



Bulletin
de la

SOCIÉTÉ LINNÉENNE
DE LYON



Assemblage de coléoptères aquatiques rhône-alpins selon la diversité des mares – approche IndVal (Indicator Values)

Rémy Saurat*, Alexandre Gerbaud et Rémi Bogey****

*Bureau d'études MyColéo, 50 Chemin des Fonts, F-69110 Sainte-Foy-lès-Lyon - remy-saurat@hotmail.fr

**Syndicat du Haut-Rhône, 92 rue des Fontanettes, F-73170 Yenne - a.gerbaud@haut-rhone.com & r.bogey@haut-rhone.com

Résumé. – Une analyse IndVal permet de dresser une typologie d'habitats lenticques pour Rhône-Alpes en étudiant les communautés de coléoptères aquatiques. La classification distingue cinq types de milieux et permet de définir des espèces de coléoptères indicatrices pour chacun d'entre eux.

Mots-clés. – Coléoptères aquatiques, mares, typologie, Indicator Values.

Aquatic beetles communities in Rhône-Alpes according to ponds diversity – IndVal approach

Abstract. – An IndVal analysis allows to establish a typology of lentic habitats for the Rhône-Alpes region by studying the communities of aquatic beetles. The classification distinguishes five types of environments and allows the definition of indicator beetle species for each of them.

Key words. – Aquatic beetles, ponds, typology, Indicator Values.

INTRODUCTION

Les coléoptères aquatiques forment un groupe écologiquement diversifié avec 650 espèces environ pour la France métropolitaine (TRONQUET, 2014). Nombre d'entre eux dépendent de milieux lenticques, ce cortège étant bien différent de celui des milieux d'eaux courantes. Cette variété en espèces provient de la formidable plasticité génétique de l'ordre des coléoptères et de sa faculté à coloniser divers milieux naturels. Les environnements aquatiques, en exerçant une pression de sélection constante sur ces insectes, les ont amenés à s'adapter au fil du temps, à l'exploitation de différentes ressources et habitats d'où la forte variabilité présente dans leur mode de vie et leur régime alimentaire (MILLER & BERGSTEN, 2016).

Constituée de diverses guildes comme des prédateurs, des algivores, des détritivores, des brouteurs de microfilms, etc., la plupart des communautés de coléoptères aquatiques reste sensible aux facteurs écologiques présents autour et dans la mare. La structuration des espèces s'établit dans l'espace avec la colonisation de la pièce d'eau depuis les espèces associées aux sédiments du fond jusqu'aux fousisseurs liés au milieu interstitiel des berges. Elle se produit également dans le temps selon le degré d'ancienneté de la mare et d'une dépendance d'une partie du cycle larvaire de certaines espèces à un micro-habitat donné. En rapport avec leur niche écologique et leurs exigences, peu d'études en France ont été menées sur le lien entre la diversité des coléoptères aquatiques et la multitude d'environnements aquatiques existants (CASTELLA *et al.*, 1991 ; RICHOUX, 1994). Pourtant, les insectes en général sont réputés pour être des indicateurs précis de l'état écologique des habitats naturels (SCHOENER, 1986 ; BALKE, 2001 ; LIAO *et al.*, 2021). Les paramètres physico-chimiques, comme

la conductivité, le degré de trophie ou le pH (FOSTER, 1995 ; CÉPEDES *et al.*, 2013), peuvent avoir une plus forte influence sur les assemblages de coléoptères aquatiques que des facteurs biologiques comme les relations interspécifiques.

Parmi la diversité des mares en Rhône-Alpes, des espèces répondent à des conditions stationnelles particulières et vont être fidèles à certaines catégories de milieux lenticques. Dans un contexte global où la vulnérabilité des milieux aquatiques se poursuit avec la transformation artificielle des paysages et l'assèchement des zones humides, les recherches de renseignements sur la diversité des coléoptères aquatiques et sur la présence d'espèces potentiellement bio-indicatrice sont urgentes. Des processus naturels influencent la répartition spatiale de certaines communautés d'insectes allant depuis la plaine jusqu'à la haute montagne. Ces peuplements vont varier en composition taxonomique selon les changements d'environnement et les caractéristiques de chacun des organismes. C'est pourquoi l'idée sous-jacente est d'abord de comprendre comment se structurent les coléoptères aquatiques et les grands ensembles de mares au niveau régional à l'aide d'une analyse de gradient écologique (NMDS). Ensuite, il s'agit de savoir si certaines catégories de mares sont mises en évidence par une méthode de classification (procédure *k-means*) et si des espèces bio-indicatrices en ressortent (*Indicator Value*). Chaque groupe de mares se distingue par des conditions particulières du milieu et il est fort probable que des espèces soient liées à ces combinaisons de facteurs écologiques. La méthode *Indicator Value* (IndVal), développée par DUFRENE & LEGENDRE (1997) a été utilisée pour sa capacité à définir des espèces indicatrices de différents groupes provenant d'une classification de sites aquatiques (à partir d'une procédure *k-means*).

