

Situation actuelle de *Leucorrhinia albifrons* (Burmeister, 1839) en Suisse (Odonata: Libellulidae)

CHRISTIAN MONNERAT

info fauna, Bellevaux 51, 2000 Neuchâtel; christian.monnerat@infofauna.ch

Abstract: Status of *Leucorrhinia albifrons* (Burmeister, 1839) in Switzerland (Odonata: Libellulidae). – A synthesis of the data on *Leucorrhinia albifrons* collected since 2000 documents its reproduction as certain in six localities (two of which are no longer in existence) and probable in a seventh, while single males have been recorded in eight other localities. In the cantons of Aargau, Jura and Graubünden, the species was recorded for the first time, while in the cantons of Bern and Zurich it was seen again after half a century of absence. The data presented confirm the high dispersal capacity of *L. albifrons*, from several dozen to over 100 kilometers, which has allowed this species to colonise a revitalised high marsh, water bodies created after 1990 and even a natural site in the subalpine zone. However, the number of occupied sites is still very small and they are far apart, which reduces the probability of regular exchanges between sites and increases the risk of extinction. The increased availability of suitable bodies of water through revitalization measures and the creation of new habitats is essential to maintaining sustainable populations of this highly demanding species in Switzerland.

Résumé: Une synthèse des données de *Leucorrhinia albifrons* récoltées dès 2000 documente sa reproduction certaine dans 6 stations (dont 2 ne sont plus occupées en 2022) et probable dans une septième, alors que des mâles isolés ont été notés dans 8 autres stations. L'espèce a été observée pour la première fois dans les cantons d'Argovie, du Jura et des Grisons, alors qu'elle a été revue après un demi-siècle d'absence dans les cantons de Berne et Zurich. Les données présentées confirment les capacités élevées de dispersion de *L. albifrons*, de l'ordre de plusieurs dizaines voire supérieures à une centaine de km, qui ont permis la colonisation d'un haut-marais revitalisé, de plans d'eau créés après 1990 ou encore d'un site naturel de l'étage subalpin. Cependant, les sites occupés restent très peu nombreux et éloignés les uns des autres, une situation qui diminue la probabilité d'échanges réguliers entre les sites et augmente le risque d'extinction. L'amélioration de l'offre en plans d'eau favorables par la revitalisation et la création de nouveaux habitats est essentielle pour maintenir en Suisse des populations pérennes pour cette espèce aux exigences élevées.

Zusammenfassung: Aktuelle Situation der Östlichen Moosjungfer *Leucorrhinia albifrons* (Burmeister, 1839) in der Schweiz (Odonata: Libellulidae). – Die Gesamtschau der seit 2000 gesammelten Daten der Östlichen Moosjungfer weist ihre Fortpflanzung an 6 Fundorten nach (von denen 2 im Jahr 2022 nicht mehr besetzt waren) und macht sie an einem siebten wahrscheinlich. Währenddessen wurden an 8 weiteren Fundorten einzelne Männchen festgestellt. In den Kantonen Aargau, Jura und Graubünden wurde die Art zum ersten Mal gesehen, während sie in den Kantonen Bern und Zürich nach einem halben Jahrhundert Abwesenheit wieder beobachtet werden konnte. Die vorliegenden Daten bestätigen die beachtliche Fähigkeit von *L. albifrons*, bei ihrer Ausbreitung Distanzen von mehreren Dutzend bis über hundert Kilometern zu überbrücken. Dadurch wurde es möglich, ein revitalisiertes Hochmoor ebenso zu besiedeln wie einige nach 1990 entstandene Stillgewässer sowie einen natürlichen Lebensraum in der subalpinen Stufe. Allerdings sind all die besiedelten Standorte sehr klein und weit voneinander entfernt – eine Situation, welche die Wahrscheinlichkeit eines regelmäßigen Austausches zwischen den Standorten verringert und das Aussterberisiko erhöht. Um in der Schweiz dauerhafte Populationen dieser anspruchsvollen Art zu erhalten, ist es deshalb erforderlich, das Angebot an günstigen Gewässern zu verbessern, indem Lebensräume revitalisiert und neu geschaffen werden.

Keywords: Dark Whiteface, libellulid, red list, dispersion, revitalization, new records

INTRODUCTION

Leucorrhinia albifrons (Burmeister, 1839), l'une des libellules les plus rares et menacées de Suisse, est considérée comme étant au bord de l'extinction (CR) dans la dernière liste rouge (Monnerat et al. 2021). Sa distribution paléarctique s'étend de l'ouest et du nord de l'Europe aux Montagnes de l'Altaï (Sahlén & Kalkman 2016). La limite sud de son aire de distribution en Europe suit une ligne qui s'étend de la façade atlantique française au sud de l'Autriche, en passant par les départements de l'Isère et de la Savoie et par le canton du Valais (Raab et al. 2006, Boudot et al. 2017, info fauna 2023). L'espèce est absente au sud du relief alpin en Italie et en Slovénie (Sahlén & Kalkman 2016).

La Leucorrhine à front blanc est aussi l'une des libellules les plus exigeantes d'Europe, bien qu'elle puisse occuper suivant les régions une certaine variété d'habitats stagnants. Elle colonise principalement des plans d'eau naturels oligotrophes à mésotrophes, parfois eutrophes voire dystrophes, souvent peu profonds et sans poissons, qui présentent une eau claire dans un environnement généralement forestier. La végétation des berges est développée, tout comme les plantes aquatiques flottantes ou immergées. Ces dernières sont essentielles pour les larves. L'espèce se développe dans les marais tourbeux et leurs plans d'eau, ainsi que les étangs et petits lacs en lien avec des eaux souterraines (Sahlén & Kalkman 2016, Wildermuth & Martens 2019).

Historiquement, *L. albifrons* était connue en Suisse surtout des marais tourbeux du Plateau, dans les cantons de Zurich et Thurgovie (Ris 1885, 1897) et dans la plaine de l'Orbe dans le canton de Vaud (de Beaumont 1941). Dans la chaîne jurassienne, une unique mention de la Vallée de Joux provenait probablement de ce type de milieu (McLachlan 1899). L'espèce colonisait également un second type d'habitat, les plans d'eau oligo- à mésotrophes liés à des écoulements de nappe, comme des bras morts de l'Aar dans le Seeland apparus suite à la première correction des eaux du Jura (1868–1891) (Robert 1958, Brochard 2018) ou certains plans d'eau du Bois de Finges (Ris 1885) où elle est toujours présente. Après 1950, *L. albifrons* est encore mentionnée en faibles effectifs dans quelques stations, dont celle de Lauerz (SZ) (DeMarmels 1979), avant de disparaître de la plupart d'entre elles. Elle ne se maintiendra que dans deux stations jusqu'aux années 1990, au Bois de Finges et dans la Plaine de l'Orbe.

Dès 2000, *L. albifrons* a été observée dans de nouvelles stations situées dans plusieurs cantons. Notre contribution dresse la synthèse des données récentes.

SYNTHÈSE DES DONNÉES

Les données utilisées pour cette synthèse sont déposées dans la banque de données d'info fauna (Neuchâtel). Elles ont été réunies par divers observateurs dans le cadre d'activités bénévoles, de mandats cantonaux, des projets de liste rouge nationale (Gonseth & Monnerat 2002, Monnerat et al. 2021), etc. Elles sont complétées par des recherches ciblées menées par l'auteur entre 2019 et 2022. De rares données ont été publiées, parfois sous forme synthétique (Carron 2002, 2009, Vallat et al. 2020). Une

donnée du Chablais vaudois pour la période récente (dès 1970) publiée dans le premier atlas (Maibach & Meier 1987) a été considérée comme douteuse car insuffisamment documentée. Les données de *Leucorrhinia albifrons* pour les pays limitrophes ont été reprises de la plateforme Gbif.org (GBIF 2023) et de la littérature.

TECHNIQUES DE RECHERCHE CIBLÉE

Les recherches de terrain réalisées entre 2019 et 2022 ont ciblé en priorité les adultes. Afin de détecter cette espèce de petite taille au comportement discret, nous avons utilisé une paire de jumelles d'un grossissement de 10X (Leica Ultravid 10X32 HD) et procédé à des balayages répétés à l'interface des ceintures de végétation et de l'eau libre, à la recherche de mâles territoriaux posés ou en vol. Cette méthode permet de couvrir les berges distantes jusqu'à 25 voire 40 m et est adaptée aux plans d'eau de petite à moyenne surface (jusqu'à ~1 ha) qui présentent une bonne accessibilité. Lorsque les accès aux plans d'eau sont limités par des buissons, des ceintures de roseaux élevées, par la configuration des berges très sinueuses ou la présence d'anses, l'utilisation d'une barque ou d'un canot pneumatique est recommandée. Cette méthode de prospection est aussi utile pour estimer la taille des populations depuis le centre des plans d'eau de grande surface. Ces méthodes ont déjà été appliquées pour des recherches de *L. albifrons* par divers observateurs (Burbach 2003, R. Imstef, A. Maibach comm. pers.).

