



Synthèse des connaissances sur les Éphéméroptères, Plécoptères et Trichoptères (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) de la Réserve naturelle nationale de la tourbière de Machais (France, Grand Est, Vosges)

Gilles JACQUEMIN

13 avenue de Saint-Sébastien, 54600 Villers-lès-Nancy
jacquemingilles@orange.fr

Résumé – Cette étude synthétise les résultats de plus de 30 ans de prospections sur les Éphéméroptères, Plécoptères et Trichoptères dans la Réserve naturelle de la tourbière de Machais. Les résultats principaux concernent les observations de deux campagnes de piégeage par tentes Malaise, en 2009 et 2020-2021, et d'une étude ciblée menée en 2019-2020 par diverses méthodes de chasse active et passive. Une liste de 96 espèces est obtenue et commentée du point de vue faunistique, écologique et patrimonial. Elle comprend huit Éphéméroptères, 29 Plécoptères et 59 Trichoptères. La Réserve naturelle héberge une faune d'invertébrés aquatiques d'un grand intérêt, surtout remarquable par la diversité des Plécoptères, secondairement des Trichoptères. Les espèces les plus spécialisées concernent la tourbière à sphagnes proprement dite, ainsi que les milieux de sources (crénon), y compris les sources marécageuses diffuses, et les très petits ruisseaux (épirhithron). Les Éphéméroptères sont peu diversifiés, mais la RN abrite *Ameletus inopinatus* Eaton 1887, une espèce menacée d'extinction, et *Leptophlebia vespertina* (Linnaeus, 1758) quasi menacée. Trois espèces de Plécoptères sont également quasi menacées d'extinction selon les mêmes critères de l'IUCN : *Diura bicaudata* (Linnaeus, 1758), *Leuctra autumnalis* Aubert, 1948 et *Leuctra digitata* Kempny, 1899. Ce site naturel protégé abrite également 41 espèces patrimoniales remarquables, du fait de leur rareté régionale et/ou de leurs exigences écologiques strictes.

Mots-clés – Biodiversité, espace protégé, inventaire généralisé, invertébrés aquatiques, tourbière acide.

Abstract – *Summary of knowledge on Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera in the “tourbière de Machais” National Nature Reserve (North-eastern France, Vosges)*

This study summarises the results of more than 30 years of surveys on Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera in the “tourbière de Machais” National Nature Reserve. The main results concern observations from two trapping campaigns using Malaise traps, in 2009 and 2020-2021, and a targeted study conducted in 2019-2020 using various active and passive hunting methods. A list of 96 species has been compiled and commented on from a faunistic, ecological and heritage perspective. It includes eight Ephemeroptera, 29 Plecoptera and 59 Trichoptera. The Nature Reserve is home to a very interesting aquatic invertebrate fauna, particularly notable for its diversity of stoneflies, followed by caddisflies. The most specialised species are found in the sphagnum bog itself, as well as in spring environments (crenon), including diffuse marshy springs and very small streams (epirhithron). Mayflies are not very diverse, but the nature reserve is home to *Ameletus inopinatus* Eaton 1887, a species threatened with extinction, and *Leptophlebia vespertina* (Linnaeus, 1758), which is near threatened. Three species of stoneflies are also near threatened according to the same IUCN criteria : *Diura bicaudata* (Linnaeus, 1758), *Leuctra autumnalis* Aubert, 1948 and *Leuctra digitata* Kempny, 1899. This protected natural site is also home to 41 remarkable heritage species, due to their regional rarity and/or strict ecological requirements.

Keywords – Biodiversity, protected area, general inventory, aquatic invertebrates, peatbog.

INTRODUCTION

Les trois ordres d'insectes des Éphéméroptères, des Plécoptères, et des Trichoptères (EPT dans la suite du texte), bien que non étroitement apparentés, sont souvent traités ensemble, car considérés comme d'excellents indicateurs de l'état fonctionnel d'un écosystème aquatique, notamment en milieu courant (par exemple Tachet *et al.* 2000). Les indices biologiques de type IBGN, et dérivés, reposent largement sur ces groupes. La littérature permet généralement de les déterminer à l'espèce sans problème majeur, et les exigences écologiques des différentes espèces sont progressivement mieux documentées, ce qui permet une analyse assez fine de, ce qu'il est convenu d'appeler, "l'état de conservation" d'un milieu à travers la valeur indicatrice de ces insectes. De plus, des Listes rouges des

Éphémères et des Plécoptères de France métropolitaine sont maintenant disponibles (IUCN France *et al.* 2018, IUCN Comité Français *et al.* 2025).

Au sein du massif vosgien, dans le Parc naturel régional des Ballons des Vosges, la Réserve naturelle nationale de la tourbière de Machais (RN dans la suite du texte) s'étend sur 145 hectares, entre 950 et 1 160 m d'altitude, sur la commune de La Bresse. Crée en 1996, elle est reconnue nationalement pour la typicité de son complexe tourbeux central, qui abrite en effet la dernière grande tourbière flottante intacte du massif. La réserve comprend une mosaïque originale d'habitats qui s'organisent autour d'un lac résiduel en fonction de la topographie, de la

circulation de l'eau et du substratum dont tourbières et marais, sources et petits ruisseaux, éboulis, au sein d'une hêtraie-sapinière-pessière caractéristique de la montagne vosgienne. Le site est soumis à une variante montagnarde du climat lorrain (climat océanique à tendance continentale). Celle-ci se caractérise par sa fraîcheur et surtout par l'abondance des précipitations (1 700 mm par an) (Badré 2021). Du fait de la forte nébulosité, les amplitudes thermiques sont plus réduites qu'en plaine et le caractère océanique est accentué.

Dans ce site prestigieux, les connaissances entomologiques sont plutôt récentes et encore incomplètes (Claude *et al.* 2025a). Concernant les macro-invertébrés aquatiques, les premières mentions datent des années 1990. Après une première donnée opportuniste (Thiévent *et al.* 1991), trois campagnes annuelles d'investigation (1993 à 1995) ont été menées par le Conservatoire des Sites Lorrains [collecte active de larves par "kick sampling" et filet Surber, détermination des collectes de deux campagnes annuelles seulement (1993-1995), de chacune deux sessions (mars et août)]. Sous la direction de Neville MORGAN, ces investigations sont menées dans les trois principaux ruisseaux affluents du lac relictuel de Machais, nommés ruisseaux du Valsche, du Pierrier et de la Faigne. Ce dernier se limite aux parcelles forestières 170 et 171 (Morgan 1996). Cette étude a fourni une première liste faunistique, mais la détermination est rarement poussée jusqu'à l'espèce, et comporte quelques erreurs très probables ou incertitudes d'identification (cf. *infra*).

En 2009, la pose de deux pièges à interception de type Malaise dans la hêtraie-sapinière de fin avril à fin septembre (Vallet 2012) a permis de dresser une liste plus fournie de 32 espèces d'EPT. Ces données traitées par l'auteur et restituées au Parc naturel régional des Ballons des Vosges n'avaient pas été publiées.

Des expertises réalisées par un bureau d'études (Tinca Environnement) en 2014 et 2017 sur le lac et ses habitats humides adjacents (prospections de type IBGN, détermination à la famille ou au genre) apportent quelques compléments faunistiques (Colin & Dumont 2017). Toujours dans le cadre du plan de gestion, une étude plus poussée des macro-invertébrés aquatiques est réalisée en 2019 et 2020 sur l'ensemble de la RN (Jacquemin 2020). Des techniques multiples de chasse active et passive sont utilisées avec prélèvements benthiques pour les larves (passoire à riz), capture des adultes par fauchage, battage, au filet entomologique ou grâce à des pièges lumineux à lumière actinique (PL dans la suite du texte). L'étude s'est étalée sur deux saisons et dix sessions (de début août 2019 à fin novembre 2020) et a permis de contacter 72 espèces d'EPT.

Enfin, à l'occasion d'un diagnostic écologique avec la méthode *Syrph the Net* (Claude *et al.* 2025b), les récoltes de sept pièges Malaise placés en 2020 et 2021 dans les principaux habitats de la RN (Claude *et al.* 2025a) ont été identifiées par notre collègue suisse Jean-Paul REDING. Cette campagne a fourni une liste de 44 espèces d'EPT. Il existe enfin quelques données ponctuelles et inédites de l'auteur.

L'objectif de cet article est de proposer une synthèse des résultats d'inventaires faunistiques réalisés depuis 30 ans et portant sur les EPT au sein de la RN. Ces données, jusqu'ici

inédites, offrent l'opportunité d'analyser la composition de la communauté d'EPT, en adoptant une approche faunistique, écologique et patrimoniale.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Sauf quelques rares identifications sur le terrain, les insectes déterminés à l'espèce ont été conservés en alcool à 80° ou dans le formol jusqu'à leur examen au laboratoire sous loupe binoculaire. Seules les collectes de la campagne de 2020-2021 ont ensuite été conservées par Jean-Paul REDING. Les déterminations, effectuées par l'auteur, ont été réalisées à l'aide des ouvrages de base suivants : Bauernfeind & Humpesch (2001) pour les Éphémères, Aubert (1959) et Lubini *et al.* (2012) pour les Plécoptères, Malicky (2004) pour les Trichoptères. Bien entendu, de nombreuses autres publications spécifiques non citées ici sont nécessaires pour résoudre les cas délicats, selon la synthèse et les recommandations de Ruffoni & Launay (2024).

Le référentiel taxonomique utilisé suit celui de l'Office pour les insectes et leur environnement-benthos (<http://www.opie-benthos.fr/opie/insecte.php>). Cet organisme réalise un inventaire national des trois ordres d'insectes, en lien avec le Muséum national d'Histoire naturelle. Outre un référentiel taxonomique et des cartes départementales de distribution des espèces, on trouvera également sur son site Internet une bibliographie fournie sur les EPT. Les listes d'espèces obtenues sont ici analysées selon différentes approches : ■ Degré de menace : des listes rouges nationales existent pour les Éphémères et les Plécoptères (UICN France *et al.* 2018, UICN Comité Français *et al.* 2025). Pour les Trichoptères, en l'absence de liste rouge nationale, il sera fait appel à la liste rouge d'Allemagne (Robert 2016). Occasionnellement celle de Suisse sera également évoquée (Lubini *et al.* 2012). ■ Enjeux régionaux : espèces déterminantes (ED dans la suite du texte) pour les Zones Naturelles d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF dans la suite du texte) de Lorraine ; rappelons que ces espèces sont classées en trois niveaux, ED1 = espèces rares prioritaires ; ED2 = autres espèces rares, ED3 = espèces peu communes et/ou spécialisées (sténocées) indicatrices de qualité. ■ Données de biologie et d'écologie disponibles dans la littérature, notamment les travaux de synthèse de Moog (1995), Buffagni *et al.* (2009) et Graf *et al.* (2008, 2009). ■ Informations disponibles à partir de la base de données de l'auteur (plus de 22 000 données concernant la Lorraine), et comparaison avec un autre site vosgien comparable étudié récemment, la Zone Spéciale de Conservation "Ruisseau et tourbière de Belbriette" (Jacquemin 2019b).

