

> Listes rouges Ephémères, Plécoptères, Trichoptères

Espèces menacées en Suisse, état 2010



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV



> Listes rouges Ephémères, Plécoptères, Trichoptères

Espèces menacées en Suisse, état 2010

With summary in English

Valeur juridique de cette publication

Liste rouge de l'OFEV au sens de l'art. 14, al. 3, de l'ordonnance du 16 janvier 1991 sur la protection de la nature et du paysage (OPN; RS 451.1), www.admin.ch/ch/f/rs/45.html.

La présente publication est une aide à l'exécution élaborée par l'OFEV en tant qu'autorité de surveillance. Destinée en premier lieu aux autorités d'exécution, elle concrétise des notions juridiques indéterminées provenant de lois et d'ordonnances et favorise ainsi une application uniforme de la législation. Si les autorités d'exécution en tiennent compte, elles peuvent partir du principe que leurs décisions seront conformes au droit fédéral. D'autres solutions sont aussi licites dans la mesure où elles sont conformes au droit en vigueur. Les aides à l'exécution de l'OFEV (appelées jusqu'à présent aussi directives, instructions, recommandations, manuels, aides pratiques) paraissent dans la collection «L'environnement pratique».

Impressum

Editeurs

Office fédéral de l'environnement (OFEV) du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC), Berne.

Centre Suisse de Cartographie de la Faune (CSCF), Neuchâtel.

Auteurs

Ephémères: André Wagner et Michel Sartori

Plécoptères: Verena Lubini et Sandra Knispel

Trichoptères: Verena Lubini et Heinrich Vicentini

avec la collaboration de Pascal Stucki, Fabien Fivaz et Yves Gonseth

Accompagnement à l'OFEV

Francis Cordillot, division Espèces, écosystèmes, paysages

Référence bibliographique

Lubini V., Knispel S., Sartori M., Vicentini H., Wagner A. 2012: Listes rouges Ephémères, 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 n° 1212: 111 p.

Traduction

Marina Magnin, Fribourg, en collaboration avec le Service linguistique de l'OFEV

Graphisme, mise en page

Ursula Nöthiger-Koch, Uerkheim

Photo de couverture

Larve aquatique du plécoptère *Brachyptera trifasciata* (Pictet, 1832) du Rhin alpin, espèce au bord de l'extinction (Photo: V. Lubini)

Commande de la version imprimée et téléchargement au format PDF

OFCL, Diffusion des publications fédérales, CH-3003 Berne

Tél. +41 (0)31 325 50 50, fax +41 (0)31 325 50 58

verkauf.zivil@bbl.admin.ch

Numéro de commande: 810.100.093f

www.bafu.admin.ch/uv-1212-f

Cette publication est également disponible en allemand et italien.