Bilan des observations et stations dès 2000

La reproduction de *Leucorrhinia albifrons* a été documentée par la récolte d'exuvies ou l'observation d'individus au cours de l'émergence dans cinq stations (Tab. 1a-b, Fig. 1, 3–4). Elle est considérée comme probable dans deux autres stations, sur la base de contacts répétés (Martigny VS) ou d'une présence historique (Orny VD). Ces sites et leur végétation sont décrits dans le tableau 1a, leur fréquentation temporelle par l'espèce dans le tableau 1b. Par ailleurs, des observations ponctuelles de mâles isolés ont été effectuées dans huit stations supplémentaires (Tab. 2, Fig. 2–4). A relever que les nombreux déplacements mis en évidence dans un rayon inférieur à 5 km autour des réservoirs de Cartigny (VS), du Bois de Finges (Salgesch/Leuk VS) et des Ponts-de-Martel (NE) n'ont pas été considérés ici.

Les observations réunies ici constituent les premières données et preuve de reproduction de *L. albifrons* pour le canton du Jura, et les premières observations de *L. albifrons* pour les cantons d'Argovie et des Grisons. Dans les cantons de Berne et de Zurich l'espèce n'avait plus été vue depuis un demi-siècle (Meier 1989, Brochard 2018). L'espèce est également nouvelle sur la Rive sud du Lac de Neuchâtel, une région bien inventoriée par l'Association de la Grande Cariçaie (AGC).

Le nombre de stations avec reproduction certaine ou probable montre une tendance légèrement positive au cours des dernières décennies. Après être passé de deux dans les années 1990 à cinq dans les années 2010 (Tab. 1b) ce nombre est retombé à quatre en 2022. En effet, l'espèce n'a pas été confirmée dans la localité historique d'Orny (VD), ni dans celles de Cartigny (GE) et de Martigny (VS).

Tab. 1a. Description et caractéristiques des stations de reproduction de *L. albifrons* en Suisse avec observations répétées et présence dès 2000.

No	Localité	Alt. [m]	Description de l'habitat	Sources
1	Salgesch/ Leuk (VS), Pfywald	537–553	Complexe d'une quinzaine de plans d'eau, dont deux tiers sont naturels et cinq ont été créés dès 2000, leur surface varie de 0.24 à 1.5 ha et leur alimentation est liée à des écoulements de nappe. Plusieurs plans d'eau sont empoisonnés. La végétation est constituée de ceintures de <i>Phragmites australis</i> , parfois de <i>Carex</i> spp. et la végétation aquatique immergée de <i>Myriophyllum verticillatum</i> et d' <i>Utricularia</i> sp.	Desfayes (1996), Keim (1996), R. Imstepf (comm. pers.)
2	Orny (VD), Les Sésines	437	Le plan d'eau principal, d'une surface d'environ 0.87 ha, est une ancienne fosse de tourbage alimentée par des remontées d'eau profonde. Un second plan d'eau a été créé en 1996. Les plans d'eau n'abritent pas de poissons. La végétation est constituée de ceintures et de peuplements plus lâches de <i>Phragmites australis</i> et d'herbiers flottants de <i>Nuphar luteum</i> . Des massifs de saules sont présents sur une grande partie des berges.	de Beaumont (1941), Dufour (1978, 1981), Maibach (2013), A. Maibach (comm. pers.)
3	Cartigny (GE), étang Hainard	350	Le plan d'eau, d'une surface de 2.1 ha et d'une profondeur maximale de 2 à 5 m, a été créé en 1991/1992 et est alimenté par la nappe d'accompagnement du Rhône et par un ruisseau. La présence de nombreux poissons a été notée. La ceinture de végétation est constituée de <i>Phragmites australis</i> , les herbiers immergés de <i>Potamogeton</i> spp., d' <i>Utricularia</i> sp., de <i>Myriophyllum spicatum</i> et de Characeae, la végétation flottante de <i>Nymphaea alba</i> .	Auderset Joye et al. (1994), Carron (2002, 2009), D. Leclerc (comm. pers.)
4	Lauenen (BE), Louwenesee	1379	Deux petits lacs alpins de 1.3 et 8.8 ha, d'une profondeur souvent inférieure à 2 m qui ont été empoisonnés. Inscrit aux inventaires fédéraux des bas-marais et des hauts-marais et des marais de transition d'importance nationale, la végétation est formée de <i>Phragmiton</i> , <i>Magnocaricion</i> , <i>Caricion davallianae</i> , <i>Caricion fuscae</i> . Les ceintures de végétation sont constituées de <i>Phragmites australis</i> , <i>Carex rostrata</i> et <i>C. nigra</i> , alors que <i>Menyanthes trifoliata</i> est bien présent par endroits, de même qu'une végétation immergée avec des Characeae.	BAFU (2017a, 2017b)
5	Les Ponts-de- Martel (NE)	999	Le petit plan d'eau peu profond aux berges en pente douce, d'une surface d'eau d'environ 0.13 ha, été créé en 2020 et n'abrite aucun poisson. Le plan d'eau fait partie d'un objet de l'inventaire fédéral des hauts-marais et des marais de transition d'importance nationale. Il est bordé de ceintures de <i>Carex rostrata</i> et d'une végétation immergée avec <i>Utricularia australis</i> , <i>Wurmstorfia exannulata</i> et <i>Sphagnum</i> sp.	Vallat et al. (2020)
6	Martigny (VS), Le Verney	456	Le plan d'eau créé à partir de 1982 par l'extraction du gravier a été réhabilité à l'hiver 2010/2011 par décapage de secteurs atterris. Sa surface d'eau d'environ 0.43 ha est en lien avec la nappe du Rhône. La végétation est constituée de ceintures de <i>Phragmites australis</i> et de <i>Schoenoplectus lacustris</i> et d'herbiers immergés de <i>Potamogeton</i> spp. et d' <i>Utricularia</i> sp.	Desfayes (1996), Keim (1996, 2021)
7	Comol (JU), Pré Raisin	513	Petit étang d'une surface de 0.15 ha et d'une profondeur maximum de 1.9 m créé au cours de l'hiver 1995/1996 (compensation A16), alimenté par un ruisseau et régulé par un trop-plein, il n'abrite pas de poisson. La végétation des berges en pente douce (au sud), peu développée et discontinue, est constituée de <i>Carex acutiformis</i> et de <i>Typha latifolia</i> , elles sont couvertes de mégaphorbiaies nitrophiles (au nord). Un rideau d' <i>Alnus glutinosa</i> presque continu borde le plan d'eau dont la végétation immergée est formée de <i>Myriophyllum spicatum</i> , de <i>Potamogeton</i> spp. et de Characeae.	BIOTEC (comm. pers.)

Tab. 1b. Fréquentation dans le temps (depuis 1950) des stations de *L. albifrons* en Suisse avec observations répétées dès les années 1980. Les nuances de gris illustrent respectivement les données avec reproduction certaine en noir (exuvie, ténéal), reproduction probable en gris sombre (comportement reproductif) et possible en gris clair (observation d'adulte).

No	Localité	Alt. [m]	1 ^{er} obs.	1970	1980	1990	2000	2010	2020
1	Pfynwald (VS)	537–553	1884						
2	Orny (VD)	437	1938						
3	Cartigny (GE)	350	2000						
4	Lauenen (BE)	1379	2014						
5	Les Ponts-de-Martel (NE)	1000	2017						
6	Martigny (VS)	456	2018						
7	Cornol (JU)	513	2021						
Stations de reproduction				2	1	2	3	5	5

Nouvelles populations

Les données qui concernent de nouveaux sites de reproduction (avérée ou probable) sont détaillés et commentées ci-après. On se reportera à Carron (2002, 2009) et Vallat et al. (2020) pour ceux qui ont fait l'objet de publications, ainsi qu'aux informations des tableaux 1a–c.