RÉSULTATS ET COMMENTAIRES

A. Le peuplement et sa valeur patrimoniale

L'Annexe 1 liste l'intégralité des espèces mises en évidence depuis le début des années 1990. Outre quelques contributions ponctuelles, cette liste repose pour l'essentiel sur la détermination de : (i) collectes Surber en 1993-1995 avec près de

1 000 larves et 11 espèces pour la RN ; (ii) pièges Malaise en 2009 avec environ 710 imagos et 33 espèces dont 26 nouvelles ; (iii) étude en 2019-2020 avec plus de 2 000 individus (larves et imagos) et 73 espèces dont 41 nouvelles ; (iv) pièges Malaise en 2020-2021 avec 1 660 imagos et 61 espèces dont 14 nouvelles.

A1. Les Éphéméroptères

Huit espèces d'Éphéméroptères ont été observées, résultat représentant seulement 11% de la faune lorraine connue, soit 71 espèces (Jacquemin 2025). Cette liste est réduite, et clairement en deçà des attentes, à comparer par exemple avec les 14 espèces observées sur le site de Belbriette. L'une de ces espèces, *Ameletus inopinatus* Eaton 1887 (Figure 1A), est menacée en France (statut EN sur la liste rouge), et une autre, *Leptophlebia vespertina* (Linnaeus, 1758) (Figure 1B), est quasi menacée (NT). Ces huit espèces d'Éphémères se répartissent dans les deux ensembles suivant.

Les espèces d'eau stagnante ou modérément courante

Leptophlebia vespertina est à la fois classée NT et ED3, c'est une espèce caractéristique des milieux tourbeux acides (tyrrophile), abondante à Machais. On trouve les larves dans les collections d'eau de la tourbière, surtout les chenaux avec un léger courant, ainsi que dans l'exutoire où elles peuvent être nombreuses, notamment dans les herbiers de la partie inférieure de celui-ci, avant qu'il ne devienne un ruisseau plus pentu au niveau de la route des Américains. La présence de l'espèce dans le lac lui-même, ses diverticules ou dans les grandes mares à Ményanthes et à Scheuchzérie n'a pas pu être démontrée, mais elle est vraisemblable, en faible abondance au moins. Notons que *L. vespertina* n'a pas pu être détectée à Belbriette, où les caractéristiques de la tourbière sont différentes (tourbière évoluée sans eau libre).

Siphlonurus lacustris Eaton, 1870 est une espèce assez commune dans le massif vosgien, mais beaucoup plus rare en plaine. Elle se trouve généralement dans les zones calmes des cours d'eau ou dans les annexes d'inondation dont les fossés par exemple. Les drains de tourbière constituent un de ses habitats de prédilection et Machais ne fait pas exception. Les larves sont très abondantes dans les drains de la tourbière, et c'est même la seule espèce facilement observable dans le chenal de tourbe nue à courant modéré qui constitue l'essentiel du drain axial de la tourbière. Cependant, au printemps 2020 les larves étaient également nombreuses dans les chenaux, les mardelles et l'eau stagnante entre les touradons de molinie. On trouve souvent ensemble des larves de tailles très variées, montrant que leur développement semble désynchronisé et que des émergences peuvent se produire sur une longue période. Les adultes volent au crépuscule et viennent assez volontiers à la lumière. Ils ont été capturés au PL de juin à août.

Les espèces des eaux vives

Ameletus inopinatus est une espèce qui a été collectée, quelques larves assez jeunes, le 03 mai 2022 (Gennaro COPPA communication personnelle, 2024) dans un bassin faiblement courant du ruisseau du Valsche, sous le chemin de ceinture, à la sortie de la buse. Sa valeur patrimoniale est élevée, l'espèce étant inscrite "en danger" (EN) sur Liste rouge nationale et sa

distribution est très restreinte en France (Vosges, Jura). Dans le massif vosgien, en l'état des connaissances, elle est disséminée dans des ruisseaux d'altitude de calibres assez variés, mais plutôt dans des micro-habitats relativement calmes. Une quinzaine de localités sont connues de 675 m jusqu'à 1 200 m au Gazon du Faing (observations personnelles).

Les autres espèces des eaux vives sont les quatre espèces de *Baetis* Leach, 1815 et deux espèces de *Rhithrogena* Eaton, 1881, toutes liées aux ruisseaux rapides. Les quatre *Baetis* observés sont des espèces communes en France et dans le massif des Vosges. Il faut cependant préciser que *Baetis alpinus* (Pictet, 1843) et *Baetis melanonyx* (Pictet, 1843) sont très rares en plaine lorraine et se présentent donc comme des espèces montagnardes dans la région. Le genre *Rhithrogena* tout entier est considéré comme ED3 en Lorraine, car inféodé aux eaux vives de bonne qualité. Cependant, il n'a été observé qu'en un seul exemplaire adulte (un imago mâle), lors des piégeages Malaise en 2009 (les Éphéméroptères, de par leur comportement, sont très rarement capturées dans les tentes Malaise). Son indigénat n'est donc pas démontré. L'identification morphologique de ce mâle oriente vers l'espèce *R. puytoraci* Sowa & Degrange, 1987, mais la systématique du genre *Rhithrogena* reste un tel imbroglio qu'il est difficile d'être affirmatif. Les autres représentants du genre collectés (peu nombreux) sont tous des larves, dont la détermination spécifique reste difficile. Ils appartiennent au "groupe" de *R. semicolorata* (Curtis, 1834), espèce à laquelle N. MORGAN rapportait les rares larves qu'il avait capturées dans le ruisseau du Valsche. Cependant, l'espèce *R. semicolorata* paraît improbable à Machais. Elle est en effet plutôt inféodée à des milieux situés plus en aval (Buffagni *et al.* 2009). En revanche, il existe une autre espèce de ce groupe -*Rhithrogena picteti* Sowa, 1971- plus plausible dans les très petits ruisseaux de la RN. Le caractère temporaire des ruisseaux "de la Faigne" est probablement un facteur négatif vis-à-vis de ces espèces. Le genre *Rhithrogena*, représenté par *R. puytoraci* et/ou *R. picteti*, est donc présent dans la RN en très faible effectif, et peut-être avec des populations fluctuantes. En tout état de cause, il n'a pas pu être mis en évidence en 2019-2020, et il faudrait encore des investigations complémentaires pour trancher sur l'identité des espèces présentes et sur leur abondance.

Logiquement, le genre *Rhithrogena* devrait être plutôt abondant dans un milieu comme le ruisseau du Valsche. Son absence interpelle, de même que celle d'autres genres de la même famille des Heptageniidae, par exemple *Epeorus* Eaton, 1881 ou *Ecdyonurus* Eaton, 1868. Cette famille est en effet connue pour sa grande sensibilité aux situations d'acidification des ruisseaux (Guérolé *et al.* 1991, 1993, 1995, 2000). Il est donc vraisemblable que les ruisseaux de la RN présentent un problème d'acidification, qui serait dû à la conjonction des pollutions atmosphériques d'origines anthropiques avec un substrat peu apte à tamponner le pH des eaux. Cette suspicion est étayée par l'absence d'un certain nombre d'autres espèces plus ou moins acido-sensibles, comme le sont une majorité d'Éphémères dont *Alainites muticus* (Linnaeus, 1758), *Habrophlebia lauta* Eaton, 1884, *Habroleptoides confusa* Sartori & Jacob, 1986 et *Serratella ignita* (Poda, 1761). Or toutes ces espèces, présentes notamment à Belbriette, sont habituellement

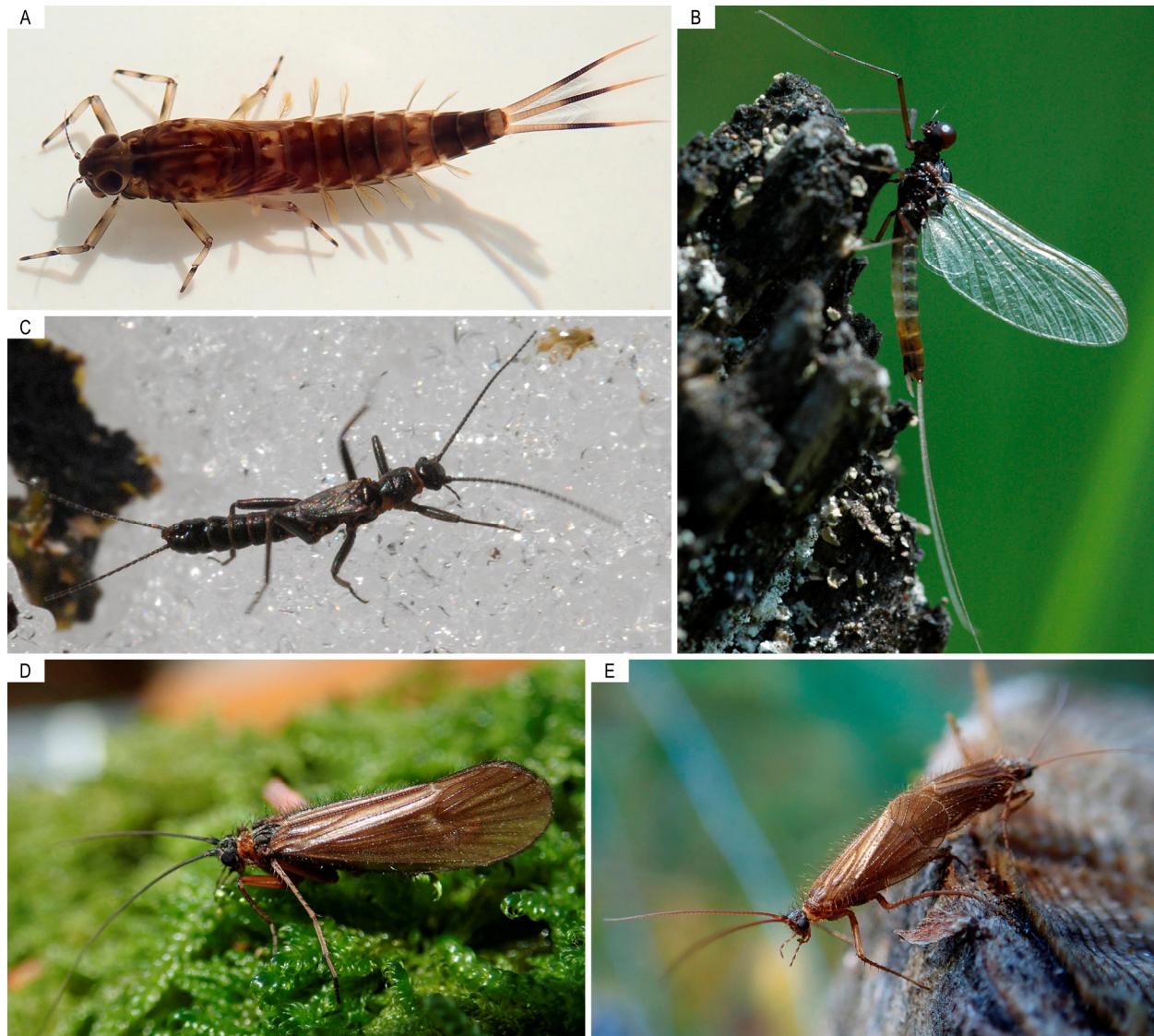


Figure 1 – Quelques espèces remarquables de la Réserve naturelle nationale de la tourbière de Machais.