© OFEV/CSCF 2012

> Table des matières

Abstracts	5	6	Interprétation et discussion de la liste rouge des Ephémères	48	
Avant-propos	7	6.1	Le groupe d'espèces en Suisse	48	
Résumé	8	6.2	Comparaison avec la Liste rouge précédente	48	
Summary	9	6.3	Influences possibles du changement climatique	52	
<hr/>					
1	Introduction	10	7	Classement des Plécoptères	54
<hr/>					
2	Recommandations de mesures	12	7.1	Aperçu	54
2.1	Mesures par type de milieu	12	7.2	Eteint en Suisse (RE)	56
2.2	Cours d'eau	13	7.3	Au bord de l'extinction (CR)	57
2.3	Eaux stagnantes (lacs, mares, étangs)	16	7.4	En danger (EN)	60
2.4	Marais	18	7.5	Vulnérable (VU)	62
2.5	Sources	18	7.6	Potentiellement menacé (NT)	64
<hr/>					
3	Synthèse: état des insectes aquatiques EPT	20	7.7	Non menacé (LC)	65
3.1	Catégories de menace des Ephémères, Plécoptères et Trichoptères (EPT)	20	7.8	Données insuffisantes (DD)	66
3.2	Menaces selon le milieu	21	7.9	Non évalué (NE)	66
<hr/>					
4	Liste des espèces et catégories de menace	26	8	Interprétation et discussion de la liste rouge des Plécoptères	67
4.1	Liste rouge des Ephémères (Ephemeroptera)	27	8.1	Le groupe d'espèces en Suisse	67
4.2	Liste rouge des Plécoptères (Plécoptera)	28	8.2	Degré de menace	67
4.3	Liste rouge des Trichoptères (Trichoptera)	30	8.3	Influences possibles du changement climatique	68
<hr/>					
5	Classement des Ephémères	35	9	Classement des Trichoptères	70
5.1	Aperçu	35	9.1	Aperçu	70
5.2	Eteint en Suisse (RE)	36	9.2	Eteint en suisse (RE)	71
5.3	Au bord de l'extinction (CR)	37	9.3	Au bord de l'extinction (CR)	74
5.4	En danger (EN)	41	9.4	En danger (EN)	75
5.5	Vulnérable (VU)	43	9.5	Vulnérable (VU)	77
5.6	Potentiellement menacé (NT)	45	9.6	Potentiellement menacé (NT)	79
5.7	Non menacé (LC)	46	9.7	Non menacé (LC)	79
5.8	Données insuffisantes (DD)	47	9.8	Données insuffisantes (DD)	80
5.9	Non évalué (NE)	47	9.9	Non évalué (NE)	80
<hr/>					
6	Interprétation et discussion de la liste rouge des Ephémères	48	10	Interprétation et discussion de la liste rouge des Trichoptères	82
6.1	Le groupe d'espèces en Suisse	48	10.1	Le groupe d'espèces en Suisse	82
6.2	Comparaison avec la Liste rouge précédente	48	10.2	Degré de menace	82
6.3	Influences possibles du changement climatique	52	10.3	Influences possibles du changement climatique	84

Annexes	85
A1 Nomenclature et taxinomie	85
A2 Processus d'établissement de la liste rouge EPT	89
A3 Les listes rouges de l'UICN	96
A4 Remerciements	104

Bibliographie	106
----------------------	------------

> Abstracts

43 % of mayflies, 40 % of stoneflies and 51 % of caddisflies found in Switzerland are included in the Red Lists of threatened species on the basis of the IUCN criteria. These represent a total of 47 % of the 499 evaluated species, for which sufficient data are available; a further 15 % (71 species) are near threatened. The most severely threatened species are those found in rivers located on plains (river straightening, altered water flow dynamics, water quality) and, in part also, in small lakes and ponds and in meadow creeks (pollutant contamination, unnatural conditions). The revised Red List of mayflies of Switzerland presented here replaces the first edition (Sartori et al. in Duelli 1994).

Keywords:
Red List,
threatened species,
species conservation,
mayflies,
stoneflies,
caddisflies

Gemäss den IUCN-Kriterien stehen 43 % der Eintagsfliegen, 40 % der Steinfliegen und 51 % der Köcherfliegen der Schweiz auf den Roten Listen. Das sind insgesamt 47 % der 499 bewerteten Arten mit ausreichender Datengrundlage dieser drei Wasserinsektengruppen; 15 % (71 Arten) sind zusätzlich potenziell gefährdet. Am stärksten bedroht sind die Arten der Flüsse in tieferen Lagen (Begradigungen, veränderte Abflussdynamik, Wasserqualität) und zum Teil auch der Kleinseen und Weiher sowie der Wiesenbäche (stoffliche Belastungen, Naturferne). Diese revidierte Rote Liste der Eintagsfliegen der Schweiz ersetzt die Erstausgabe (Sartori et al. in Duelli 1994).