MÉTHODES

Échantillonnage

Ce travail a été mené dans le sud-est de la France, entre Rhône-Alpes, le nord de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur et un site en Franche-Comté. Les départements concernés sont l'Isère, l'Ain, la Savoie, la Haute-Savoie, les Hautes-Alpes et le Jura (Fig. 1). La majorité des territoires prospectés comporte des secteurs géographiques où la gestion des espaces naturels est assurée par des structures publiques dédiées à la conservation et la valorisation de l'environnement. Tous ces établissements sont des partenaires ayant permis la réalisation de ce projet de bio-indication des mares par l'étude des coléoptères aquatiques. Cela comprend les structures suivantes : le Syndicat du Haut-Rhône, le Conseil Départemental de l'Isère, le Parc National des Écrins, les Réserves Naturelles Nationales du Haut-Rhône français, du Marais de Lavours, de la Tourbière du Luitel, de la Tourbière du Grand Lemps et de la Platière. Des acteurs locaux ont apporté une aide précieuse dans l'échantillonnage comme le Club Entomologique Dauphinois Rosalia ou l'association Lo Parvi.

En tenant compte de tous les départements prospectés, les sites s'échelonnent depuis la plaine jusqu'à la haute montagne avec des environnements évoluant au gré du climat, du relief et de l'altitude. Une diversité de milieux en ressort, d'où la nécessité de classer les pièces d'eau dans des groupes stables. Pour cela, six catégories sont prises en compte en hiérarchisant les mares selon leur contexte avec les qualificatifs « Ouvert », « Fermé », « Artificiel », « Pionnier » (temporaire), « Montagne » et

« Haute Montagne ». Le projet étant à une phase encore initiale, le nombre de réplicats de mares par catégorie n'est pas encore suffisant pour élaborer une classification plus précise des contextes de pièces d'eau. Les milieux artificiels sont définis arbitrairement comme mares à substrat d'origine anthropique (plastic, béton, liner) et les contextes montagnards correspondent à des altitudes comprises entre 1000 et 2000 m pour « Montagne » et au-delà de 2000 m pour « Haute Montagne ».

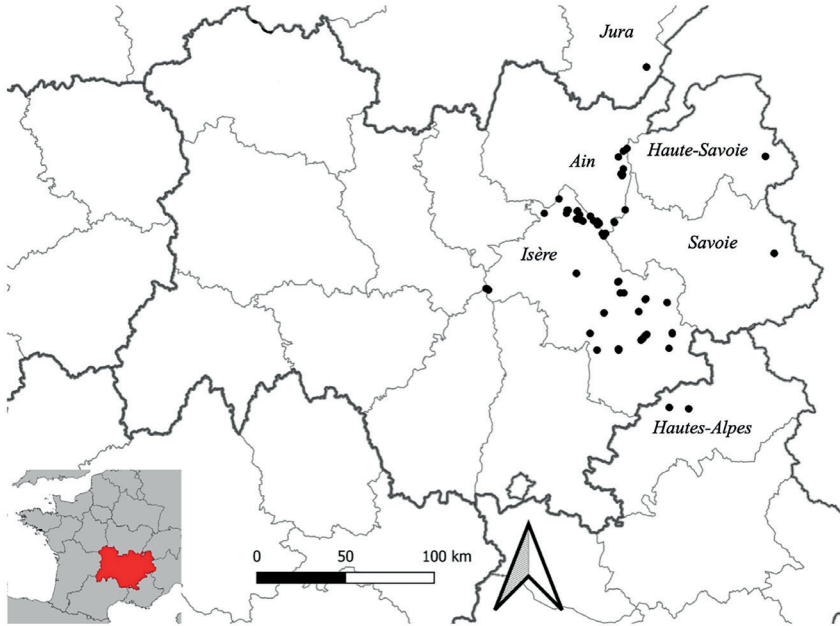


Figure 1. Carte des différentes mares prises en compte dans l'analyse.