A. Larve d'*Ameletus inopinatus* ; B. *Leptophlebia vespertina*, imago mâle ; C. *Capnia vidua*, imago mâle ; D. *Pseudopsilopteryx zimmeri*, imago ; E. *Chaetopterygopsis maclachlani*, copula. [Crédits photographiques : Gilles Jacquemin].

communes dans les ruisseaux vosgiens. Dans les ruisseaux "de la Faigne", aucune larve d'Éphéméroptère n'a été récoltée en 2019-2020. Morgan (1996) n'en mentionne qu'une seule.

Même les espèces présentes dans le Valsche le sont en faible densité, un seul individu de *Baetis vernus* Curtis, 1834 observé et quelques *Baetis melanonyx*. Il apparaît donc, au seul vu du peuplement d'Éphéméroptères, que les ruisseaux de la RN souffrent probablement d'un problème d'acidification, qui, s'ajoutant au faible développement du réseau hydrographique, et au caractère intermittent de nombreux composants, explique très vraisemblablement la pauvreté de ce peuplement.

En fait, seules les deux espèces acido-tolérantes que sont *S. lacustris* et surtout *L. vespertina*. Cette dernière, considérée comme l'espèce d'Éphéméroptères la plus acido-tolérante (Bauernfeind & Soldan 2012), présentent des populations abondantes dans la RN.

A2. Les Plécoptères

En préambule, trois des espèces listées par Morgan (1996) sont à exclure de la liste (Annexe 1), car il s'agit très probablement d'erreurs d'identification. *Amphinemura standfussi* (Ris, 1902) n'a jamais encore été observée à cette altitude alors qu'*A. sulcicollis* (Stephens, 1836) (non signalée par Morgan 1996) est très commune dans le massif des Vosges et présente à Machais. *Chloroperla tripunctata* (Scopoli, 1763) n'a jamais été observée dans le massif, alors que *Siphonoperla torrentium* (Pictet, 1841), non signalée par Morgan (1996), y est très commune et présente à Machais. *Leuctra geniculata* Stephens, 1836 n'a jamais été observée en altitude dans le massif des Vosges.

La liste de 29 espèces confirmées est relativement riche et variée. Elle représente 48% de la faune de Lorraine, 61 espèces (Jacquemin 2025), et comporte notamment un ensemble de 15

ED (52%), qui garantissent la qualité des habitats aquatiques de la RN. On notera cependant par comparaison qu'en une seule saison, 33 espèces de Plécoptères avaient été contactées à Belbriette (Jacquemin 2019b).

Trois espèces de la liste méritent une mention spéciale, car elles sont considérées comme quasi menacées (NT) sur la Liste rouge nationale, et sont également classées ED2 au niveau lorrain. *Diura bicaudata* (Linnaeus, 1758) est une espèce circumpolaire à distribution boréale en Europe (Ruffoni 2024), et localisée en France dans des petits ruisseaux montagnards du nord-est. Le massif vosgien est le bastion français de l'espèce avec plus de 40 stations connues de l'auteur, des crêtes jusqu'à relativement basse altitude (300-400 m dans le chevelu de la Sarre). *Leuctra autumnalis* Aubert, 1948 est assez mal documentée. Elle est très disséminée dans les petits ruisseaux des montagnes péréalpines, inscrite vulnérable (VU) en Suisse (Lubini et al. 2012) et en Allemagne (Reusch et al. 2021), et très localisée en France (23 stations vosgiennes répertoriées dans la base de l'auteur, des crêtes jusqu'à 660 m). Un seul individu a été capturé le 09.VIII.2021 dans le piège Malaise n°1. *Leuctra digitata* Kempny, 1899 est une espèce boréale européenne des petits ruisseaux, surtout distribuée en Scandinavie et dans les montagnes de l'Europe, jusqu'aux Pyrénées et à la Bretagne (seulement une quinzaine de stations pour le massif des Vosges dans la base de l'auteur, entre 350 et 1000 m). Elle a été trouvée en relative abondance dans la RN (classe d'abondance 5, Annexe 1).

Douze autres Plécoptères de la RN sont classés ED3 en Lorraine, essentiellement des espèces peu communes et relativement sténoèces, ce qui en fait de bons indicateurs de la qualité des milieux et de leur état de conservation. On peut les grouper de la façon suivante (Annexe 2). Deux espèces à distribution surtout crénale avec *Leuctra dalmoni* Vinçon & Murányi, 2007 et *Nemoura cambrica* Stephens, 1836 ; sept espèces surtout présentes dans l'épírhithron avec *Isoperla oxylepis* (Despax, 1936), *Leuctra aurita* Navás, 1919, *L. prima* Kempny, 1899, *L. pseudocingulata* Mendl, 1968, *Nemoura avicularis* Morton, 1894, *Capnia vidua* Klapálek, 1904 (Figure 1C) (il s'agit de la sous-espèce *collarti* Aubert, 1950), *Protonemura nimborum* (Ris, 1902) et trois espèces plus largement réparties dans le rhithron avec *Nemoura flexuosa* Aubert, 1949, *Brachyptera risi* (Morton, 1896) et *B. seticornis* (Klapálek, 1902).

Ces espèces ont une distribution montagnarde et sont absentes (ou quasi absentes) de la plaine lorraine sauf *B. risi*, bien distribuée en plaine, présente en altitude, mais largement supplante par *B. seticornis* dans le massif vosgien ainsi que *N. avicularis*, *N. flexuosa* et *N. cambrica*, distribuées de la plaine à la montagne et jusqu'aux crêtes au moins pour la dernière.

A3. Les Trichoptères

La liste de 59 espèces est relativement longue et diversifiée (Annexe 1), mais en l'absence de Liste rouge nationale, le seul critère d'évaluation de la patrimonialité, mais aussi de l'originalité du peuplement, reste la liste des ED ZNIEFF de Lorraine avec 21 des espèces observées qui en font partie (36%) avec cinq ED2 et seize ED3. Ces 59 espèces ne représentent cependant que 25% de la faune lorraine connue [236 espèces (Jacquemin 2025)], à

comparer aux 48% représentés par les Plécoptères. Un autre élément intéressant de comparaison est le résultat très analogue obtenu sur le vallon de Belbriette (Jacquemin 2019b) avec cinquante huit espèces avec 20 ED dont cinq ED2. Cependant rappelons que ce total a été obtenu en une seule saison de prospection en 2019.

On peut supposer qu'ici encore le faible développement des habitats courants de la RN et leur caractère en partie intermittent peuvent limiter le potentiel d'accueil. De 2015 à 2019, une étude du haut bassin de la Meurthe, en amont de Plainfaing, a inventorié au total 87 espèces de Trichoptères, et 44 de Plécoptères (Jacquemin 2016, 2019). Cela donne une bonne idée, probablement, de ce que peut être le peuplement de référence d'un haut bassin-versant dans les Vosges. Le nombre d'espèces est évidemment plus limité sur un site plus restreint et moins varié comme la RN. En revanche le rapport d'environ la moitié entre le nombre d'espèces de Plécoptères et de Trichoptères est le même.

À côté des listes régionales d'ED, l'évaluation du peuplement de Trichoptères pourra s'appuyer sur l'ensemble des données disponibles dans la base de l'auteur, mais également sur la Liste rouge d'Allemagne (Robert 2016) qui nous fournit un intéressant complément d'appréciation. Les statuts des espèces menacées dans ce pays sont indiqués dans l'Annexe 1 et rappelés ci-après. La distribution européenne des espèces est tirée de Neu et al. (2018), et complétée pour la France par les cartes départementales de l'Opie-benthos.

Les cinq ED2 suivantes sont les plus rares à l'échelon régional et peuvent être considérées comme patrimoniales, leur statut en Allemagne le confirme.

Adicella filicornis (Pictet, 1834) (NT en Allemagne) est distribuée dans les zones montagneuses de l'Europe centrale et occidentale, c'est donc surtout une espèce montagnarde, mais que l'on observe aussi de façon localisée dans des ruisseaux frais en plaine lorraine. Elle a été capturée uniquement au fauchage sur le ruisseau du Valsche (2020) (classe d'abondance 3).

Grammotaulius submaculatus (Rambur, 1842) (VU en Allemagne) est une espèce uest-européenne inféodée, en Lorraine au moins, aux milieux tourbeux à sphaignes, grandes tourbières ou bas-fonds forestiers plus restreints (observations personnelles) sur substrat acide (tyrphophile). Elle est finalement bien implantée dans le massif des Vosges jusque dans la Vôge et les Vosges du Nord. Abondante à Machais, elle a été capturée aussi bien au fauchage qu'au PL ainsi que dans les pièges Malaise avec près d'une centaine d'individus au total et une classe d'abondance 6.

Limnephilus coenosus Curtis, 1834 (EN en Allemagne) est une espèce boréo-alpine, distribuée en France dans les massifs montagneux, mais toujours dans des zones de tourbières à sphaignes (tyrphobionte). Quelques individus seulement ont été capturés au PL et au piège Malaise. *Limnephilus coenosus* est une espèce rare, rareté qui justifie sa cotation ED2 (classe d'abondance 2).

Lithax niger (Hagen, 1859) (NT en Allemagne) fréquente les petits ruisseaux montagnards vifs. Il est bien distribué dans la montagne vosgienne, jusque dans ses marges (Vôge). C'est une



Figure 2 – Quelques espèces remarquables de la Réserve naturelle nationale de la tourbière de Machais.

A. *Radicoleptus alpestris*, imago ; **B.** *Grammotaulius submaculatus*, imago ; **C.** *Diura bicaudata*, imago mâle. [Crédits photographiques : Gilles JACQUEMIN].

espèce des montagnes centre-européennes, qui se trouve donc en bordure occidentale de son aire en France. Il ne vient guère à la lumière, mais cinq individus ont pu être capturés au fauchage sur le Valsche en 2020 (classe d'abondance 3).