Lauenen (BE), Louwenesee (Fig. 1d–e)

L. albifrons a été découverte dans le site le 07.09.2014 par Rassim Khelifa qui mentionne alors un mâle et un accouplement. Cette observation est la plus tardive pour la Suisse et la seule pour un mois de septembre. L'espèce sera revue le 07.07.2016 (1 mâle, D. Hagist), puis chaque année entre 2018 et 2022 (divers observateurs). Nous avons apporté avec Christof Angst la preuve de son développement pour la première fois le 10.07.2019 par la découverte de plusieurs exuvies et d'un imago en cours d'émergence. Le même jour, la population a été estimée à plus de 200 individus (min. 50 sur le lac sud et min. 150 sur le lac nord) et de nombreux accouplements ont été observés. Par le passé, le site avait été visité à 18 reprises entre 1983 et 2008 (Hoess 1994), à des dates incluses dans la période de vol de *L. albifrons* sans que celle-ci ne soit détectée.

Martigny (VS), Le Verney (Fig. 1g)

L'observation d'un mâle adulte le 15.06.2018 sur le coteau des Follatères (Fully VS) dans un habitat thermophile (chênaie buissonnante avec clairière thermophile) par André Rey concerne un milieu utilisé pour la chasse. Cette observation nous a incité à rechercher l'espèce dans un habitat favorable à son développement à proximité. Ainsi, nous avons

Tab. 2. Liste des observations ponctuelles de *Leucorrhinia albifrons* réalisées en Suisse dès 2000 avec descriptif des habitats. Les stations situées dans un rayon de moins 5 km des populations réservoirs connus n'ont pas été mentionnées.

Localité	Alt. [m]	Date	Abond.	Description de l'habitat	Observateur/ source
Niederried bei Kallnach (BE), In den Schritten	440	30.07.2009	1 ♂	Complexe de petits plans d'eau de compensation créé en mars 2004 dans l'ancien Grosses Moos, avec ceinture aquatique de <i>Phragmites australis</i> et végétation aquatique immergée. Pas de poissons.	René Hoess
Zermatt (VS), Schwarzsee	2530	12.07.2015	1 ♂	Lac alpin sans végétation aquatique. Empoisonné.	Sébastien Tschanz
Zürich (ZH), Hansiried	440	18.06.2017	1 ♂	Ancienne fosse de tourbage (12 × 12 m) avec un important développement la végétation immergée de Characeae et quelques <i>Phragmites australis</i> . Pas de poissons.	Rolf Hangartner
Val-de-Ruz (NE), La Rincieure	719	01.07.2019	1 ♂	Plan d'eau peu profond (max. 1.9 m) d'une surf. de 700 m ² créé en 2016 et alimenté par la nappe du Seyon. Développement important de <i>Typha latifolia</i> et présence de Characeae. Pas de poissons.	Christian Monnerat
Aristau (AG), Oberschachen	383	03.07.2019	1 ♂	Dépression inondable aux berges en pente douce alimentée par la nappe phréatique créée en 2003 d'une surf. d'environ 0.4 ha. Végétation aquatique immergée formée de <i>Potamogeton natans</i> et d'herbiers de Characeae, ceintures de <i>Schoenoplectus lacustris</i> et présence de <i>Phragmites australis</i> . Pas de poissons. (Source: Geri Vonwyl)	Andi Ducry
Schiers (GR), Stelsersee	1668	05.07.2019	1 ♂	Plan d'eau naturel bordé de bas-marais acide, de haut-marais et de marais de transition (<i>Menyanthes trifoliata</i>). Végétation flottante avec <i>Nymphaea alba</i> , présence de <i>Schoenoplectus lacustris</i> . Empoisonné.	Christian Monnerat
Leuk (VS), Alte Rhone	617	03.06.2020	1 ♂	Plan d'eau ancienne pisciculture sur l'ancien cours du Rhône créé au début des années 1970, avec ceinture de <i>Phragmites australis</i> et végétation aquatique immergée (<i>Potamogeton</i> spp.). Empoisonné.	Ralph Imstepf
Cheseaux-Noréaz (VD), Châble-Perron	430	11.07.2021	1 ♂	Plan d'eau creusé à la fin 2012 (surf. de 0.4 ha), prof. d'environ 40 cm. Colonisé par une végétation flottante de <i>Nymphaea alba</i> (~ 30 % de la surface totale) et d'une végétation immergée avec <i>Utricularia vulgaris</i> . La végétation héliophyte de ceinture est dominée par <i>Phragmites australis</i> . Présence naturelle de poissons.	Antoine Gander

découvert l'année suivante sur le plan d'eau du Verney le 19.07.2019 au minimum 3 mâles (Christian Monnerat) à moins de 500 mètres du site d'observation de 2018. Les mâles se posaient sur des plantes isolées de *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla (Fig. 3d) et *Phragmites australis* (Cav.) Steud., en marge de ceintures plus denses. L'observation du Verney est restée à ce jour sans suite, malgré nos recherches en 2020 et 2021 et celles menées de manière soutenue en 2022 par Christian Keim (comm. pers.). Ce site a été étudié dans le détail notamment au cours des années 1990 (Keim 1996, 2021) et *L. albifrons* n'y avait jamais été observée avant 2019.