Procédure

La méthodologie utilisée est le protocole dénommé « Indice Composite des Coléoptères Aquatiques des Mares » (ICOCAM - PICARD & LEROY, 2015) avec la réalisation de deux passages par an (un au printemps et un second en fin d'été/début d'automne). Ce protocole demande de scinder le temps global de prospection en deux éléments distincts. Il s'agit d'évaluer pendant 1/3 du temps le compartiment aquatique situé entre 30 cm et 2 m de profondeur et pendant les 2/3 du temps restant le compartiment représenté par l'interface eau-terre (compris entre 0 cm et 30 cm de profondeur). La standardisation s'effectue en attribuant un temps d'échantillonnage en fonction de la surface de la mare. Une sonde multi-paramètres vient compléter l'équipement pour mesurer systématiquement le pH, la température et la conductivité de l'eau.

À propos des captures de coléoptères aquatiques, les récoltes sont effectuées à l'aide d'un filet troubleau d'une maille de 500 μ m et d'une époussette, et sont conditionnées en alcool à 70° si la détermination des espèces n'est pas possible sur le terrain. Dans la mesure du possible, les espèces sont déterminées au rang spécifique.

ÉCOLOGIE NUMÉRIQUE ET ESPÈCES INDICATRICES

Organisation des communautés

Toutes les approches mathématiques sont réalisées à l'aide du logiciel R v4.1.2 (R Core Team, 2021). Dans un premier temps, une analyse indirecte de gradient dénommée Non-Metric Multidimensional Scaling (NMDS) est utilisée avec la fonction *MetaMDS* du package *vegan* pour comprendre les similarités entre les pièces d'eau échantillonnées. Elle est également utile pour examiner si le modèle graphique obtenu corrobore les connaissances scientifiques existantes. Ainsi, par l'analyse des données affichées dans le graphique, il est possible d'évaluer les raisons écologiques pour lesquelles les mares sont rapprochées ou éloignées les unes des autres (Fig. 2). Cette technique est considérée comme l'une des plus souhaitables dans les analyses en écologie (ZUUR *et al.*, 2009) avec un tableau en présence-absence et une distance de Bray-Curtis employée (LEGENDRE & GALLAGHER, 2001). La significativité des différences entre groupes de mares est testée à l'aide d'une analyse de similarité variant entre 0 et 1 (ANOSIM - CLARKE, 1993). Dans cette procédure, le résultat tend vers 0 quand aucune dissimilarité n'est observée entre chaque groupe et tend vers 1 quand les groupes sont complètement différents.

La présence de plusieurs ensembles de mares indique qu'une typologie de milieu est identifiable et qu'il est intéressant de déterminer si des espèces de coléoptères aquatiques sont exclusives à un groupe donné. Des espèces inféodées à une catégorie de mares peuvent être rares et spécifiques de conditions environnementales particulières, suggérant l'originalité d'un milieu. Cela implique d'évaluer si ces espèces ont le statut de *bio-indicateur* d'une combinaison bien précise de facteurs écologiques.

HIÉRARCHISATION DES GROUPES ET ESPÈCES BIO-INDICATRICES

Pour cela et dans un second temps, une typologie de pièces d'eau est obtenue en suivant la procédure de la méthode *Indicator Value* (IndVal - DUFRENE & LEGENDRE, 1997) qui consiste à obtenir une classification du jeu de données par une méthode de *clustering*. La procédure *k-means* est effectuée en transformant au préalable les données de présence-absence avec la distance d'*Hellinger*. Comme cité par LEGENDRE & GALLAGHER (2001), cette opération permet l'utilisation de méthodes euclidiennes (*k-means*). Ces techniques ont été accomplies à l'aide des packages *labdsv* et *indicspecies* fonction *multipatt* dans R v4.1.2 (R Core Team, 2021). Il est ainsi possible de déterminer un ensemble d'espèces caractéristiques des différents groupes de mares et d'en déduire les coléoptères aquatiques indicateurs. La méthode IndVal mesure deux composantes : la faculté d'une espèce à être présente uniquement dans un groupe de mares, dénommée *spécificité*, et la fréquence d'une espèce dans un groupe donné, dénommée *fidélité-sensibilité*. Une espèce combinant une spécificité et une fidélité élevée peut être vue comme un taxon indicateur (IndVal >50%) (Tabl. I).