Synagapetus iridipennis McLachlan, 1879 (NT en Allemagne) est une espèce centre-européenne, liée au crénon, qui reste très peu observée en France et dont l'écologie est mal cernée. En Lorraine, on ne dispose que de quelques observations éparses, dans le massif des Vosges mais également en plaine. Un seul individu (mâle) a été capturé au fauchage sur le Valsche, en juin 2020 (classe d'abondance 1). Les 16 espèces classées ED3, donc intéressantes surtout pour leur caractère sténoèce, sont évoquées dans le paragraphe suivant. Quelques-unes, ci-après, présentent un certain degré de rareté en Lorraine, et sont menacées ou quasi menacées en Allemagne. *Drusus discolor* (Rambur, 1842) (VU), *Pseudopsilopteryx zimmeri* (McLachlan, 1876) (VU) (Figure 1D), *Rhyacophila aquitanica* McLachlan, 1879 (VU) et *Parachiona picicornis* (Pictet, 1834) (NT) sont des montagnardes. *Agrypnia obsoleta* (Hagen, 1854) (VU) et *Radicoleptus alpestris* (Kolenati, 1848) (NT) (Figure 2A) sont des espèces tyrophiles à typhobiontes. La première est une boréo-alpine capturée en 1988 par Denis VEIN avec deux mâles en chasse à vue (Denis VEIN, communication personnelle 2025). Elle n'a malheureusement pas été retrouvée au cours des campagnes ultérieures.

Signalons enfin quelques espèces de la Liste rouge d'Allemagne et non considérées, pour le moment, comme ED en Lorraine avec *Drusus annulatus* (Stephens, 1837) (NT), *Limnephilus centralis* Curtis, 1834 (NT), *Ptilocolepus granulatus* (Pictet, 1834) (NT) et *Rhyacophila philopotamoides* McLachlan, 1879 (VU). L'évolution de leur statut dans le massif des Vosges mérite donc la plus grande attention, notamment pour *R. philopotamoides*, la plus menacée.

B. Caractérisation écologique du peuplement

Les travaux de Moog (1995), Buffagni *et al.* (2009) et Graf *et al.* (2008, 2009) offrent une synthèse des connaissances sur les caractéristiques écologiques des espèces, à partir des données disponibles dans la littérature. En s'appuyant sur ces travaux, il est possible de caractériser le peuplement des EPT mis en évidence dans la RN. Les 96 espèces inventoriées ont ainsi été ordonnées dans l'Annexe 2 selon un classement typologique de leurs habitats préférentiels, allant de l'amont vers l'aval, et des eaux vives aux eaux calmes. Cette zonation écologique des masses d'eau est celle d'Illies & Botosaneanu (1963). Les ruisseaux vifs étudiés dans le vallon de Machais appartiennent au crénon ou à l'épiphéthon. La tourbière proprement dite présente des milieux stagnants, mais aussi toute une gamme de milieux à écoulement lent ou modéré, aussi bien dans le réseau de chenaux, le cône de déversement des ruisseaux, le drain

axial. Dans ces milieux règnent des conditions écologiques qui s'apparentent au potamon. Le peuplement des EPT observé dans la RN de la tourbière de Machais couvre une large gamme de préférendums écologiques, mais les espèces des eaux vives dominent largement la communauté. On peut caractériser ce peuplement d'un point de vue écologique en regroupant les 96 espèces observées en quatre grandes catégories liées à la zonation d'Illies & Botosaneanu (1963). Comme la succession des espèces proposée dans l'Annexe 2 est en fait un continuum, ces quatre catégories comportent des espèces de transition.

B1. Espèces crénales

Les 21 premières espèces de l'Annexe 2 (de *Crunoecia irrorata* (Curtis, 1834) à *Drusus discolor*) constituent un premier ensemble d'espèces plutôt sténoèces des sources et des ruisselets de source (crénon), un type d'habitat abondant dans la RN. Les trois premières, *Beraea pullata* Curtis, 1834, *Crunoecia irrorata* et *Ptilocolepus granulatus* (Pictet, 1834), sont des spécialistes de l'eucrénon, tandis que les autres sont distribuées tout autant dans l'hypocrénon. Les dernières de ce groupe sont également présentes dans l'épirhithron et font donc la transition avec l'ensemble suivant. On constate que cet assemblage d'espèces crénales comporte presque uniquement des Trichoptères, notamment les espèces les plus spécialisées (plages étroites, couvrant seulement une ou deux cases). Les quelques Plécoptères de ce groupe sont au contraire plutôt des généralistes, notamment *Nemoura cinerea* (Retzius, 1783) et *Nemurella pictetii* Klapálek, 1900 qui peuvent se retrouver bien plus en aval.

Ce groupe de 21 taxons représente 22% de la diversité des EPT de la RN. On y trouve 11 espèces d'ED, soit une proportion élevée de 52%. Une mention spéciale doit être faite pour *Enoicyla pusilla* (Burmeister, 1839), le seul Trichoptère de la faune française dont la larve vit hors de l'eau (Masselot & Doret 2004).

B2. Espèces épirhithrales

Le deuxième ensemble groupe ensuite 35 espèces, de *Protonemura risi* à *Leuctra inermis* Kempny, 1899, dont la distribution est plutôt centrée sur l'épirhithron, donc les petits ruisseaux bien constitués qui représentent l'habitat courant dominant dans la RN. Les premières sont encore fortement présentes dans le crénon [*Protonemura risi*, *Stenophylax sequax* (McLachlan, 1875)], les dernières beaucoup moins (*Isoperla oxylepis* et suivantes). Cette fois, on trouve dans cette catégorie de nombreux Plécoptères, bien diversifiés dans le rhithron. Certaines espèces présentent une plage de préférences assez large, aussi bien des Plécoptères, avec par exemple *Leuctra hippopus* Kempny, 1899, *L. inermis*, que des Trichoptères comme *Plectrocnemia conspersa* (Curtis, 1834), *Chaetopteryx villosa* (Fabricius, 1798). Cet ensemble représente 37% des espèces, parmi lesquelles 14 ED (40%).

B3. Espèces rhithrales

La troisième catégorie groupe 23 espèces, d'*Ameletus inopinatus* à *Polycentropus flavomaculatus* (Pictet, 1834),

distribuées assez largement dans le rhithron, les premières à l'amont de celui-ci, les dernières plutôt à l'aval, voire également dans des eaux faiblement courantes de type potamal. Certaines sont plutôt sténoèces avec par exemple *Leuctra pseudocingulata* à l'amont du rhithron ou *Agapetus ochripes* Curtis, 1834 dans le métarhithron. Cependant, beaucoup ont une large plage de tolérance et sont donc relativement généralistes.

Cela explique probablement leur présence dans la RN où théoriquement n'existe aucun milieu de type métarhithral ou hyporhithral, mais où abondent divers types de petits habitats modérément courants. Cette catégorie rassemble 24% de la diversité, mais seulement 7 ED (30%).

B4. Espèces (potamo-) limnophiles

Une dernière catégorie d'EPT, de *Mystacides azureus* (Linnaeus, 1761) à *Rhadicoleptus alpestris* (Kolenati, 1848), est composée de 17 espèces spécialistes des eaux peu courantes à stagnantes, soit 18% seulement du peuplement observé dans la RN. Parmi elles figurent cependant huit ED, soit 47%. Contrairement au précédent, ce groupe est en effet lié à un habitat typique de la RN. Parmi les 17 espèces de ce cortège, il faut noter six espèces spécialistes plus ou moins exclusives des tourbières acides (tyrphophiles à typhobiontes). Certaines de ces dernières ont déjà été évoquées comme espèces déterminantes ZNIEFF avec *Leptophlebia vespertina*, *Grammotaulius submaculatus* (Figure 2B), *Agrypnia obsoleta* et *Limnephilus coenosus*. Il faut y ajouter *Oligotricha striata* (Linnaeus, 1758) (typhobionte), liée aux marais à sphaignes, et *Limnephilus griseus* (Linnaeus, 1758) (tyrphophile) observée le plus souvent dans des mares, étangs et marais acides, les deux généralement en contexte montagnard. Ces deux espèces, bien que non classées ED en Lorraine, ne sont pas très communes et mériteraient peut-être de l'être.

Il faut noter qu'*O. striata*, qui n'avait pas été notée jusque-là, a été capturée en 139 exemplaires par les pièges Malaise de 2020-2021. Cela montre l'importance du mode d'inventaire dans les résultats obtenus, ainsi que la prise en compte de possibles fluctuations interannuelles. Les autres espèces limnophiles n'ont pas de lien particulier avec les milieux acides, et se rencontrent dans des types variés d'eaux stagnantes, lacs, étangs, mares ou éventuellement secteurs faiblement courants des cours d'eau. L'indigénat de certaines semble douteux. *Holocentropus stagnalis* (Albarda, 1874) par exemple, n'a jamais été observé par l'auteur à plus de 225 m d'altitude.

Il est remarquable de constater que les piégeages lumineux effectués directement au bord du lac (Jacquemin 2020) comme le piège Malaise placé sur la rive n'ont capturé qu'un nombre très limité d'espèces plus ou moins franchement lacustres, essentiellement *Agrypnia varia* (Fabricius, 1793), *Ecnomus tenellus* (Rambur, 1842), *Limnephilus flavicornis* (Fabricius, 1787), *L. decipiens* (Kolenati, 1848), *Oecetis lacustris* et *Phryganea bipunctata* Retzius, 1783. Ces espèces peuvent d'ailleurs se développer dans de petits milieux annexes à faible courant. Cette relative pauvreté est à mettre en relation avec l'oligotrophie du lac, et peut-être avec un effet de prédation par la

population de poissons (tanches et truites) qui y vit (Bernard 2018).

B5. Synthèse et valeur patrimoniale

Au total, les espèces peu ou prou liées aux sources et ruisseaux de sources, ainsi qu'aux petits ruisseaux vifs (de crénales à épiphithrales), qui constituent les habitats caractéristiques de la périphérie de la RN, totalisent près de 60% des espèces identifiées. On y trouve six ED2 et 19 ED3 garanties de la qualité de ces milieux, soit 45% des espèces.

Un autre ensemble remarquable est constitué par les espèces des eaux stagnantes, liées au lac, aux mares, chenaux et marais du cœur de la RN. Le nombre des espèces est beaucoup plus réduit que dans les sources et petits ruisseaux, mais la proportion d'espèces remarquables y est comparable avec huit ED dont deux ED2 sur 17 espèces (47%).

Un important contingent d'espèces plus généralistes des eaux courantes représente près du quart de la diversité, mais, fort logiquement, on n'y observe que sept ED (30%).

La majorité des ED1 et ED2, qu'on peut considérer comme les espèces patrimoniales, se trouvent parmi les espèces à affinité crénales ou parmi les limnophiles spécialisées des tourbières. Seul *Ameletus inopinatus* En Danger [EN] sur la Liste rouge française présente une plage d'habitats rhithraux assez large, et sa distribution, encore mal comprise, doit s'expliquer par la structure des micro-habitats qu'il occupe.