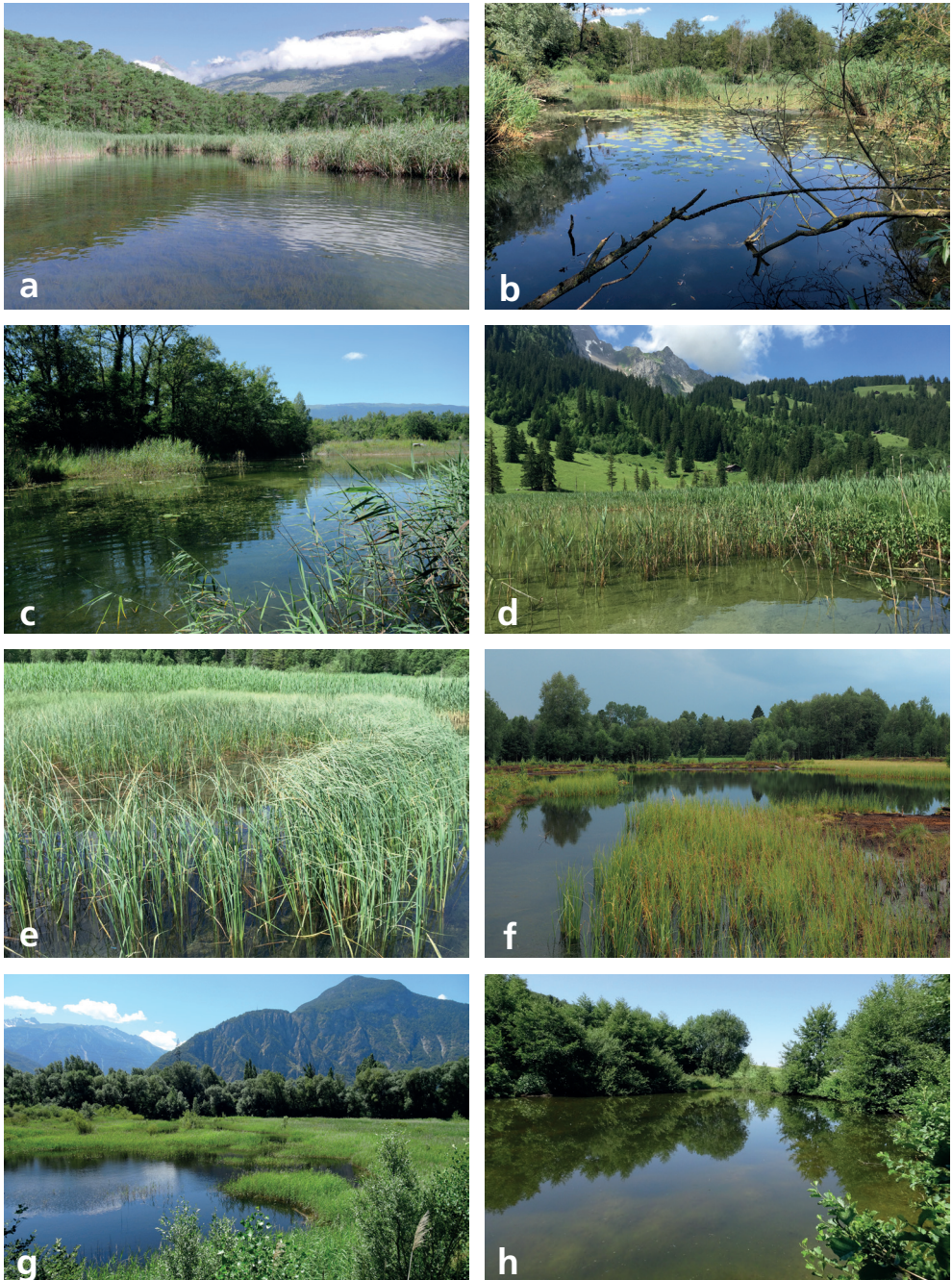


Fig. 1. Habitats avec reproduction avérée ou probable de *Leucorrhinia albifrons* en Suisse dès 2000. **a)** Leuk/Salggesch (VS), Pfynwald, 22 juin 2022. (Photo Ralph Imstepf). **b)** Orny (VD), Les Sésines, 20 juin 2022. (Photo Christian Monnerat). **c)** Cartigny (GE), étang Hainard, 12 juillet 2012. (Photo David Leclerc). **d)** Lauenen (BE), Louwenesee sud, 10 juillet 2019. (Photo Christian Monnerat). **e)** Lauenen (BE), Louwenesee nord, 10 juillet 2019. (Photo Christian Monnerat). **f)** Les Ponts-de-Martel (NE), 20 juillet 2018. (Photo Sébastien Tschanz). **g)** Martigny (VS), Le Verney, 19 juillet 2019. (Photo Christian Monnerat). **h)** Cornol (JU), Pré Raisin, 22 juillet 2022. (Photo Christian Monnerat)

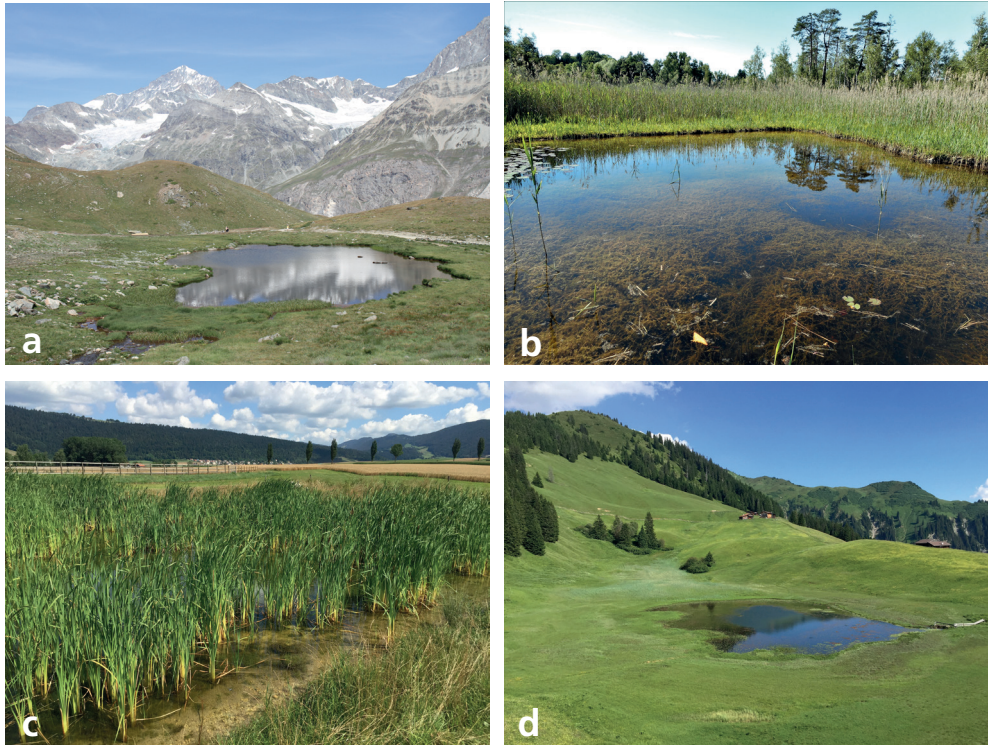


Fig. 2. Habitats occasionnels de *Leucorrhinia albifrons* en Suisse. **a)** Zermatt (VS), Schwarzsee, 12 juillet 2015. (Photo Sébastien Tschanz). **b)** Zürich (ZH), Hansiried, 18 juin 2017. (Photo Rolf Hangartner). **c)** Val-de-Ruz (NE), La Rincieure, 3 août 2019. (Photo Christian Monnerat). **d)** Schiers (GR), Stelsersee, 5 juillet 2019. (Photo Christian Monnerat)

Cornol (JU), Pré Raisin (Fig. 1h)

L. albifrons a été découverte le 17.06.2021, date à laquelle au minimum 3 mâles ont été notés (Christian Monnerat). Les mâles observés volaient au centre du plan d'eau où ils défendaient leur territoire, puis se posaient sur les feuilles d'*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. (Aulne glutineux) sur les berges (Fig. 3e). Un unique mâle a encore été observé le 07.07.2021. Dans le but de documenter la reproduction de l'espèce et de préciser sa période de vol, cinq visites ont été effectuées en 2022. Au cours de la première visite, le 18.05.2022, un imago fraîchement émergé s'est envolé à notre passage, puis s'est posé à 2 mètres sur une branche d'*A. glutinosa*. La découverte de 2 exuvies sur la berge dans le même secteur, sur des racines exondées d'*Alnus*, a permis de confirmer son développement sur le site. Lors de la deuxième visite, le 17 juin, l'espèce n'a pas été observée. Le 22 juillet, une femelle est repérée en train de pondre au centre de l'étang (dès 10h58). Peu après, une femelle (probablement la même) est venue se poser au-dessus de nous à 4 mètres de hauteur, sur une branche d'*A. glutinosa*. Elle y est restée de longues minutes (11h08–11h16) (Fig. 3f). La position de ses ailes montrait un comportement de thermorégulation, alors que la température était déjà proche de 25°C. *L. albifrons* n'a pas été observée lors des visites effectuées les 9 et 16.08. Le site a fait l'objet de visites régulières par l'auteur depuis la création des plans d'eau en 1996, sans que l'espèce ne soit détectée.