RÉSULTATS

Répartition des mares

Au total, 105 mares ont servi aux analyses contenant 145 espèces de coléoptères aquatiques. Comme il est indiqué par l'ordination graphique, les différences entre sites

montrent que les mares de montagne (triangle) et de haute montagne (carré plein) sont généralement sur la partie droite du graphique alors que les mares de plaine sont sur la partie gauche (Fig. 2 : NMDS - outil mathématique permettant de comprendre les similitudes entre groupe de mares en s'aidant des distances entre les points ; chaque groupe de mares est caractérisé par un contexte environnemental bien précis ; cette méthode est définie comme une analyse indirecte de gradient écologique).

L'axe des abscisses (nommé *nmds1*) peut être traduit par un gradient d'altitude, expliquant en partie comment se structurent les mares observées à l'échelle de l'étude. En rapport à l'axe des ordonnées (*nmds2*), les distances observées les plus fortes opposent les mares de milieux ouverts (rond vide) sur la partie basse du graphique avec celles de milieux forestiers (rond plein) en haut. Cette séparation peut se traduire par un contexte variant entre les mares ensoleillées et les mares ombragées. Le gradient écologique supposé est relié à la fermeture du milieu. Ces résultats montrent des tendances, conduisant à des pistes de réflexion sur la distribution des espèces de coléoptères aquatiques. Les mares temporaires et artificielles ne forment pas de groupes significativement distincts.

Néanmoins, la forte variabilité de répartition de certaines espèces implique de rester prudent dans l'analyse du graphique. Le stress de la NMDS est correct avec un seuil de 0,18 et le test ANOSIM est significatif avec $R = 0,76$ et $p = 0.015$.

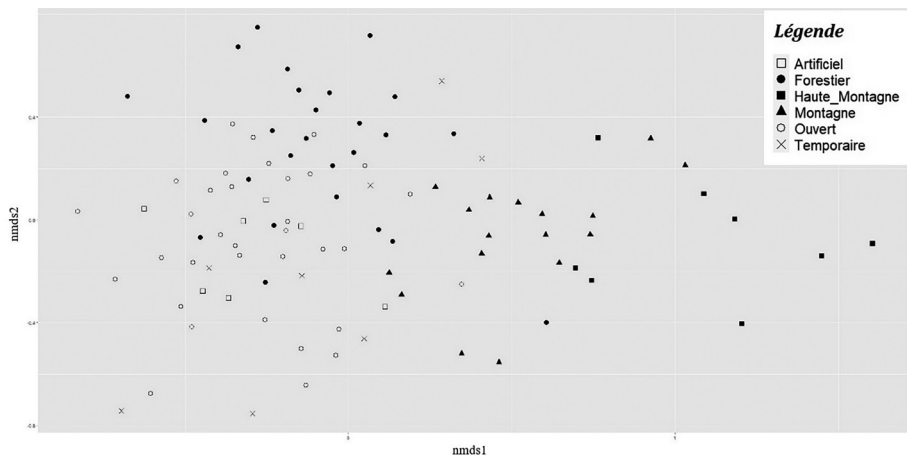


Figure 2. Non Metric multiDimensional Scaling (NMDS) des mares échantillonnées en intégrant les différents contextes écologiques environnants (symbologie précisée en haut à droite).

Classification

À propos de l'approche IndVal, la méthode *k-means* a permis de faire ressortir cinq « clusters » comme groupes structurés et considérés comme un socle pour organiser la typologie d'habitat (Tabl. I). Dans cette classification, cinq groupes sont mis en avant avec :

- le Groupe 1 concernant des milieux d'altitude rassemblant les contextes de montagne et de haute montagne (tourbières bombées, mares tourbeuses). Cette réunification des deux contextes est le reflet d'un manque de mares expertisées dans ces environnements ;

- le Groupe 2 exprimant des pièces d'eau argileuses ensoleillées où les herbiers aquatiques sont présents mais où la masse d'eau est semi-temporaire (ex : mouillère agricole) ;
- le Groupe 3 comprenant des mares situées en milieu ombragé mais avec des eaux de sources, marquées par des espèces sténothermes ;
- le Groupe 4 défini en tant qu'habitat aquatique forestier (mares aux rives boisées, lûnes) riche en matières organiques et souvent inclus dans les grands complexes de marais (ex : système alluvial du Saugey, marais de l'Herretang) ;
- le Groupe 5 considéré comme des pièces d'eau ensoleillées permanentes, eutrophes végétalisées, permanentes et fortement végétalisées.