DISCUSSION ET PERSPECTIVES

Le peuplement de Plécoptères de la RN atteint près de la moitié du peuplement connu en Lorraine. Ce groupe est donc particulièrement bien représenté, ce qui est le cas général dans le massif vosgien. En effet, les Plécoptères sont avant tout des insectes d'eaux vives et fraîches et donc bien diversifiés en montagne. À l'opposé, la liste des Éphémères est particulièrement courte (11% des espèces lorraines). Cela peut s'expliquer en partie par le faible développement des habitats de type rhithral dans la RN (dominance des crénons et épiphithrales) et leur caractère éventuellement temporaire, mais il faudra s'interroger sur une autre cause possible, l'acidification des eaux de ruissellement et de circulation de surface par des causes anthropiques (pluies acides). Les Trichoptères présentent enfin un cas intermédiaire, avec une diversité moyenne représentant 25% de la diversité régionale.

Au terme de plusieurs campagnes de prospections et d'échantillonnage, ayant mis en œuvre des méthodes variées et visé les différentes catégories d'habitats de la RN de la tourbière de Machais, il semble qu'une connaissance substantielle des peuplements des EPT soit acquise. Mais l'apport de 14 espèces nouvelles sur 92 (15%) lors de la récente campagne de piégeage par tente Malaise (2020-2021), dont trois Plécoptères (des insectes très probablement autochtones) montre que l'exhaustivité n'est probablement pas encore atteinte. Rappelons que si la forte mobilité des Trichoptères ne garantit pas l'indigénat des individus capturés, les Plécoptères sont au

contraire beaucoup moins mobiles et davantage fidèles à leurs sites de développement larvaire. Quant aux Éphémères, capturées essentiellement à l'état de larves, on a une excellente assurance de leur indigénat. Mais le fait que la présence d'une espèce aussi remarquable qu'*Ameletus inopinatus* ait échappé aux inventaires jusqu'à sa découverte en 2022, lors d'une recherche qui ne ciblait pas les EPT, incite à la prudence. Il convient donc de continuer les prospections, surtout dans la perspective d'un changement global, et notamment climatique, qui viendra très certainement bouleverser les biotopes et les peuplements associés. Un suivi standardisé, échantillonnant une partie représentative de la faune des EPT, pourrait donc être mis en place et reconductible tous les dix ans (Décourcière & Degiorgi 2000, Reding 2009). Les effets de ce changement sont sans doute déjà en cours, mais restent probablement en partie masqués par la résilience des écosystèmes, et notamment celle des tourbières à sphaignes. La question de l'intermittence des ruisseaux se pose, et risque de devenir plus prégnante encore à l'avenir. Lors des prospections de 2019-2020, les ruisseaux "de la Faigne" étaient en grande partie à sec et le ruisseau du Valsche affichait un débit très réduit. Voilà au moins un élément qui demande à être suivi à l'avenir. Il serait certainement utile d'effectuer de façon régulière des mesures de débits, en des points choisis, et ce, sur la durée. La permanence de l'eau est un facteur-clé absolument déterminant pour le peuplement en insectes aquatiques. Il est probablement significatif que des espèces comme *Nemoura cinerea* et *Limnephilus centralis*, capables de supporter des assecs prolongés, soient particulièrement abondantes dans les collectes : plus de 1000 pour la première, et entre 90 et 100 pour la seconde. Des spécialistes des petits ruisseaux temporaires du genre *Stenophylax* Kolenati, 1848 (trois espèces présentes) sont également capturés en nombre avec notamment *S. lateralis* (Stephens, 1837) qui explose en 2021 avec près de 200 individus. Les Éphéméroptères, quant à eux, peuvent difficilement se passer d'eau, excepté *Siphlonurus lacustris*.

La question qu'avait posée Morgan (1996) d'une éventuelle acidification des ruisseaux de la RN, à laquelle il répondait par la négative, mérite pourtant d'être soulevée. Si l'on se réfère aux travaux de Guérolé et al. (1991, 1993, 1995, 2000), il paraît probable au contraire que le peuplement d'EPT de la RN en donne des signes manifestes avec (i) l'absence globale de Gammarides (Crustacés Amphipodes) y compris dans l'exutoire, la Goutte de Machais, voir l'IBGN réalisé par "Aspect" (2023) ; (ii) l'absence de Mollusques, sauf dans le ruisseau "du Pierrier" (Morgan 1996) et (iii) l'absence de Coléoptères du genre *Elmis* (Elmidae) alors que ce genre est cependant signalé dans la Goutte de Machais (Aspect 2023).

Parmi les Éphémères, le problème a déjà été évoqué avec l'extrême rareté des Heptageniidae, l'absence des Leptophlebiidae des genres *Habrophlebia* Eaton, 1881 et *Habroleptoides* Schoenemund, 1929 bien que *Habrophlebia* a été trouvé dans la Goutte de Machais (Aspect 2023) et des Ephemerallidae, et enfin de très faibles densités des Baetidae dont l'absence notamment d'*Alainites muticus* (Linnaeus, 1758) (acido-sensible).

Parmi les Plécoptères, on constate l'absence de Perlidae (acido-sensibles) et dans la famille des Perlodidae, l'absence

d'Isoperla Banks, 1906 (acido-sensible) à l'exception d'un exemplaire d'*I. oxyloepis* (mais dans l'exutoire), mais la présence de *Diura* Billberg, 1820, une espèce corrélée positivement à l'acidification. On constate l'abondance de *Leuctra pseudocingulata*, également corrélée positivement à l'acidification, l'absence de *Protonemura praecox*, et surtout de *P. nitida* (Pictet, 1836), normalement assez fréquente dans les Vosges, deux espèces acido-sensibles. Elles sont généralement remplacées par *P. risi* dans les milieux fortement acides, et cette espèce est justement abondante dans la RN.

Parmi les Trichoptères, un seul *Glossosoma* (G. conforme Neboiss, 1963) est noté (acido-sensible), de faibles effectifs d'*Hydropsyche* Pictet, 1834 sont observés, et les genres acido-tolérants *Plectrocnemia* Stephens, 1836 et *Rhyacophila* Pictet, 1834 sont en revanche bien représentés.

Un ensemble de signes concordants suggère donc un état nettement acide, et probablement une acidification d'origine anthropique des eaux courantes de la RN.

Pour évaluer le peuplement de la RN, on manque de sites de comparaison. Seul le site Natura 2000 (ZSC) "Ruisseau et tourbière de Belbriette", à l'amont du bassin de la Vologne (Jacquemin 2019), peut être évoqué. Les milieux sont assez différents. En effet, il n'y a pas de lac résiduel ni de tourbière flottante, mais une tourbière évoluée en partie boisée, une exploitation historique par l'Homme, un réseau de ruisseaux plus développé, mais sans tourbières de pentes. Cependant, la taille des sites est du même ordre et les altitudes sont peu différentes, entre 800 et 900 m pour Belbriette. Une comparaison prudente peut donc être tentée. La richesse mise en évidence est globalement équivalente dans les deux sites. On notera cependant que Belbriette n'a été inventorié qu'en une seule étude, sur une saison, et notamment sans campagnes de pièges Malaise. Les différences d'habitats et de méthodologie impliquent des listes d'espèces différentes, mais la richesse spécifique et la proportion d'espèces patrimoniales remarquables (listes rouges, ED ZNIEFF) sont cependant comparables. En revanche, les Éphéméroptères sont nettement plus diversifiés à Belbriette, bien que ni *Leptophlebia vespertina* ni *Ameletus inopinatus* n'y aient été capturés, et le nombre d'ED2 et surtout d'ED3 y est supérieur (53 contre 40). Ces différences sont probablement à mettre au compte d'une diversité, et d'une permanence, des habitats rhithraux supérieure à Belbriette. En effet ces habitats sont les plus riches en diversité spécifique, tandis que les milieux de la tourbière flottante de la RN sont relativement pauvres en espèces, même si celles-ci sont remarquables par leur spécificité. La comparaison vient peut-être également accréditer l'hypothèse d'une dégradation acide des habitats courants de la RN de la tourbière de Machais, et d'un meilleur état de conservation à Belbriette.

CONCLUSION

La RN de la tourbière de Machais héberge une faune d'EPT d'un grand intérêt, surtout remarquable par la diversité des Plécoptères, secondairement des Trichoptères. Les espèces les plus spécialisées concernent la tourbière à sphagnes

properment dite, ainsi que les milieux de sources (crénon), y compris les sources marécageuses diffuses, et les très petits ruisseaux (épirhithron). Les Éphéméroptères sont peu diversifiés, mais la RN abrite une espèce menacée d'extinction (*Ameletus inopinatus*, EN sur la Liste rouge nationale), et une autre quasi menacée (*Leptophlebia vespertina*, NT). Trois espèces de Plécoptères sont également quasi menacées d'extinction selon les mêmes critères de l'IUCN (*Diura bicaudata* Figure 2C, *Leuctra autumnalis* et *L. digitata*). Malgré l'absence en France d'une Liste rouge pour les Trichoptères, on peut considérer que neuf espèces, inscrites dans les espèces déterminantes pour les ZNIEFF de Lorraine (niveau 1 et 2), présentent un certain degré de menace. Il est probable que la liste des espèces ne soit pas encore exhaustive et des investigations complémentaires sont préconisées. En tout état de cause, un suivi doit être mené en vue d'évaluer les effets des changements globaux dans lesquels la biosphère est engagée, et dont l'évolution du climat est évidemment l'aspect majeur. Il devra comprendre un suivi hydrologique (mesure de débits, piézomètres) et des inventaires d'EPT protocolés et réguliers.

Remerciements – Merci à Jean-Paul G. REDING, pour les échanges sur ses déterminations, et les commentaires sur la liste des espèces. Merci à l'équipe de la Réserve Naturelle pour son appui : Agathe GÉRARD, Alix GREUZAT-BADRÉ, Mathilde LASFARGUE. Une mention particulière à Jocelyn CLAUDE pour son assistance dans la rédaction de l'article. Merci à Gennaro COPPA pour les échanges à propos des Trichoptères, et ses heureux coups de passoire dans la Réserve Naturelle. Merci à Bertrand LAUNAY, Pierre MARLE et Alexandre RUFFONI pour leurs relectures attentives et leurs remarques constructives.