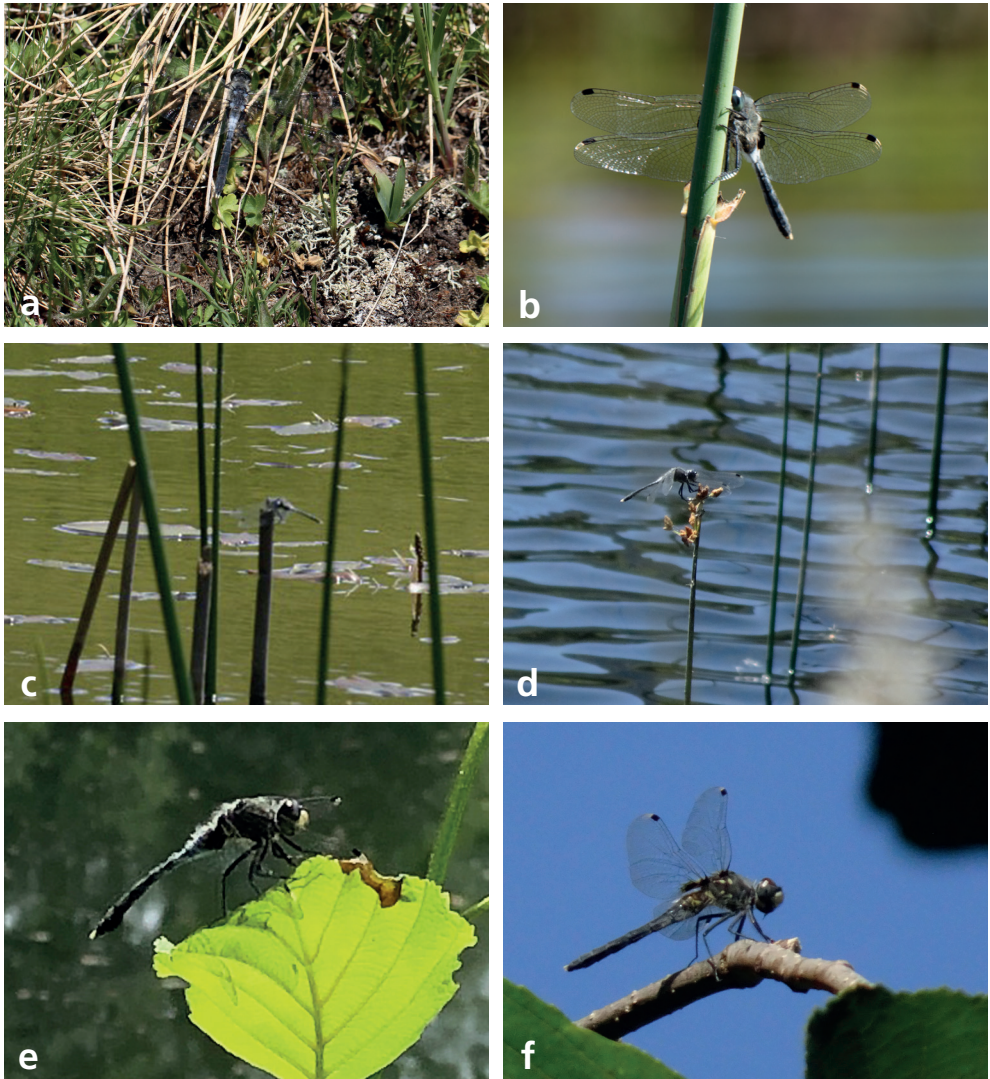


Fig. 3. Documentation photographique de *Leucorrhinia albifrons* dans les nouvelles stations. **a)** mâle adulte posé sur des tiges sèches de graminées, Zermatt (VS), Schwarzsee, 12 juillet 2015. (Photo Sébastien Tschanz). **b)** mâle adulte posé au bas d'une tige de roseau dans une fosse, Zürich (ZH), Hansiried, 18 juin 2017. (Photo Rolf Hangartner). **c)** mâle adulte posé sur *Schoenoplectus lacustris* à une vingtaine de mètres de la berge, Schiers (GR), Stelsersee, 5 juillet 2019 (Photo Christian Monnerat). **d)** mâle adulte posé sur *Schoenoplectus lacustris*, Martigny (VS), Le Verney, 19 juillet 2019. (Photo Christian Monnerat). **e)** mâle adulte posé à un mètre de haut sur *Alnus glutinosa*, Cornol (JU), Pré Raisin, 17 juin 2021. (Photo Christian Monnerat). **f)** femelle adulte posée sur branche d'*Alnus glutinosa* à 4 mètres de hauteur, Cornol (JU), Pré Raisin, 22 juillet 2022. (Photo Christian Monnerat)

Taille des populations

Les données sur les effectifs de quatre stations obtenues par le comptage des adultes et la récolte des exuvies sont présentées dans le tableau 1c. Les informations disponibles pour les trois autres stations sont fournies au chapitre précédent.

Tab. 1c. Synthèse des données disponibles sur les effectifs de quatre stations par le comptage des imagos et la récolte des exuvies.

Localité	Comptage des imagos	Récolte des exuvies
Pfynwald (VS)	max. de 45 adultes en 2017 dans un plan d'eau (R. Imstepf)	recherches opportunistes: 4 exuvies en 2008 dans un plan d'eau (R. Hoess)
Orny (VD)	entre 5 et 8 mâles en 1975 (Dufour 1978)	aucune donnée
Cartigny (GE)	min. 6 immatures en 2006 (Carron 2009)	recherches systématiques dans six secteurs correspondant à 293 mètres des 685 m du linéaire du plan d'eau: 121 exuvies en 2012 (D. Leclerc, comm. pers.).
Les Ponts-de-Martel (NE)	min. 12 mâles adultes en 2019 (C. Monnerat)	recherches systématiques sur 2/3 du périmètre: 13 exuvies en 2017 et 122 en 2018 (Vallat et al. 2020), 241 en 2019 (N. Kolanek, comm. pers.) et 261 en 2020 (S. Tschanz, comm. pers.).

Réservoirs de colonisation et dispersion

La colonisation de plusieurs nouvelles stations s'est faite de toute évidence depuis les noyaux de population existant en France voisine (Fig. 5), dans les régions Auvergne-Rhône-Alpes (départements de l'Ain, de l'Isère, de Haute-Savoie et de Savoie, Bal et al. 2000, Deliry 2008) et Bourgogne-Franche-Comté (départements du Doubs et du Jura, Genin et al. 2022). Ainsi, la station de Cartigny (GE) a été vraisemblablement colonisée depuis la Vallée du Giffre (Carron 2002), ou depuis d'autres stations proches du Jura ou du Haut-Bugey (Carron 2009, Krieg-Jacquier & Deliry 2009). Le site des Ponts-de-Martel (NE) a selon toute vraisemblance été colonisé depuis la Vallée du Drugeon qui présente une densité élevée de populations, à moins de 50 km à l'ouest (Vallat et al. 2020). Quant aux deux petits lacs de Lauenen (BE), leur colonisation est peut-être liée au réservoir du Bois de Finges en Valais central, tout comme pour le site du Verney. Celui-ci pourrait aussi avoir comme source l'une des stations de Haute-Savoie. Le site de Cornol (JU) quant à lui, a peut-être été colonisé depuis le récent réservoir des Ponts-de-Martel (NE) situé à environ 55 km, ou depuis d'autres stations plus éloignées encore du versant français de la Chaîne du Jura. Les individus isolés observés dans les sites de Val-de-Ruz (NE), Aristau (AG) et même peut-être de Schiers (GR), tous rencontrés au cours de l'année 2019, auxquels on pourrait encore ajouter ceux de Hegau en Allemagne dans la région du Lac de Constance (Medinger & Fiebrich 2020), proviennent peut-être aussi de l'Arc jurassien. Il apparaît que l'année 2019 a connu une modeste «vague» de dispersion. Les hypothèses proposées privilégient les réservoirs les plus proches, mais les individus fondateurs pourraient aussi venir de plus loin. Seules des analyses génétiques permettraient de confirmer l'un ou l'autre des scénarii, comme ce fut le cas pour *Leucorrhinia caudalis* en Suisse orientale (Keller et al. 2011). Une étude sur la structuration génétique des populations françaises de *L. albifrons* a été lancée par le Conservatoire d'espaces naturels d'Aquitaine. Les premiers résultats montrent sur la base de la forte structuration entre populations de l'est (Franche-Comté et Bourgogne-Rhône-Alpes) et de l'ouest du pays (Nouvelle-Aquitaine et Pays de Loire) que celles-ci ne sont plus en contact, ce que suggèrent également les 500 km qui les séparent. L'étude montre également que des échanges entre populations de Franche-Comté et d'Auvergne-Rhône-Alpes ont fréquemment lieu (G. Bailleux, comm. pers.). Les nouvelles stations identifiées dès 2000 en Suisse se situent sur la



Fig. 4. Carte de distribution de *Leucorrhinia albifrons* en Suisse dès 2000. Les sites avec reproduction (ronds rouges), les sites d'observations de mâles isolés (triangles orange) et les années de présence sont mentionnées. (Fond de carte : swisstopo ; données : info fauna)

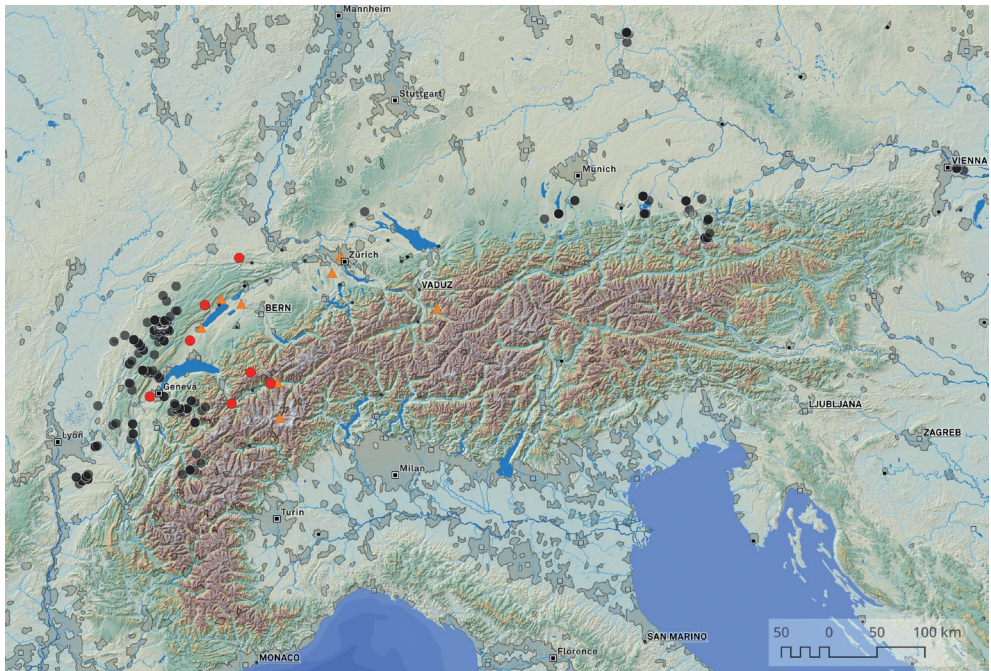


Fig. 5. Carte de distribution de *Leucorrhinia albifrons* en Suisse (sites de reproduction=ronds rouges, mâles isolés=triangles orange) et dans les régions limitrophes de France et d'Allemagne (ronds gris à noir) pour la période 2000 à 2022. (Fond de carte : Natural Earth www.naturalearthdata.com et Copernicus (EU-Hydro – River Network Database, Version 1.3 ; données : GBIF (2023), info fauna et référence citée)

marge orientale de cette métapopulation et elles n'ont probablement pas de lien avec les populations de Bavière qui ont subi un fort déclin (Burbach 2003).