Parmi ces cinq ensembles, des espèces de coléoptères aquatiques ressortent de l'analyse IndVal comme potentiellement indicatrices de chacune des catégories de mares. La méthode attribue deux paramètres aux espèces évaluées. Le premier est la *spécificité* oscillant de 0 à 1, indiquant qu'une espèce est exclusive à un groupe d'habitat lorsque le sous-indicateur tend vers 1. La *fidélité*, variant de 0 à 1, traduit la fréquence d'apparition d'une espèce donnée au sein d'une catégorie d'habitat. Les groupements de coléoptères aquatiques découverts comme indicateurs dans chacun des habitats sont plus importants dans le Groupe 1 avec 12 espèces et dans le Groupe 4 avec 10 espèces. Les autres ensembles contiennent respectivement 3 espèces pour le Groupe 2 et 5 espèces pour les Groupes 3 et 5.

La structure hiérarchique de la méthode *k-means* met en avant cinq clusters repris par la méthode IndVal et exprimant des milieux écologiquement différents. En effet, chacun de ces groupes est constitué en partie d'espèces sténoèces propres à un habitat donné comme montré par l'analyse IndVal (Tabl. I) ; par exemple : *Agabus lapponicus* et *Hydroporus sabaudus* dans le Groupe 1, relatives aux espaces montagnards. En tenant compte de cette typologie, certaines espèces indicatrices pour chacune des catégories de mares sont également rares et/ou sporadiques aux échelles régionales et nationales (Tabl. I, en gras).

DISCUSSION

Cette méthode permet de mettre en évidence des espèces spécifiques à des catégories de mares. La précision et la robustesse des résultats dépendent du jeu de données enrichi et compilé à travers la réalisation d'un échantillonnage des mares entre 2019 et 2021.

Le nombre de 105 pièces d'eau prises en compte dans l'analyse peut paraître important mais reste peu élevé pour obtenir une typologie exacte des milieux lentiques. La variabilité importante de certains taxons d'une année à l'autre et la détection difficile des espèces rares imposent d'avoir un réplicat de pièces d'eau, soit un minimum de 400 sites étudiés. Néanmoins, les résultats déjà obtenus permettent l'établissement d'une première classification des mares au niveau régional avec des coléoptères aquatiques indicateurs pour chacun des groupes constituant la typologie.

Parmi ces espèces, certaines sont rares, patrimoniales et font l'objet de forts enjeux de conservation. C'est le cas pour :

- *Agabus lapponicus* (Dytiscidae), *Hydroporus sabaudus* (Dytiscidae) et *Anacaena globulus* (Hydrophilidae) dans le Groupe 1, spécifiques des mares tourbeuses d'altitude ;

- *Agabus labiatus* (Dytiscidae), très rare en Rhône-Alpes et correspondant au Groupe 2. Cette espèce est inféodée aux mares semi-temporaires, avec une saisonnalité plus ou moins marquée ;

- le dytique *Dytiscus circumcinctus* (Dytiscidae), indicateur des mares à eaux fraîches, peu polluées et propre au Groupe 3 (eaux de sources ou originelles de torrents de montagne). Cette espèce est rare pour Rhône-Alpes, à tendance cryophile et spécifique des milieux oligotrophes (JOHANSSON & NILSSON, 1992) ;

- cet ensemble représenté par le Groupe 4 et marqué par les présences d'*Hydroporus dorsalis* (Dytiscidae), d'*Hydroporus angustatus* (Dytiscidae), d'*Ilybius neglectus* (Dytiscidae) et d'*Agabus undulatus* (Dytiscidae, espèce généralement aptère ce qui accentue sa vulnérabilité face à la fragmentation des milieux aquatiques - JACKSON, 1956). Ce peuplement d'espèces est associé aux grands ensembles lenticques forestiers où la connectivité entre réseaux de mares est forte et où l'ancienneté des milieux aquatiques est probable. Les mares composant ce groupe sont généralement en forêt, fortement ombragées et riches en feuilles mortes. Les résultats de l'IndVal restent cohérents avec les observations faites sur le terrain et avec ce qui est inscrit dans la littérature. Cette communauté d'espèces indicatrices des mares forestières est rare et probablement en forte régression en Rhône-Alpes ;

- *Cybister lateralimarginalis* (Dytiscidae), une espèce de grande taille (jusqu'à 40 mm) et indicatrice des mares permanentes eutrophes. Depuis plusieurs décennies, elle est citée de plusieurs pays comme étant menacée. Elle est en voie de disparition à l'échelle européenne (SCHNITTLER *et al.*, 1994 ; GÄRDENFORS, 2000 ; FARKAC *et al.*, 2005).