BIBLIOGRAPHIE

- Aubert J. 1959. *Insecta Helvetica fauna 1. Plecoptera*. Société entomologique suisse, 140 pp.
- Badré A. 2021. *Plan de gestion de la Réserve Naturelle Nationale de la tourbière de Machais – TOME 1 : Etat des lieux de la Réserve Naturelle*. Parc naturel régional des Ballons des Vosges, Wildenstein, 201 pp.
- Bauernfeind E. & Humpesch, U.H. 2001. *Die Eintagsfliegen Zentraleuropas (Insecta : Ephemeroptera) : Bestimmung und Ökologie*. Verlag des Naturhistorischen Museums Wien, 239 pp.
- Bauernfeind E. & Soldán T. 2012. *The Mayflies of Europe (Ephemeroptera)*. Apollo Books, Ollerup, 781 pp.
- Bernard A. 2018. *Inventaire du zooplancton des Réserves Naturelles Nationales de la tourbière de Machais et du Frankenthal-Missheimle*. Rapport d'étude pour le PNR des les Ballons des Vosges, Amis de la Réserve Naturelle du lac de Remoray, 19 pp. et annexes.
- Buffagni A, M. Cazzella, M. J. López-Rodríguez, J. Alba-Tercedor & Armanini D. G. 2009. *Distribution and Ecological Preferences of European Freshwater Organisms. Volume 3 - Ephemeroptera*. Edited by Schmidt-Kloiber, A. & D. Hering. Pensoft Publishers (Sofia-Moscow) : 254 pp.
- Claude J., Greuzat Badré A. & Gérard A. 2025a. Introduction à l'inventaire de l'entomofaune (Arthropoda, Insecta & Arachnida) de la Réserve naturelle nationale de la tourbière de Machais (France, Grand Est, Vosges) par piège à interception de type Malaise entre 2009 et 2021. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle et d'Ethnographie de Colmar*, 82 (1) : 1-9. doi:10.5281/zenodo.15201815.

- Claude J., Speight M.C.D. & Vallet A. 2025b.** Les Syrphidés (Diptera, Syrphidae) de la Réserve naturelle nationale de la tourbière de Machais (France, Grand Est, Vosges) : Partie 1, résultats faunistiques. Bulletin de la Société d'Histoire naturelle et d'Ethnographie de Colmar, 82 (6) : 37-45. doi:10.5281/zenodo.15287749
- Colin R. & Dumont S. 2017.** Étude du plan d'eau et des biocénoses 2017 de la Réserve naturelle de la Tourbière de Machais. Rapport d'étude pour le PNR du Ballon des Vosges, Tinca Environnement & Ried Bleu, 40 pp.
- Décourcier H. & Degiorgi F. 2000.** Protocole d'analyse semi-quantitative des communautés benthiques : le Mag20. Teleos Suisse et LBE de l'Université de Franche-Comté. 4 pp. Disponible sur <https://www.teleos.info/documents/MAG20.pdf>
- Graf W., Murphy J., Dahl J., Zamora-Muñoz C. & López-Rodríguez M.J. 2008.** Distribution and Ecological Preferences of European Freshwater Organisms. Volume 1 - Trichoptera. Edited by Schmidt-Kloiber, A. et D. Hering. Pensoft Publishers (Sofia-Moscow), 388 p.
- Graf W., Lorenz A.W., Tierno de Figueroa J.M., Lücke S., López-Rodríguez M.J. & Davies C. 2009.** Distribution and Ecological Preferences of European Freshwater Organisms. Volume 2 - Plecoptera. Edited by Schmidt-Kloiber, A. et D. Hering. Pensoft Publishers (Sofia-Moscow), 262 pp.
- Guéroud F., Vein D. & Jacquemin G. 1991.** Les peuplements d'éphéméroptères, de plécoptères et de trichoptères des ruisseaux acides et non acides du massif vosgien : une première approche. Revue des Sciences de l'Eau, 4 : 299-314.
- Guéroud F., Vein D., Jacquemin G. & Moreteau J.-C. 1993.** Impact de l'acidification des ruisseaux vosgiens sur la biodiversité de la macrofaune benthique. C. R. Académie Sciences (Sciences de la vie), 316 : 1388-1392.
- Guéroud F., Vein D., Jacquemin G. & Pihan J.-C. 1995.** The macroinvertebrate communities of streams draining a small granitic catchment exposed to acidic precipitations (Vosges Mountains, northeastern France). *Hydrobiologia*, 300/301 : 141-148.
- Guéroud F., Boudot J.-P., Jacquemin G., Vein D., Merlet D. & Rouiller J. 2000.** Macroinvertebrates community loss as a result of headwater stream acidification in the Vosges Mountains (N-E France). *Biodiversity and conservation*, 9 : 767-783.
- Illies J. & Botosaneanu L. 1963.** Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. *Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie: Mitteilungen*, 12 (1): 1-57
- Jacquemin G. 2016.** La Haute Meurthe : Inventaire entomologique 2015 - Éphéméroptères, Plécoptères, Trichoptères. Rapport d'étude pour le PNR des Ballons des Vosges, Philopotamus, 46 pp. et annexes.
- Jacquemin G. 2019a.** La Haute Meurthe (2^e partie). Inventaire entomologique 2018-2019. Éphéméroptères, Plécoptères, Trichoptères. Rapport d'étude pour le PNR des Ballons des Vosges, Philopotamus, 56 pp. et annexes.
- Jacquemin G. 2019b.** Site Natura 2000 : Ruisseau et tourbière de Belbriette. Inventaire entomologique 2019. Éphéméroptères, Plécoptères, Trichoptères. Rapport d'étude pour le PNR des Ballons des Vosges, Philopotamus, 38 pp. et annexes.
- Jacquemin G. 2020.** Réserve Naturelle Nationale de la Tourbière de Machais. Inventaire entomologique - 2019-2020. Éphéméroptères, Plécoptères, Trichoptères. Rapport d'étude pour le PNR des Ballons des Vosges, Philopotamus, 60 pp.
- Jacquemin G. 2025.** Liste de référence des Insectes de Lorraine. 6 - Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera. Société Lorraine d'Entomologie, Nancy, 56 pp.
- Lubini V., Knispel S. & Vinçon G. 2012.** Fauna Helvetica 27. Les Plécoptères de Suisse. Identification et distribution. Centre suisse de cartographie de la faune, 270 pp.
- Lubini V., Knispel S., Sartori M., Vicentini H. & Wagner A. 2012.** Listes rouges Éphémères, Plécoptères, Trichoptères. Espèces menacées en Suisse, état 2010. Office fédéral de l'environnement, Berne, et Centre Suisse de Cartographie de la Faune, Neuchâtel. L'environnement pratique, 1212 : 111 pp.
- Masselot G. & Doretel F. 2004.** Un "porte-bois" terrestre : *Enoicyla pusilla* (Burmeister, 1839) (Trichoptère, Limnephilidé). *Insectes*, 134 (3) : 23-26.
- Malicky H. 2004.** Atlas des trichoptères d'Europe (2^e édition). Springer, Dordrecht (The Netherlands), 358 pp.
- Moog O. 1995.** Fauna aquatica austriaca. Katalog zur autökologischen Einstufung aquatischer Organismen Österreichs. Wasser Wirtschafts Kataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, non paginé.
- Morgan N. 1996.** Investigation de la faune des macroinvertébrés des ruisseaux affluents du plan d'eau de Machais. Rapport d'étude pour le PNR des Ballons des Vosges, Conservatoire des Sites Lorrains, 10 pp.
- Neu P., Malicky H., Graf W. & Schmidt-Kloiber A. 2018.** Distribution Atlas of European Trichoptera. ConchBooks, D-Harxheim, 891 p.
- Reding J.P. 2009.** La renaturation du ruisseau des Vurpillières (Réserve Naturelle Nationale du lac de Remoray, Doubs) : problèmes, méthodes et résultats d'un suivi macrobenthique (Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères) à long terme (1993-2007). *Revue scientifique Bourgogne Nature*, 9 (10) : 225-241.
- Reusch H., Weinzierl A. & Enting K. 2021.** Rote Liste und Gesamtartenliste der Steinfliegen (Plecoptera) Deutschlands. In : Ries M., Balzer S., Grutte H., Haupt H., Hofbauer N., Ludwig G. & Matzke-Hajek G. (Eds.) : Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 5 : Wirbellose Tiere (Teil 3). Münster (Landwirtschaftsverlag). Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (5) : 627-656.
- Robert B. 2016.** Rote Liste und Gesamtartenliste der Köcherfliegen (Trichoptera) Deutschlands. In : Grutte, H., Balzer, S., Binot-Häfele, M., Haupt, H., Hofbauer, N., Ludwig, G., Matzke-Hajek, G. & Ries, M. (Eds.) : Rote Liste der gefährdeten Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 4 : Wirbellose Tiere (Teil 2). Bonn (Bundesamt für Naturschutz). Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (4) : 101-135. doi:10.14279/depositonc-5857
- Ruffoni A. 2024.** Les larves de Plécoptères de France métropolitaine : identification, biologie et écologie. Office pour les insectes et leur environnement, Guyancourt, 560 pp.
- Ruffoni A. & Launay B. 2024.** Ouvrages recommandés pour la détermination morphologique des imagos de Plécoptères de France métropolitaine en 2024. *Ephemera*, 25 : 52-82. doi :110.71868/qgkq-jq10
- Tachet H., Richoux P., Bournaud M. & Usseglio-Polatera P. 2000.** Invertébrés d'eau douce: systématique, biologie, écologie. Paris, CNRS éd. 588 pp.
- Thievant P., DeGiorgi F., Dubois F. & Marquet A. 1991.** Étude scientifique et technique préalable à la protection du site naturel du Ballon de Servance. Plan de protection et de mise en valeur des Hautes-Vosges, Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges, Contrat de plan état-région, 100 p. et annexes.
- UICN France, MNHN & Opie 2018.** La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Éphémères de France métropolitaine, Paris, 4 pp.
- UICN Comité Français, OFB, MNHN & Opie 2025.** La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Plécoptères de France métropolitaine. Paris, France : 13 pp.
- Vallet A. 2012.** Résultats du piégeage des Diptères Syrphidés par tentes Malaise dans la Réserve Naturelle Nationale de la Tourbière de Machais et analyse des résultats selon «Syrph-the-Net», Rapport d'étude pour le PNR des Ballons des Vosges, ENTOMO-LOGIC, 17 pp.

ANNEXE 1 – LISTE DES ESPÈCES D'ÉPHÉMÉROPTÈRES, PLÉCOPTÈRES ET TRICHOPTÈRES DE LA RÉSERVE NATURELLE NATIONALE DE LA TOURBIÈRE DE MACHAIS

La liste des taxons est disposée par ordre (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) puis dans l'ordre alphabétique. X indique les espèces capturées sur la RNN ; l'absence de X indique que le taxon a été cité sur la RNN mais dont la présence réelle est ici considérée comme douteuse.