Les travaux de Beutler (1987) qui mettaient en évidence des déplacements jusqu'à 17 km d'un site de reproduction sont souvent cités. Les données présentées ici montrent que des déplacements entre les sites d'observations ponctuelles et les réservoirs supposés supérieurs à 10 km, voire 50 km ou même 100 km ne sont pas si exceptionnels. L'observation réalisée au Schwarzsee au-dessus de Zermatt (VS) à 2530 m constitue à notre connaissance un record absolu d'altitude pour l'espèce. Celle réalisée dans le Prättigau au Stelsersee (GR) à 1668 m est tout aussi exceptionnelle. Ces observations au cœur de l'Arc alpin montrent, pour la première en tout cas, que l'espèce est en mesure de passer un ou plusieurs cols au-delà de 2500 m. Il faut relever que l'observation de Zermatt a été effectuée dans un contexte météorologique extrême, puisque le mois de juillet 2015 a été le plus chaud depuis le début des mesures (1864) en Suisse romande, en Valais, au Sud des Alpes et en Engadine, avec un excédent thermique compris entre 3 et 4 degrés au-dessus de la norme 1981–2010 selon les régions (MétéoSuisse 2016).

Caractéristiques des nouvelles stations et habitats potentiels

Dans le site des Ponts-de-Martel, les premières émergences ont été notées en 2017. La colonisation remonte ainsi au moins à 2015 si l'on considère un développement larvaire de 2 ans (Wildermuth & Martens 2019), soit 5 ans seulement après les travaux de revitalisation de ce haut-marais et la création de plans d'eau dans des secteurs de tourbe nue. Dans un autre type d'habitat, l'étang Hainard (Cartigny GE) créé en 1991 par l'extraction de gravier dans une zone proche du Rhône devient favorable à l'espèce moins de 10 ans plus tard. *L. albifrons* parvient ainsi à coloniser des plans d'eau quelques années à peine après leur création. Leur végétation est caractéristique des stades pionniers à jeunes, avec des herbiers immergés bien développés (Carron 2002, Vallat et al. 2020). La colonisation d'habitats revitalisés ou secondaires par *L. albifrons* est connue d'Allemagne. Ces derniers sont même parfois majoritaires, comme en Basse-Saxe (Baumann et al. 2021). Il s'agit par exemple de marais de plaine remis en eau, comme en Saxe (Mauersberger & Burbach 2015) ou de plans d'eau issus de l'exploitation du gravier, comme en Bavière dans les années 1980 (Arnold-Reich 1990, Burbach 2003). En Suisse aussi, des mâles isolés ont été observés dans des sites au profil similaire. Il s'agit d'un plan d'eau secondaire récemment créés (Niederried bei Kallnach), ou encore d'un plan d'eau de marais ayant subi un rajeunissement de sa végétation par curage (Zurich). À Hegau dans le Bade-Wurtemberg, où 1 à 2 mâles ont été notés, le site est un marais revitalisé (Medinger & Fiebrich 2020). Ces éléments confirment que les habitats qui présentent une végétation plutôt pionnière sont attractifs pour les mâles. La présence d'herbiers immergés flottants constitue en outre probablement un facteur important pour les femelles. Leur développement dans des milieux jeunes peut être rapide, comme ce fut le cas à Cartigny (Auderset Joye et al. 1994).

Plusieurs cas de dispersion de *L. albifrons* depuis les trois stations réservoir de Cartigny, des Ponts-de-Martel et du Bois de Finges ont été mis en évidence sur divers plans d'eau situés à proximité et présentant des caractéristiques similaires, parfois jusqu'à une distance de 4.5 km. Néanmoins, *L. albifrons* ne s'est pas implantée pour l'heure dans l'un ou l'autre de ces plans d'eau. La présence de poissons est dans

certains cas une possible explication. Leur impact négatif comme prédateurs des larves ou sur la turbidité de l'eau en est probablement la cause (Henrikson 1988, Binot-Hafke et al. 2000). Cependant, pour les sites dépourvus de poissons, l'absence de milieu forestier à proximité pourrait être une explication.

La localité de développement la plus élevée connue en Europe se situait jusqu'à présent dans la chaîne du Jura français dans le département du Jura à Lamoura, à 1150 m (Boudot et al. 1990). D'autres sites de reproduction situés au-dessus de 900 m sont documentés dans les Préalpes savoyardes, à St-Paul-en-Chablais à 952 m (Deliry 2008) ou encore dans le sud de la Bavière au Wagenbrüchsee à 927 m (Burbach 2003). Quant à la localité autrichienne de Flattnitz, située à environ 1390 m dans le nord-ouest de la Carinthie (St. Quentin 1959), elle correspond probablement à une erreur selon Raab et al. (2006). Dans le Jura suisse, sa reproduction est certaine à 999 m aux Ponts-de-Martel (NE) (Vallat et al. 2020). Historiquement, elle était également probable à la Vallée de Joux, au Lac Ter (VD) à 1017 m (McLachlan 1899). Le site de Lauenen dans l'Oberland bernois situé à l'altitude de 1379 m constitue à ce jour le site de reproduction le plus élevé connu en Europe. Cela constitue une élévation de 200 m par rapport à la limite précédente que l'on peut attribuer aux effets du réchauffement climatique (Vitasse et al. 2021). Plusieurs contacts documentent également la dispersion de *L. albifrons* à des altitudes encore inconnues il y a peu. Si le Schwarzsee au-dessus de Zermatt ne correspond pas aux exigences de l'espèce, celui du Stelsersee à 1668 m présente en revanche plusieurs caractéristiques favorables à l'espèce, comme l'oligotrophie ou encore la structure de sa végétation. Point négatif majeur, comme de trop nombreux plans d'eau des étages alpin et subalpin, des poissons y ont été introduits. Ainsi, à l'image du Stelsersee, d'autres plans d'eau situés dans les Alpes entre 1000 et 2000 m d'altitude apparaissent comme potentiels pour *L. albifrons*.

Tendances en Europe et dans les pays proches de la Suisse

En Europe, les données réunies depuis deux décennies illustrent les déplacements de *L. albifrons* et les modifications de son aire de répartition à l'échelle régionale. Elle a ainsi été observée pour la première fois en Belgique en 2016 (De Knijf & Berx 2019), de même que dans la Vallée de la Loire en 2017 (Sansault et al. 2019). En Hollande, elle a été revue en 2005, après plusieurs décennies d'absence (De Boer & Wasscher 2006). Elle s'y est maintenue avec un fort taux de renouvellement des stations (Manger 2019). Plus proche de la Suisse, dans le Bade-Wurtemberg, plusieurs observations ont été effectuées à Hegau dans la région du Lac de Constance en 2019 et 2020 (Medinger & Fiebrich 2020), alors que l'espèce n'avait plus été notée dans la région depuis 1994. En Allemagne, l'évolution des populations est contrastée selon les régions. En Bavière, on observe un recul important, au point qu'il reste plus que 4 stations de reproduction (Burbach 2003, Mauersberger & Burbach 2015). Dans le nord-est du pays, la tendance est au contraire légèrement positive, notamment dans la Saxe et la Basse-Saxe (Mauersberger & Burbach 2015, Baumann et al. 2021). En France, l'espèce est considérée comme en danger critique d'extinction en Franche-Comté, région qui abrite des populations réservoir essentielles. Un bilan stationnel réalisé en 2016 fait état de 7 sites avec reproduction certaine, 9 sites avec observations d'adultes remontant à moins de 10 ans et 5 sites avec des observations anciennes (Genin et al. 2022). En Auvergne-Rhône-Alpes, les effectifs sont considérés comme

stables et l'espèce profite de plusieurs revitalisations d'importance. L'assèchement marqué de certains plans d'eau constaté en été 2022 est inquiétant. La récurrence de tels phénomènes constitue une menace majeure pour l'espèce (M. Lamouille-Hébert, comm. pers.).