L'étude a permis d'observer d'autres espèces sur le terrain, non prises en compte dans l'analyse IndVal mais qui sont également rares et sténotopes en Rhône-Alpes comme *Hydroporus ferrugineus* (Dytiscidae), spécifique des mares oligotrophes, sur écoulement de sources, *Hydroporus nigellus* (Dytiscidae), un dytique boréo-alpin rarement observé en altitude, prédateur sténophage en eaux froides et *Ilybius subaeneus* (Dytiscidae), rare espèce rencontrée pour la région uniquement dans les grands ensembles bien conservés de mares boisées du nord du département de l'Isère.

Ce travail permet une compréhension de la distribution des espèces à l'échelle régionale. Certains taxons catalogués comme rares le sont aussi aux niveaux national et européen. D'autres expertises entomologiques permettront de préciser la patrimonialité des espèces déjà observées et d'en évaluer de nouvelles.

Espèces	Tourbières d'altitude (1)	Mares ensolaillées semi-temporaires (2)	Mares à eaux fraîches (3)	Marais forestiers (4)	Mares eutrophes et végétalisées (5)
<i>Helophorus flavipes</i> ***	83% (spe-73,4% ; fid-93,7%)				
<i>Helophorus glacialis</i> ****	79% (spe-99% ; fid-62%)				
<i>Agabus congener</i> ***	75% (spe-99% ; fid-57%)				
<i>Anacaena globulus</i> ***	63% (spe-70% ; fid-56%)				
<i>Hydroporus sabaudus</i> **	53% (spe-100% ; fid-30%)				
<i>Agabus lapponicus</i> **	51% (spe-100% ; fid-20%)				
<i>Boreonectes griseostriatus</i> *	35% (spe-100% ; fid-12%)				
<i>Hydroporus nigellus</i> *	35% (spe-100% ; fid-12%)				
<i>Hydroporus ferrugineus</i> *	32% (spe-90% ; fid-15%)				
<i>Agabus labiatus</i> ***		71% (spe-94% ; fid-51%)			
<i>Helochares lividus</i> ***		65% (spe-61% ; fid-69%)			
<i>Haliphus variegatus</i> **		46% (spe-80% ; fid-27%)			
<i>Helophorus granularis</i> **		46% (spe-90% ; fid-22%)			
<i>Agabus sturmi</i> ***			66% (spe-75% ; fid-58%)		
<i>Dytiscus circumcinctus</i> **			62% (spe-76% ; fid-50%)		
<i>Haliphus sibiricus</i> **			40% (spe-91% ; fid-17%)		
<i>Ilybius fuliginosus</i> *			39% (spe-58% ; fid-29%)		
<i>Hydroporus angustatus</i> ***			75% (spe-77% ; fid-74%)		
<i>Hydrochus elongatus</i> ***			63,5% (spe-77% ; fid-51%)		
<i>Clemmus decoratus</i> ***			57% (spe-78% ; fid-40%)		
<i>Agabus undulatus</i> ***			57% (spe-78% ; fid-40%)		
<i>Hydroporus dorsalis</i> ***			51% (spe-100% ; fid-26%)		
<i>Ilybius neglectus</i> **			50% (spe-80% ; fid-33%)		
<i>Cymbiodya marginella</i> *			39% (spe-82% ; fid-18%)		
<i>Ilybius chalconatus</i> *			36% (spe-72% ; fid-18%)		
<i>Ilybius subaeneus</i> *			39% (spe-82% ; fid-18%)		
<i>Cybisser lateralmarginalis</i> ***					68% (spe-94% ; fid-48%)
<i>Pelodytes caesus</i> ***					59% (spe-82% ; fid-42%)
<i>Laccophilus minutus</i> ***					59% (spe-82% ; fid-42%)
<i>Hydrovatus cuspidatus</i> **					43% (spe-89% ; fid-21%)

Tableau I. *Indicator Values* (pourcentage IndVal (spe = spécificité et fid = fidélité) pour les coléoptères aquatiques avec un indice IndVal > 50% en gras pour les espèces prédites comme indicatrices.

Les noms d'espèces en gras sont des taxons patrimoniaux à l'échelle de Rhône-Alpes. *** : $p < 0,0001$.

** : $p < 0,001$. * : $p < 0,05$

Les résultats acquis à partir de cette étude doivent profiter aux gestionnaires d'espaces naturels disposant de réseaux de mares. En s'appropriant ces connaissances, ils peuvent intégrer les espèces de coléoptères aquatiques bio-indicatrices dans la valorisation des pièces d'eau stagnantes et diversifier leurs réflexions autour de la gestion des milieux lentiques.