Titre des colonnes : **A** classe d'abondance de 1 à 6 ; **B** Liste des espèces déterminantes ZNIEFF Grand Est, **C** Listes rouges des espèces menacées, **D** Pièges Malaise "APPB" en 2009, **E** Pièges Malaise "îlot" en 2009, **F** données G. Jacquemin 2020, **G** Pièges Malaise "clairières : TM1 & 145" en 2020-2021, **H** Pièges Malaise "îsière : 143, 144, TM2 & TM3" en 2020-2021, **I** Pièges Malaise "lac 146" en 2020-2021, **J** autres données. Les classes d'abondances sont données à titre purement indicatif, il s'agit simplement du nb d'individus déterminés : 1 = 1 / 2 = 2-4 / 3 = 5-10 / 4 = 11-20 / 5 = 21-50 / 6 = 51-100 / 6+ = >100. Les Listes rouges des espèces menacées sont pour les Ephémères, Plecoptera et Trichoptera respectivement UICN France (2018), UICN France (2025) et Robert (2016) pour la Liste rouge d'Allemagne.

| Taxons | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|--|---|---|----|---|---|---|---|---|---|----------------|
| Ephémères (Ephemeroptera) | | | | | | | | | | |
| <i>Ameletus inopinatus</i> Eaton, 1887 | 1 | 1 | EN | | | | | | | Coppa 2021 |
| <i>Baëtis alpinus</i> (Pictet, 1843) | 3 | 3 | LC | | | X | | | | |
| <i>Baëtis melanonyx</i> (Pictet, 1843) | 3 | 3 | LC | | | X | | | | |
| <i>Baëtis rhodani</i> (Pictet, 1843) | 4 | | LC | | | X | | | | Morgan 1996 |
| <i>Baëtis vernus</i> Curtis, 1834 | 1 | | LC | | | X | | | | |
| <i>Leptophlebia vespertina</i> (Linnaeus, 1758) | 5 | 3 | NT | | | X | | | | Jacquemin 1988 |
| <i>Rhithrogena cf. puytoraci</i> Sowa & Degrange, 1987 | 1 | 3 | LC | X | | X | | | | |
| <i>Rhithrogena semicolorata</i> (Curtis, 1834) ? | 3 | | LC | | | | | | | Morgan 1996 |
| <i>Siphlonurus lacustris</i> (Eaton, 1870) | 3 | | LC | | | X | | | | |
| Perles (Plecoptera) | | | | | | | | | | |
| <i>Amphinemura standfussi</i> (Ris, 1902) | 2 | 3 | | | | | | | | Morgan 1996 |
| <i>Amphinemura sulcicollis</i> (Stephens, 1836) | 4 | | | | X | X | X | X | X | |
| <i>Brachyptera risi</i> (Morton, 1896) | 2 | 3 | | | X | X | | | | Morgan 1996 |
| <i>Brachyptera seticornis</i> (Klapálek, 1902) | 3 | 3 | | | X | | | X | | |
| <i>Capnia vidua</i> Klapálek, 1904 | 5 | 3 | | X | X | X | | | | Morgan 1996 |
| <i>Chloroperla tripunctata</i> (Scopoli, 1763) | 3 | | | | | | | | | Morgan 1996 |
| <i>Diura bicaudata</i> (Linnaeus, 1758) | 2 | 2 | NT | X | | X | | | | Morgan 1996 |
| <i>Isoperla oxylepis</i> (Despax, 1936) | 1 | 3 | | | | X | | | | |
| <i>Leuctra aurita</i> Navás, 1919 | 3 | 3 | | | X | | | X | X | |
| <i>Leuctra autumnalis</i> Aubert, 1948 | 1 | 2 | NT | | | | X | | | |
| <i>Leuctra dalmoni</i> Vinçon & Murányi, 2007 | 3 | 3 | | | | | | X | | |
| <i>Leuctra digitata</i> Kempny, 1899 | 5 | 2 | NT | | | X | X | X | | |
| <i>Leuctra fusca</i> (Linnaeus, 1758) | 1 | | | | | X | | | | Morgan 1996 |
| <i>Leuctra geniculata</i> Stephens, 1836 | 1 | 3 | | | | | | | | Morgan 1996 |
| <i>Leuctra hippopus</i> Kempny, 1899 | 4 | | | | X | | | X | | Morgan 1996 |
| <i>Leuctra inermis</i> Kempny, 1899 | 1 | | | X | | | | | | |
| <i>Leuctra nigra</i> (Olivier, 1811) | 6 | | | X | X | X | X | X | X | Morgan 1996 |
| <i>Leuctra prima</i> Kempny, 1899 | 4 | 3 | | | | X | | | | |
| <i>Leuctra pseudocingulata</i> Mendl, 1968 | 6 | 3 | | X | X | X | X | X | | |
| <i>Leuctra pseudosignifera</i> Aubert, 1954 | 5 | | | X | | X | | | | |
| <i>Nemoura avicularis</i> Morton, 1894 | 3 | 3 | | X | | X | | | | |
| <i>Nemoura cambrica</i> Stephens, 1836 | 2 | 3 | | | | | X | X | | |
| <i>Nemoura cinerea</i> (Retzius, 1783) | 6 | | | X | X | X | X | X | X | Morgan 1996 |
| <i>Nemoura flexuosa</i> Aubert, 1949 | 2 | 3 | | | | X | | | | |
| <i>Nemoura marginata</i> Pictet, 1836 | 5 | | | X | X | X | X | X | | |

| Taxons | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|--|---|---|----|---|---|---|---|---|---|-------------|
| Perles (Plecoptera) suite | | | | | | | | | | |
| <i>Nemurella pictetii</i> Klapálek, 1900 | 6 | | | X | X | X | X | X | | Morgan 1996 |
| <i>Protonemura intricata</i> (Ris, 1902) | 3 | | | | X | | | X | | |
| <i>Protonemura lateralis</i> (Pictet, 1836) | 2 | | | | X | X | | X | | |
| <i>Protonemura meyeri</i> (Pictet, 1841) | 5 | | | | | X | | | | Morgan 1996 |
| <i>Protonemura nimborum</i> (Ris, 1902) | 1 | 3 | | | | X | | | | |
| <i>Protonemura risi</i> (Jacobson & Bianchi, 1905) | 5 | | | X | X | X | X | X | X | |
| <i>Siphonoperla torrentium</i> (Pictet, 1841) | 6 | | | X | X | X | X | X | | |
| Phryganes (Trichoptera) | | | | | | | | | | |
| <i>Adicella filicornis</i> (Pictet, 1834) | 3 | 2 | NT | | | X | | | | |
| <i>Adicella reducta</i> (McLachlan, 1865) | 1 | | | | | X | | | | |
| <i>Agapetus ochripes</i> Curtis, 1834 | 2 | | | | | X | | | | |
| <i>Agrypnia varia</i> (Fabricius, 1793) | 4 | 3 | | | | X | | X | X | |
| <i>Agrypnia obsoleta</i> (Hagen, 1864) | 2 | 3 | VU | | | | | | | Vein 1988 |
| <i>Beraea pullata</i> (Curtis, 1834) | 2 | | | | | | | X | | |
| <i>Chaetopterygopsis macrachlani</i> Stein, 1874 (Fig. 1E) | 2 | 3 | | | | X | | | | |
| <i>Chaetopteryx villosa</i> (Fabricius, 1798) | 3 | | | | | X | | X | | |
| <i>Crunoecia irrorata</i> (Curtis, 1834) | 2 | 3 | | X | X | X | | | | |
| <i>Drusus annulatus</i> (Stephens, 1837) | 4 | | NT | | X | X | | | X | |
| <i>Drusus discolor</i> (Rambur, 1842) | 2 | 3 | VU | | X | | | | | |
| <i>Ecnomus tenellus</i> (Rambur, 1842) | 2 | | | | | | | X | | |
| <i>Enoicyla pusilla</i> (Burmeister, 1839) | 2 | | | | X | X | X | | | |
| <i>Glossosoma conforme</i> Neboiss, 1963 | 1 | | | | | X | | | | |
| <i>Grammotaulius submaculatus</i> (Rambur, 1842) | 6 | 2 | VU | | X | X | X | X | X | |
| <i>Holocentropus stagnalis</i> (Albarda, 1874) | 1 | 3 | NT | | | | | | X | |
| <i>Hydropsyche dinarica</i> Marinković-Gospodnetić, 1979 | 1 | | | | | X | | | | |
| <i>Hydropsyche instabilis</i> (Curtis, 1834) | 3 | | | | | X | | | | |
| <i>Hydropsyche siltalai</i> Doebler, 1963 | 3 | | | | | X | | | | |
| <i>Leptocerus tineiformis</i> Curtis, 1834 | 1 | | | | | X | | | | |
| <i>Limnephilus auricula</i> Curtis, 1834 | 1 | | | | | | | X | | |
| <i>Limnephilus bipunctatus</i> Curtis, 1834 | 1 | | | | | | | X | | |
| <i>Limnephilus centralis</i> Curtis, 1834 | 6 | | NT | | | X | X | X | X | |
| <i>Limnephilus coenosus</i> Curtis, 1834 | 2 | 2 | EN | | | X | X | | | |
| <i>Limnephilus decipiens</i> (Kolenati, 1848) | 1 | 3 | NT | | | | | | X | |
| <i>Limnephilus flavicornis</i> (Fabricius, 1787) | 3 | | | | | | | X | X | |
| <i>Limnephilus griseus</i> (Linnaeus, 1758) | 3 | | | | | X | X | X | | |
| <i>Limnephilus sparsus</i> Curtis, 1834 | 5 | | | | | X | X | X | | |
| <i>Lithax niger</i> (Hagen, 1859) | 3 | 2 | NT | | | X | | | | |
| <i>Mystacides azureus</i> (Linnaeus, 1761) | 2 | | | | | | | | | Morgan 1996 |
| <i>Odontocerum albicone</i> (Scopoli, 1763) | 2 | | | | | X | | | | Colin 2017 |
| <i>Oecetis lacustris</i> (Pictet, 1834) | 3 | | | | | | | | X | |
| <i>Oligotricha striata</i> (Linnaeus, 1758) | 6 | | | | | | X | X | | |
| <i>Parachiona picicornis</i> (Pictet, 1834) | 3 | 3 | NT | X | | X | | | | |
| <i>Philopotamus ludificatus</i> McLachlan, 1878 | 4 | 3 | | X | X | X | | | | |
| <i>Philopotamus montanus</i> (Donovan, 1813) | 4 | | | | | | | | X | |
| <i>Philopotamus variegatus</i> (Scopoli, 1763) | 2 | 3 | | X | X | | | | | |
| <i>Phryganea bipunctata</i> Retzius, 1783 | 1 | | | | | | | | | Vein 1988 |
| <i>Plectrocnemia conspersa</i> (Curtis, 1834) | 5 | | | X | X | X | | X | X | Colin 2017 |