Perspectives

Les données réunies récemment en Suisse confirment les capacités de dispersion élevées de *Leucorrhinia albifrons*, dans un rayon de plusieurs dizaines voire centaines de kilomètres. Les possibilités de coloniser des milieux récemment revitalisés ou de nouveaux plans d'eau sont donc potentielles sur une grande partie du territoire national. Les observations récentes assez bien distribuées et les faibles abondances relevées suggèrent que l'espèce peut facilement passer inaperçue et que plusieurs stations de reproduction pourraient rester à découvrir. Des méthodes de recherche ciblée devraient être considérées lors de la mise à jour d'inventaires ou de la visite de sites potentiels.

Les stations avec preuve de développement récente sont distantes de plusieurs dizaines de kilomètres les unes des autres, à l'instar des grands réservoirs situés en France voisine (Fig. 4–5). La situation reflète probablement l'offre limitée en habitats pour cette espèce très spécialisée. L'évolution au cours du temps de plusieurs populations suisses est peu documentée. La disparition de l'espèce dans son fief genevois de Cartigny, avec l'effondrement de ses effectifs entre 2012 et 2015 dont les causes restent incomprises, illustre la grande fragilité de certaines populations suisses (D. Leclerc, comm. pers.). Les fluctuations peuvent être marquées d'une année à l'autre comme constaté en Franche-Comté (Genin et al. 2022) ou encore dans le Brandebourg où les deux réservoirs les plus importants ont subi de fortes réductions voire un effondrement de leurs effectifs (Mauersberger & Burbach 2015). Si des assèchements prolongés peuvent jouer un rôle négatif pour la survie des larves, les variations d'effectifs sont peut-être à mettre en lien avec les variations annuelles du développement des herbiers immergés, essentiels pour les larves, comme cela a été montré pour *Leucorrhinia pectoralis* dans le nord-est de l'Allemagne (Mauersberger 2021). La bonne santé de populations réservoir apparaît essentielle pour permettre la dispersion et la (re)colonisation de nouveaux sites (Tájková et al. 2021), comme cela a été possible en Suisse au cours des vingt dernières années.

Le maintien de *L. albifrons* en Suisse, sur la marge sud de son aire, est un défi compte tenu du morcellement marqué des hauts-marais et des zones alluviales (Lachat et al. 2011) qui constituaient probablement les habitats primaires de l'espèce (Sternberg in Sternberg & Buchwald 2000). La rareté des habitats de substitution qui peuvent être colonisés par cette espèce exigeante (Wildermuth & Martens 2019) et les effets d'événements extrêmes comme des assèchements marqués et prolongés sont deux éléments qui aggravent la situation de départ. La revitalisation active des hauts-marais et la création d'habitats secondaires doivent être conduites en parallèle pour tenter d'augmenter le nombre de populations. A relever que la mise en place d'un plan d'action pour l'espèce en Suisse devrait s'intégrer dans un cadre territorial plus large. Plusieurs nouvelles stations ont vraisemblablement été colonisées depuis des populations limitrophes françaises. Sur le territoire helvétique, seule la population valaisanne établie dans le complexe de plans d'eau du Bois de Finges a pu se maintenir au cours du temps malgré son isolement. Les menaces principales qui pèsent sur l'espèce, ainsi que les mesures de conservation souhaitées ont été identifiées de longue date (Maibach 2002, 2013). Leur mise en application à large échelle est maintenant urgente.

Remerciements

Nous remercions cordialement Christophe Dufour (Neuchâtel), Antoine Gander (AGC), Rolf Hangartner (Zürich), René Hoess (Bern), Ralph Imstepf (stipa), Nathan Kolanek (F-Salles-sur-l'Hers), David Leclerc (F-Reignier), Alain Maibach (Bureau A Maibach), André Rey (Zürich), Sébastien Tschanz (SFFN) et Geri Vonwyl (BVUALG) pour les informations et photos transmises concernant *Leucorrhinia albifrons*, ainsi que toutes les personnes qui ont transmis des observations de l'espèce. Nos remerciements s'adressent encore à Gilles Bailleux (Conservatoire d'espaces naturels Nouvelle-Aquitaine) pour le partage d'information sur les analyses génétiques menées sur l'espèce en France, à Marie Hébert-Lamouille (Co-animatrice du PNA Odonates en AURA) pour les informations transmises sur la situation en AURA et à Emmanuel Rey (info fauna) pour les deux cartes de distribution. La relecture de Laurent Juillerat a permis d'améliorer la structure et le contenu de notre manuscrit, un grand merci à lui pour son travail.

Littérature

- Arnold-Reich U. 1990. Ökologisch-faunistische Untersuchungen an Libellen in Auwaldgewässern bei Unterfahlheim (Landkreis Neu-Ulm). Schriftreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 99: 101–112.
- Auderset Joye D., Oertli B., Cambin D., Lachavanne J.-L. & Service des forêts, de la faune et de la protection de la nature 1994. Étude des étangs du canton de Genève: étang des Doves, étang Hainard, Marais du Château. Genève : Service des forêts, de la faune et de la protection de la Nature, 43 pp. <http://archive-ouverte.unige.ch/unige:26045> [accès le 09.12.2022]
- BAFU 2017a. Bundesinventar der Flachmoore von nationaler Bedeutung. BE, Objekt 1778. <https://data.geo.admin.ch/ch.bafu.bundesinventare-flachmoore/objectsheets/2021revision/nr1778.pdf>
- BAFU 2017b. Bundesinventar der Hoch- und Übergangsmoore von nationaler Bedeutung. BE, Objekt 561. <https://data.geo.admin.ch/ch.bafu.bundesinventare-hochmoore/objectsheets/2017revision/nr561.pdf>
- Bal B., APEGE & GRPLS 2000. Odonates de Haute-Savoie. Synthèse cartographique. APEGE éd. Cran-Gevrier, 12 pp.
- Baumann K., Kappes E. & Kappes W. 2021. 4.54 *Leucorrhinia albifrons* – Östliche Moosjungfer. In: Baumann K., Jödicke R., Kastner F., Borkenstein A., Burkart W., Quante U. & Spengler T. (Eds). Atlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen, pp. 261–266. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Libellen in Niedersachsen und Bremen, Sonderband.
- Beutler H. 1987. Das neue Naturschutzgebiet «Milaseen» – ein wichtiger Beitrag zur Erhaltung nährstoffarmer Heideseen. Beeskower naturwissenschaftliche Abhandlungen 1: 85–86.
- Binot-Hafke M., Buchwald R., Clausnitzer H.-J., Donath H., Hunger H., Kuhn J., Ott J., Piper W., Schiel, Winterholler M. 2000. Ermittlung der Gefährdungsursachen von Tierarten der Roten Liste am Beispiel der gefährdeten Libellen Deutschlands – Projektkonzeption und Ergebnisse. Natur und Landschaft 75: 393–401.
- Boudot J.-P., Goutet P. & Jacquemin G. 1990. Note sur quelques Odonates peu communs observés en France. Martinia 6: 3–10.
- Boudot J.-P., Grand D., Wildermuth H. & Monnerat C. 2017. Les Libellules de France, Belgique, Luxembourg & Suisse. Biotope, Mèze, 2e édition, 456 pp.
- Brochard C. (Ed.) 2018. Les larves de Libellules de Paul-André Robert. L'œuvre d'une vie. KNNV Publishing, Zeist, 320 pp.
- Burbach K. 2003. Verbreitung und Habitate von *Leucorrhinia albifrons* in Bayern (Odonata: Libellulidae). Libellula Supplement 4: 107–134.
- Carron G. 2002. *Leucorrhinia albifrons* (Burmeister 1839), nouvelle espèce de libellule (Odonata) pour le canton de Genève. Bulletin romand d'Entomologie 20: 45–49.
- Carron G. 2009. *Coenagrion mercuriale* (Charpentier, 1840) et *Leucorrhinia albifrons* (Burmeister, 1839) (Odonata) dans la région genevoise. Entomo Helvetica 2: 71–81.
- de Beaumont J. 1941. Les Odonates de la Suisse romande. Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles 61: 441–450.
- De Boer E. P. & Wasscher M. T. 2006. Rediscovery of *Leucorrhinia albifrons* in the Netherlands. Brachytron 9: 14–20.
- De Knijf G. & Bex D. 2019. Oostelijke witsnuitlibel (*Leucorrhinia albifrons*) nieuw voor België (Odonata: Libellulidae). Brachytron 20: 78–81.
- Deliry C. (coord.) 2008. Atlas illustré des libellules de la région Rhône-Alpes. Dir. Du Groupe *Sympetrum* et Musée d'Histoire Naturelle de Grenoble, éd. Biotope, Mèze, 408 pp.
- DeMarmels J. 1979. Libellen (Odonata) aus der Zentral- und Ostschweiz. Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft 52: 395–408.