Cette analyse n'est probablement que le début d'une continuité d'études qui permettra, a posteriori, de préciser la typologie des mares à l'échelle de Rhône-Alpes et des espèces patrimoniales et indicatrices associées.

Remerciements – Nous remercions le Club Entomologique Dauphinois ROSALIA, le Conseil Départemental de l'Isère, le Parc National des Écrins (Damien Combrisson), Carole Desplanque (Office National des Forêts) et les Réserves Naturelles Nationales du Marais de Lavours et du Grand Lemps pour leurs aides apportées dans les prospections de certains sites.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BALKE M., 2001. Papuadessus pakdjoko—a new genus and species of rheobiont diving beetle from New Guinea of potential use for environmental impact assessments (Coleoptera, Dytiscidae). *Hydrobiologia*, 464(1): 107-112.
- CASTELLA E., RICHARDOT-COULET M., ROUX C. & RICHOUX P., 1991. Aquatic macroinvertebrate assemblages of two contrasting floodplains: the Rhone and Ain rivers, France. *Regulated rivers: research & management*, 6(4): 289-300.
- CÉSPEDES V., PALLARÉS S., ARRIBAS P., MILLÁN A. & VELASCO J., 2013. Water beetle tolerance to salinity and anionic composition and its relationship to habitat occupancy. *Journal of Insect Physiology*, 59(10): 1076-1084.
- CLARKE K.R., 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18(1): 117-143.
- DUFRÈNE M. & LEGENDRE P., 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological monographs*, 67(3): 345-366.
- FARKAC J., KRAL D. & ŠKORPIK M., 2005. *Cervení seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. List of threatened species in the Czech Republic. Invertebrates*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 760 p.
- FOSTER G.N., 1995. Evidence for pH insensitivity in some insects inhabiting peat pools in the Loch Fleet catchment. *Chemistry and Ecology*, 9(3-4): 207-215.
- GÄRDENFORS U., 2000. The 2000 red list of Swedish species (Rödlistade arter i Sverige 2000). ArtDatabanken, SLU, Uppsala.
- JACKSON D.J., 1956. Observations on flying and flightless water beetles. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 43(289): 18-42.
- JOHANSSON A. & NILSSON A.N., 1992. *Dytiscus latissimus* and *D. circumcinctus* (Coleoptera, Dytiscidae) larvae as predators on three case-making caddis larvae. *Hydrobiologia*, 248(3): 201-213.
- LEGENDRE P. & GALLAGHER E.D., 2001. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Ecologia*, 129(2): 271-280.
- LIAO W., VENN S. & NIEMELÄ J., 2021. Diving beetle (Coleoptera: Dytiscidae) community dissimilarity reveals how low landscape connectivity restricts the ecological value of urban ponds. *Research Square*, (1): 1-14.
- MILLER K.B. & BERGSTEN J., 2016. *Diving beetles of the world: Systematics and biology of the Dytiscidae*. JHU Press, 320 p.

- PICARD L. & LEROY B., 2015. *Inventaire des coléoptères aquatiques des mares de Basse-Normandie en vue de l'application d'un indice biologique. Rapport de synthèse 2011-2014*. Rapport GRECIA pour le Conseil régional de Basse-Normandie, les Conseils généraux du Calvados, de la Manche et de l'Orne et l'Agence de l'eau Seine-Normandie. 103 p. + annexes.
- R Core Team, 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- RICHOUX P., 1994. Theoretical habitat templates, species traits and species richness: aquatic Coleoptera in the Upper Rhône River and its floodplain. *Freshwater Biology*, 31(3): 377-395.
- SCHNITTNER M., LUDWIG G., PRETSCHER P. & BOYE P., 1994. Konzeption der roten Listen der in Deutschland gefährdeten Tier- und Pflanzenarten. *Natur und Landschaft*, 69(10): 451-459.
- SCHOENER T.W., 1986. Patterns in terrestrial vertebrate versus arthropod communities: do systematic differences in regularity exist? *Community ecology*: 556-586.
- TRONQUET, M. 2014. *Catalogue des coléoptères de France*. Association Roussillonaise d'Entomologie, Perpignan, France, 1052 p.
- ZUUR A.F., IENO E.N., WALKER N. J., SAVELIEV A.A. & SMITH G.M., 2009. *Mixed effects models and extensions in ecology with R* (Vol. 574). Springer Science & Business Media, 549 p.