| Taxons | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|--|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|
| Phryganes (Trichoptera) suite | | | | | | | | | | |
| <i>Plectrocnemia geniculata</i> McLachlan, 1871 | 2 | | | | | X | | | | |
| <i>Polycentropus flavomaculatus</i> (Pictet, 1834) | 1 | | | | | X | | | | |
| <i>Potamophylax cingulatus</i> (Stephens, 1837) | 2 | | | | X | X | X | | X | |
| <i>Potamophylax latipennis</i> (Curtis, 1834) | 3 | | | | | X | | | | |
| <i>Pseudopsilopteryx zimmeri</i> (McLachlan, 1876) | 3 | 3 | VU | | X | X | | | | |
| <i>Ptilocolepus granulatus</i> (Pictet, 1834) | 5 | | NT | X | X | X | | X | | |
| <i>Rhadicoleptus alpestris</i> (Kolenati, 1848) | 5 | 3 | NT | | | X | X | X | X | |
| <i>Rhyacophila aquitanica</i> McLachlan, 1879 | 2 | 3 | VU | | | X | | | | |
| <i>Rhyacophila dorsalis</i> (Curtis, 1834) | 2 | | | | | X | | | | |
| <i>Rhyacophila evoluta</i> McLachlan, 1879 | 3 | | | | | X | | | | |
| <i>Rhyacophila philopotamoides</i> McLachlan, 1879 | 3 | | VU | X | X | X | | | | |
| <i>Rhyacophila praemorsa</i> McLachlan, 1879 | 3 | | | | | X | | | | |
| <i>Rhyacophila tristis</i> Pictet, 1834 | 2 | 3 | | | | | X | X | | |
| <i>Sericostoma flavigeum</i> Schneider, 1845 | 1 | | | | | X | | | | |
| <i>Silo nigricornis</i> (Pictet, 1834) | 1 | | | | X | | | | | |
| <i>Stenophylax lateralis</i> (Stephens, 1837) | 6 | 3 | | X | X | X | X | X | | |
| <i>Stenophylax permistus</i> McLachlan, 1895 | 3 | | | | X | X | X | | | |
| <i>Stenophylax sequax</i> (McLachlan, 1875) | 2 | | | | | X | | | | |
| <i>Synagapetus iridipennis</i> McLachlan, 1879 | 1 | 2 | NT | | | X | | | | |
| <i>Wormaldia occipitalis</i> (Pictet, 1834) | 5 | 3 | | | | X | | | | |

ANNEXE 2 – ANALYSE DU PEUPLEMENT D'ÉPHÉMÉOPTÈRES, PLÉCOPTÈRES ET TRICHOPTÈRES DE LA RÉSERVE NATURELLE NATIONALE DE LA TOURBIÈRE DE MACHAIS

Les 96 espèces ici listées sont disposées dans l'ordre de leur distribution de l'amont vers l'aval selon la littérature (se reporter au texte). Les classes de A à E indiquent la proportion d'observations réalisées dans la catégorie typologique correspondante d'après une compilation des données disponibles dans la littérature : A 0-20%, B 20-40%, C 40-60%, D 60-80%, E 80-100%. La succession de l'amont vers l'aval des niveaux typologiques des cours d'eau (Illies & Botosaneanu 1963) est la suivante : eucrénon (EuC), hypocrénon (HypoC), épiphithron (EpiR), métaphithron (MétaR), hypophithron (HypoR), épipotamont (EpiP), métapotamont (MétaP). L'hypopotamont n'est pas représenté dans le Grand Est. "Stag" indique ici les eaux stagnantes.

| Taxons et assemblages | EuC | HypoC | EpiR | MétaR | HypoR | EpiP | MétaP | Stag |
|------------------------------------|-----|-------|------|-------|-------|------|-------|------|
| Espèces crénales | | | | | | | | |
| <i>Crunoecia irrorata</i> | | | | | | | | |
| <i>Ptilocolepus granulatus</i> | D | A | | | | | | |
| <i>Beraea pullata</i> | D | A | | | | | | |
| <i>Synagapetus iridipennis</i> | D | A | A | | | | | |
| <i>Adicella filicornis</i> | C | C | | | | | | |
| <i>Enoicyla pusilla</i> | C | C | | | | | | |
| <i>Rhyacophila philopotamoides</i> | C | C | | | | | | |
| <i>Wormaldia occipitalis</i> | C | C | | | | | | |
| <i>Parachiona picicornis</i> | C | B | | | | | | |
| <i>Plectrocnemia geniculata</i> | C | B | A | | | | | A |
| <i>Nemoura marginata</i> | C | A | A | A | | | | |
| <i>Limnephilus centralis</i> | B | B | A | | | | | |
| <i>Pseudopsilopteryx zimmeri</i> | B | B | A | | | | | |
| <i>Stenophylax lateralis</i> | B | B | A | | | | | |
| <i>Drusus annulatus</i> | B | B | B | | | | | |
| <i>Leuctra dalmoni</i> | B | B | B | | | | | |
| <i>Lithax niger</i> | B | B | B | | | | | |
| <i>Nemoura cambrica</i> | B | B | C | A | | | | |
| <i>Nemoura cinerea</i> | B | A | A | A | A | A | | A |
| <i>Nemurella pictetii</i> | B | A | A | A | A | A | | A |
| <i>Drusus discolor</i> | A | D | A | | | | | |
| Espèces épiphithrales | | | | | | | | |
| <i>Protonemura risi</i> | | | | | | | | |
| <i>Stenophylax sequax</i> | A | C | B | | | | | |
| <i>Protonemura lateralis</i> | A | C | B | A | | | | |
| <i>Chaetopterygopsis macfieani</i> | A | B | B | A | | | | |
| <i>Potamophylax cingulatus</i> | A | B | B | B | | | | |
| <i>Leuctra nigra</i> | A | B | A | A | A | | | |
| <i>Diura bicaudata</i> | A | B | C | | | | | |
| <i>Siphonoperla torrentium</i> | A | A | B | B | | | | |
| <i>Amphinemura sulcicollis</i> | A | A | B | B | | | | |
| <i>Leuctra aurita</i> | A | A | B | A | A | | | |
| <i>Rhyacophila tristis</i> | A | A | B | A | A | | | |
| <i>Leuctra hippopus</i> | A | A | B | B | A | | | |
| <i>Nemoura avicularis</i> | A | A | A | | | | | A |
| <i>Plectrocnemia conspersa</i> | A | A | A | A | A | | | A |
| <i>Chaetopteryx villosa</i> | A | A | A | A | A | A | | |
| <i>Limnephilus auricula</i> | A | A | A | | | | | C |
| <i>Leuctra pseudosignifera</i> | | C | B | A | | | | |

| Taxons et assemblages | EuC | HypoC | EpiR | MétaR | HypoR | EpiP | MétaP | Stag |
|--------------------------------------|-----|-------|------|-------|-------|------|-------|------|
| Espèces épirhithrales (suite) | | | | | | | | |
| <i>Leuctra digitata</i> | B | C | A | | | | | A |
| <i>Rhyacophila aquitanica</i> | B | B | B | | | | | |
| <i>Baëtis alpinus</i> | B | B | B | | | | | |
| <i>Baëtis melanonyx</i> | B | B | B | | | | | |
| <i>Silo nigricornis</i> | B | B | A | A | | | | |
| <i>Isoperla oxylepis</i> | A | E | | | | | | |
| <i>Leuctra prima</i> | A | E | | | | | | |
| <i>Capnia vidua</i> | A | D | | | | | | |
| <i>Rhyacophila praemorsa</i> | A | D | | | | | | |
| <i>Glossosoma conforme</i> | A | D | A | | | | | |
| <i>Leuctra autumnalis</i> | A | D | A | | | | | |
| <i>Odontocerum albicorne</i> | A | D | A | | | | | |
| <i>Philopotamus ludificatus</i> | A | D | A | | | | | |
| <i>Philopotamus montanus</i> | A | D | A | | | | | |
| <i>Protonemura intricata</i> | A | D | A | A | | | | |
| <i>Stenophylax permistus</i> | A | C | A | | | | | |
| <i>Rhyacophila evoluta</i> | A | C | B | | | | | |
| <i>Leuctra inermis</i> | A | C | A | A | | | | |
| Espèces rhithrales | | | | | | | | |
| <i>Ameletus inopinatus</i> | A | B | B | A | | | | |
| <i>Baëtis rhodani</i> | A | A | B | B | A | | | |
| <i>Sericostoma flavicorne</i> | A | A | A | B | A | | | |
| <i>Potamophylax latipennis</i> | A | A | A | B | A | A | | |
| <i>Leuctra pseudocingulata</i> | | E | B | | | | | |
| <i>Protonemura nimborum</i> | | D | A | | | | | A |
| <i>Rhithrogena puytoraci</i> | | C | C | | | | | |
| <i>Philopotamus variegatus</i> | | C | C | | | | | |
| <i>Protonemura meyeri</i> | | C | B | | | | | |
| <i>Hydropsyche dinarica</i> | | C | B | | | | | |
| <i>Hydropsyche instabilis</i> | | B | B | A | | | | |
| <i>Nemoura flexuosa</i> | | B | B | B | | | | |
| <i>Agapetus ochripes</i> | | A | D | A | | | | |
| <i>Rhyacophila dorsalis</i> | | A | D | A | | | | |
| <i>Brachyptera seticornis</i> | | A | C | B | | | | |
| <i>Hydropsyche siltalai</i> | | A | C | B | | | | |
| <i>Baëtis vernus</i> | | A | B | B | A | | | |
| <i>Brachyptera risi</i> | | A | B | B | A | | | |
| <i>Leuctra fusca</i> | | A | A | B | A | A | | |
| <i>Limnephilus sparsus</i> | | A | A | B | A | A | | |
| <i>Limnephilus griseus</i> | | | C | C | | | | |
| <i>Adicella reducta</i> | | | C | C | | | | |
| <i>Polycentropus flavomaculatus</i> | | | A | A | A | A | | |
| Espèces (potamo-) limnophiles | | | | | | | | |
| <i>Mystacides azureus</i> | | | | A | B | B | B | |
| <i>Leptophlebia vespertina</i> | A | A | A | | | | | C |
| <i>Siphlonurus lacustris</i> | | A | A | A | | | | C |
| <i>Ecnomus tenellus</i> | | | | A | A | | | C |

| Taxons et assemblages | EuC | HypoC | EpiR | MétaR | HypoR | EpiP | MétaP | Eaux |
|--|-----|-------|------|-------|-------|------|-------|------|
| Espèces (potamo-) limnophiles (suite) | | | | | | | | |
| <i>Limnephilus decipiens</i> | | | | A | A | | C | |
| <i>Limnephilus flavicornis</i> | | | | A | A | | C | |
| <i>Oecetis lacustris</i> | | | | A | A | | D | |
| <i>Agrypnia obsoleta</i> | | | | | | | E | |
| <i>Agrypnia varia</i> | | | | | | | E | |
| <i>Grammotaulius submaculatus</i> | | | | | | | E | |
| <i>Holocentropus stagnalis</i> | | | | | | | E | |
| <i>Leptocerus tineiformis</i> | | | | | | | E | |
| <i>Limnephilus bipunctatus</i> | | | | | | | E | |
| <i>Limnephilus coenosus</i> | | | | | | | E | |
| <i>Oligotricha striata</i> | | | | | | | E | |
| <i>Phryganea bipunctata</i> | | | | | | | E | |
| <i>Radicoleptus alpestris</i> | | | | | | | E | |