- Desfayes M. 1996. Flore aquatique et palustre du Valais et du Chablais vaudois. Les cahiers de sciences naturelles 1, Musée cantonale d'histoire naturelle, Sion, La Murithienne, Société valaisanne de Sciences naturelles, 167 pp.
- Dufour C. 1978. Étude faunistique des odonates de Suisse romande. Conservation de la faune et section de protection des sites du canton de Vaud, Lausanne, 226 pp.
- Dufour C. 1981. 45 Odonates européens à l'étang de Bavois (Suisse, Vaud). Bulletin romand d'entomologie 1: 3–10.
- GBIF 2023. GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.fun2gu>, [consulté le 27 janvier 2023].
- Genin C., Jacquot P. & Lambert J.-L. 2022. *Leucorrhinia albifrons* (Burmeister, 1839) la Leucorrhine à front blanc. In : Atlas des Odonates Bourgogne-Franche-Comté, pp. 355–358. Revue scientifique Bourgogne-Franche-Comté Nature – Hors-série 17.
- Gonseth Y. & Monnerat C. 2002. Liste Rouge des Libellules menacées en Suisse. Edit. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne et Centre suisse de cartographie de la faune, Neuchâtel. Série OFEFP: L'environnement pratique, 46 pp.
- Henrikson B.-I. 1988. The absence of anti-predator behaviour in the larvae of *Leucorrhinia dubia* (Odonata) and the consequences for their distribution. Oikos 51: 179–183.
- Hoess R. 1994. Libelleninventar des Kantons Bern. Sonderdruck aus dem Jahrbuch des Naturhistorisches Museums Bern, Band 12 1993–1995, 100 pp.
- Info fauna 2023. *Leucorrhinia albifrons* (Burmeister, 1839). Serveur cartographique. <https://lep.usn.ch/cart/index.php> [consulté le 10.02.2023]
- Keim C. 1996. Les Libellules du Valais. Les cahiers de sciences naturelles, 100 pp.
- Keim C. 2021. Le Verney. Une nature à visage humain. Patrimoines de Martigny 21: 1–64.
- Keller D., Brodbeck S., Flöss I., Vonwil G. & Holderegger R. 2011. Ausbreitung und Besiedlungsgeschichte der Zierlichen Moosjungfer *Leucorrhinia caudalis* in der Schweiz (Odonata: Libellulidae). Entomologia Helvetica 4: 139–152.
- Krieg-Jacquier R. & Deliry C. 2009. Observations récentes de *Leucorrhinia albifrons* (Burmeister, 1839) dans le département de l'Ain (Odonata, Anisoptera, Libellulidae). Martinia 25 (3): 119–127.
- Lachat T., Blaser F., Bösch R., Bonnard L., Gimmi U., Grünig A., Roulier C., Sirena G., Stöcklin J. & Volkart G. 2011. Perte de milieux naturels précieux. In: Lachat T., Pauli D., Gonseth Y., Klaus G., Scheidegger C., Vittoz P. & Walter T. (éd.). Évolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900: Avons-nous touché le fond ? pp. 22–63. Bristol-Stiftung, Zurich; Haupt, Bern, Stuttgart, Wien.
- Maibach A. 2002. Fiche de protection. *Leucorrhinia albifrons*. CSCF, Neuchâtel, 6 pp.
- Maibach A. 2013. Fiches de protection espèces – Libellules – *Leucorrhinia albifrons*. Groupe de travail pour la conservation des Libellules de Suisse, CSCF info fauna, Neuchâtel et Office fédéral de l'environnement, Berne, 5 pp.
- Maibach A. & Meier C. 1987. Atlas de distribution des Libellules de Suisse (Odonata) (avec Liste Rouge). Centre suisse de cartographie de la faune, Neuchâtel et Ligue suisse pour la protection de la nature. Documenta faunistica helvetiae 3, 231 pp.
- Manger R. 2019. Nieuwe populatie van de Oostelijke witsnuitlibel (*Leucorrhinia albifrons*) in 2019 in Nederland. Brachytron 20 (2): 71–77.
- Mauersberger R. 2021. Zum Vorkommen submerser Vegetation an Fortpflanzungshabitaten von *Leucorrhinia pectoralis* in NO-Deutschland (Odonata: Libellulidae). Libellula 40(1/2): 57–76.
- Mauersberger R. & Burbach K. 2015. *Leucorrhinia albifrons* (Burmeister, 1839) Östliche Moosjungfer. In: Brockhaus T. et al., Atlas der Libellen Deutschlands, pp. 254–257. Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen, Bremen. Libellula Supplement 14.
- McLachlan R. 1899. Trichoptera, Planipennia, and Pseudo-Neuroptera collected in the district of Lac de Joux (Swiss Jura) 1898. Entomologist's Monthly Magazine II 10: 60–65.
- Medinger V. & Fiebrich M. 2020. Wiederentdeckung der Östlichen Moosjungfer (*Leucorrhinia albifrons*) im westlichen Bodenseegebiet/Hegau 2019 und 2020. Mercuriale 20: 43–51.
- Meier C. 1989. Die Libellen der Kantone Zürich und Schaffhausen. Kommissionsverlag P. Meili & Co., Schaffhausen. Neujahrblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen 41, 124 pp.
- MétéoSuisse 2016. Bulletin climatologique année 2015. Genève, 10 pp. <https://www.meteosuisse.admin.ch/services-et-publications/publications/rapports-et-bulletins/2016/bulletin-climatologique-annee-2015.html>
- Monnerat C., Wildermuth H. & Gonseth Y. 2021. Liste rouge des Libellules. Espèces menacées en Suisse. Office fédéral de l'environnement (OFEV) du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC) et info fauna (CSCF) Centre Suisse de Cartographie de la Faune. L'environnement pratique no 2120, 72 pp. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/biodiversite/publications/publications-biodiversite/liste-rouge-libellules.html>

- Raab R., Chovanec A. & Pennerstorfer J. 2006. Libellen Österreichs. Umweltbundesamt, Wien; Springer, Wien, NewYork, 343 pp.
- Ris F. 1885. Neuroptera. Die Schweizerischen Libellen. In: Neuroptera Helvetiae, analytisch bearbeitet als Grundlage einer Neuropterenfauna der Schweiz. Schaffhausen: 1–50 + Tafel.
- Ris F. 1897. Neuropterologischer Sammelbericht 1894–96. Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft 9: 415–442.
- Robert P.-A. 1958. Les Libellules (Odonates). Delachaux & Niestlé, Lausanne & Paris, 364 pp.
- Sahlén G. & Kalkman V. J. 2016. *Leucorrhinia albifrons* (Burmeister, 1839). In: Boudot J.-P. & Kalkman V. J. Atlas of the European dragonflies and damselflies, pp. 258–259. KNNV Publishing, the Netherlands.
- Sansault E., Dhuicque V., Baeta R. & Motteau V. 2019. Découverte de *Leucorrhinia albifrons* en région Centre-Val de Loire et structure des populations du centre-ouest de la France (Odonata: Libellulidae). *Martinia* 34: 17–25.
- Sternberg K. 2000. *Leucorrhinia albifrons* (Burmeister, 1839). In: Sternberg K. & Buchwald R. Die Libellen Baden-Württembergs Band 2, pp. 385–391, Ulmer, Stuttgart.
- St. Quentin D. 1959. Catalogus Faunae Austriae. Teil XII c: Odonata: 1–11.
- Tájková P., Tájek P., Štěpík M., Váša M. & Harabiš F. 2021. Population size of the largest population of *Leucorrhinia albifrons* in the Czech Republic (Odonata: Libellulidae). *Libellula* 40 (3/4): 197–206.
- 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.
- 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/brev.12727>
- Wildermuth H. & Martens A. 2019. Die Libellen Europas. Quelle & Meyer, Wiebelsheim, 958 pp.