Bibliothèque – Ouvrages enregistrés en 2021 (Suite de la liste publiée p. 18)

- ABERLENC H.P. *et al.*, 2020. Les insectes du monde, 1. Ed Quae, Cote 20890,1
- ABERLENC H.P. *et al.*, 2020. Les insectes du monde, 2. Ed Quae, Cote 20890,2
- AMIET J.L., 2019. Histoire naturelle des papillons du Cameroun. Locust Solus. (Don de l'auteur). Cote 20884
- AMIET J.L., 2021. Souvenirs d'un naturaliste au Cameroun (1966-1995). Locust Solus. (Don de l'auteur). Cote 14071
- BITSCH J. *et al.*, 2020. Hyménoptères sphéciformes d'Europe, 1. Fédération française des sociétés de sciences naturelles. Cote 20888,1
- BITSCH J. *et al.*, 2021. Hyménoptères sphéciformes d'Europe, 2. Fédération française des sociétés de sciences naturelles. Cote 20893
- CAMARD A. & LEPLAT J., 2021. Hybrides du genre *Carabus*. Magellanes. Cote 20894
- DELLA GIUSTINA W., 2019. Les Delphacidae de France et des pays limitrophes, 1. Fédération française des sociétés de sciences naturelles. Cote 20885,1
- DELLA GIUSTINA W., 2019. Les Delphacidae de France et des pays limitrophes, 2. Fédération française des sociétés de sciences naturelles. Cote 20885,2
- DUPUIS F. & PERRIN R., 2020. Les coléoptères Dynastidae de Guyane. Cote 20892
- JIROUX E. *et al.*, 2019. Faune des coléoptères de Corse, 1. Magellanes. Cote 20889,1
- JIROUX E. *et al.*, 2020. Faune des coléoptères de Corse, 2. Magellanes. Cote 20889,2
- LACROIX M. & POUSSEREAU J., 2019. Les Scarabéides de l'île de la Réunion, Orphie. Cote 20887
- MAGUERRE D., 2016. *Calosoma, Carabus et Cychrus* de France. Magellanes. Cote 20897
- MOLLARD A., 2013. *Carabus* de la péninsule Ibérique. Magellanes. Cote 20895
- OBYDOV D., 2002. Révision du genre *Callisthenes*. Magellanes. Cote 20896
- PANIN S., 1955. Insecta Familia Carabidae. Academiici Republicii populare Romine. Cote 20891
- REUMAUX P., 2018. Les mouches à sang. Klincksieck. Cote 20883
- STALLEGER P., 2019. Sauterelles, grillons, criquets, perce-oreilles, mantes et phasmes de Normandie. Cote 20886

SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE LYON

Siège social : 33, rue Bossuet, F-69006 LYON

Tél. et fax : +33 (0)4 78 52 14 33

<http://www.linneenne-lyon.org> — email : secretariat@linneenne-lyon.org

Groupe de Roanne : Maison des anciens combattants, 18, rue de Cadore, F-42300 ROANNE

Rédaction : Marie-Claire PIGNAL – Directeur de publication : Pascal TERRIER

Conception graphique de couverture : Nicolas VAN VOOREN



Tome 91 Fascicule 3-4 mars - avril 2022

SOMMAIRE

Saurat R., Gerbaud A. & Bogey R – Assemblage de coléoptères aquatiques rhône-alpins selon la diversité des mares – approche IndVal (Indicator Values)	51-60
Bange C. – Les femmes et la pratique de l'histoire naturelle au XIX ^e siècle. Le cas de la Société botanique de Lyon (1872-1922)	61-86
Prudhomme J.C. – Que nous apprend la présence du dytique méridional <i>Eretes griseus</i> (Fabricius, 1781) dans la Dombes ?	87-88

Couverture : Extrait du recueil d'aquarelles de champignons de Marie Renard
(*Aleuria fulgens* Pers.)

CONTENTS

Saurat R., Gerbaud A. & Bogey R – Aquatic beetles communities in Rhône-Alpes according to ponds diversity – IndVal approach	51-60
Bange C. – Women and the practice of natural history in the 19th century. The case of the Botanical Society of Lyon (1872-1922)	61-86
Prudhomme J.C. – What does teach us the presence of the southern water beetle <i>Eretes griseus</i> (Fabricius, 1781) in the Dombes region?	87-88

Prix 10 euros

ISSN 2554-5280 – N° d'inscription à la CPPAP : 0724G85671

Imprimé par Imprimerie Brailly, 69564 Saint-Genis-Laval Cedex

Imprimé en France • Dépôt légal : Février 2022

Copyright © 2022 SLL. Tous droits réservés pour tous pays sauf accord préalable.