungsmaßnahmen (Odonata). *Libellula* 32 (1/2) : 1-30.

Kern, D. (1999). Langzeituntersuchungen zur Populationsentwicklung und zum Lebenszyklus von *Gomphus vulgatissimus* (Linnaeus) an einem nordwestdeutschen Fließgewässer (Anisoptera: Gomphidae). *Libellula* 18 (3/4) : 107-132.

Kormondy, E. J. & Gower, J. L. (1965). Life History Variations in An Association of Odonata. *Ecology* 46 (6) : 882-886. https://doi.org/10.2307/1934027

Lallement, L. & Coulette, S. (2015). *Réserve Naturelle des Ballons comtois : Plan de Gestion 2015 / 2024 - Document principal.* ONF / PNR Ballons des Vosges, Belfort / Munster, 184 p.

Lohmann, H. (1981). *Aeshna subarctica elisabethae* Djak. Neu für Frankreich (Anisoptera: Aeshnidae). *Notulae odonatologicae* 1 (7) : 123-123.

Monnerat, C. (2020). La première donnée suisse d'*Aeshna subarctica* Walker, 1908 est jurassienne ! (Odonata: Aeshnidae). *Entomo Helvetica* 13 : 117-121.

Monnerat, C., Wildermuth, H. & Gonseth, Y. (2021). *Liste rouge des Libellules. Espèces menacées en Suisse*. Office fédéral de l'environnement / info fauna (CSCF), Ittigen / Neuchâtel, 72 p.

Mora, F. (coord.) (2013). *Listes rouges régionales d'insectes de Franche-Comté : Libellules (Odonates), Criquets, Sauterelles et Grillons (Orthoptères), Papillons de jour (Rhopalocères & Zygènes) et Mantes (Mantidés)*. CBNFC-ORI / Opie FC, Besançon, 14 p.

Moratin, R. & Ternois, V. (2023). *Liste rouge des Odonates du Grand Est*. ODONAT Grand Est, Strasbourg, 20 p.

Mulnet, D. (2002). Étude comparative de l'émergence de plusieurs espèces d'odonates de tourbière, *in* Boudot, J.-P. & Dommanget, J.-L. (coord.) (2002). *Actes des Premières et Secondes Rencontres odonatologiques de France*. SfO : 91-108.

Schmidt, E. (1964). Biologisch-ökologische Untersuchungen an Hochmoorlibellen (Odonata). *Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie* 169 (3/4) : 313-386.

Schmitz, M. (2014). Besonders frühe Emergenz von *Aeshna subarctica elisabethae* (Odonata: Aeshnidae). *Libellul*a 33 (1/2) : 63-66.

Sternberg, K. (1995). Regulierung und Stabilisierung von Metapopulationen bei Libellen, dargestellt am Beispiel von *Aeshna subarctica elisabethae* Djakonov, 1922 im Schwarzwald (Anisoptera, Aeshnidae). *Libellula* 14 (1/2) : 1-39.

Suhling, F., Sahlén, G., Gorb, S., Kalkman, V. J., Dijkstra, K.-D. B. & Van Tol, J. (2015). Order Odonata, *in* Thorp, J. H. & Rogers, D. C. (éd.), *Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates* (Fourth Edition). Academic Press, Boston : 893-932. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385026-3.00035-8

UICN France, MNHN, OPIE, & SfO (2016). *La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Libellules de France métropolitaine.* UICN France / MNHN / Opie / SfO, Paris, 12 p.

Vallat, A., Monnerat, C., Tschanz-Godio, S. & Juillerat, L. (2020). Rétablissement des communautés de libellules (Odonata) dans les tourbières du Jura neuchâtelois (Suisse). *Alpine Entomology* 4 : 99-116. https://doi.org/10.3897/alpento.4.36290

Vitasse, Y., Ursenbacher, S., Klein, G., Bohnenstengel, T., Chittaro, Y., Delestrade, A., Monnerat, C., Rebetez, M., Rixen, C., Strebel, N., Schmidt, B. R., Wipf, S., Wohlgemuth, T., Yoccoz, N. G. & Lenoir, J. (2021). Phenological and elevational shifts of plants, animals and fungi under climate change in the European Alps. *Biological Reviews* 96 (5) : 1816-1835. https://doi.org/10.1111/brv.12727

Westermann, K. (2022). Die Moorlibellen des Südschwarzwalds. Populationen und Lebensräume und ihr Schutz bei fortschreitendem Klimawandel. *Naturschutz am südlichen Oberrhein* 11 : 1-248.

Wildermuth, H. (2013). *Fiches de protection espèces – Libellules* – Aeshna subarctica elisabethae. Groupe de travail pour la conservation des Libellules de Suisse, CSCF info fauna, Neuchâtel et Office fédéral de l'environnement, Berne, 5 p.