Stichwörter:
Rote Liste,
gefährdete Arten,
Artenschutz,
Eintagsfliegen,
Steinfliegen,
Köcherfliegen

43 % des Ephémères, 40 % des Plécoptères et 51 % des Trichoptères de Suisse figurent dans les listes rouges selon les critères proposés par l'UICN, soit au total 47 % de l'ensemble des 499 espèces des trois groupes d'insectes aquatiques pour lesquels des données suffisantes sont disponibles. En outre, 15 % (71 espèces) sont potentiellement menacées. Les espèces des grands cours d'eau de plaine sont les plus menacées (modification du lit et des régimes hydrologiques, qualité de l'eau), suivies de celles des moyens et petits plans d'eau (eutrophisation, altération du milieu naturel). La liste rouge révisée des Ephémères de Suisse remplace la première édition (Sartori et al. in Duelli 1994).

Mots-clés:
liste rouge,
espèces menacées,
conservation des espèces,
éphémères,
plécoptères,
trichoptères

Secondo i criteri UICN il 43 % degli Efemerotteri, il 40 % dei Plecotteri e il 51 % dei Tricotteri della Svizzera figurano nella Lista Rossa, il che corrisponde al 47 % delle 499 specie dei tre gruppi di insetti acquatici con dati sufficienti; il 15 % (71 specie) è inoltre potenzialmente minacciato. Le specie più minacciate sono quelle dei fiumi delle basse quote (rettificazione degli alvei, modificazione della dinamica di deflusso, qualità dell'acqua) e in parte anche quelle dei laghi piccoli, degli stagni e dei ruscelli campestri (emissioni nocive, snaturazione). L'attuale Lista Rossa rivista degli Efemerotteri della Svizzera sostituisce la prima edizione (Sartori et al. in Duelli 1994).

Parole chiave:
Lista Rossa,
specie minacciate,
conservazione delle specie,
Efemerotteri,
Plecotteri,
Tricotteri

> Avant-propos

La notion de «liste rouge» n'est plus l'apanage des seuls spécialistes, mais parle à tout un chacun. Les listes rouges sont à la fois signal d'alarme pour l'état de la nature et instrument d'évaluation des milieux naturels. Leur double fonction ressort d'ailleurs également d'actes législatifs comme l'ordonnance sur la protection de la nature et du paysage (art. 14 OPN) ou la loi sur la protection des eaux (art. 31 LEaux). Plus spécifiquement, en prenant l'exemple des présentes listes, elles servent à évaluer sur le long terme le succès des mesures visant à améliorer la qualité des eaux et la structure des cours et plans d'eau de Suisse: si nous réussissons à réduire le nombre d'espèces menacées figurant sur ces listes, nous aurons apporté une précieuse contribution à la conservation et à l'amélioration de la qualité de ces écosystèmes.

La présente liste actualisée des Ephémères remplace celle parue en 1994. Les listes rouges des Plécoptères et Trichoptères sont entièrement nouvelles. Toutes trois répondent aux exigences de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), ce qui permettra de faire des comparaisons avec d'autres listes rouges. Leur élaboration a permis d'acquérir de nombreuses connaissances nouvelles sur ces groupes d'insectes aquatiques. Grâce à la surveillance de l'état des eaux de surface au moyen notamment de ces bioindicateurs très sensibles (système modulaire gradué, monitoring de la biodiversité à l'aide du groupe d'indicateurs Z9), les données sur la présence et la répartition de ces espèces deviendront de plus en plus détaillées et donc précieuses pour la pratique.

Les pertes de surface et de diversité des fleuves et rivières, des plans d'eau et des zones humides ainsi que des sources de basse altitude mettent de nombreux organismes aquatiques sous pression, comme en attestent les chiffres: ce ne sont pas moins de 47 % des quelque 500 espèces étudiées qui figurent sur les listes rouges. Certains de ces organismes devront à l'avenir faire l'objet de mesures de protection particulières au titre d'espèces prioritaires nationales. Dans ce contexte, l'exploitation croissante des ressources naturelles et les changements climatiques représentent de nouveaux défis pour la protection des eaux.

Ces nouvelles listes rouges montrent clairement qu'il est urgent de mener des actions concrètes en faveur des écosystèmes aquatiques, que ce soit en revitalisant ou en restreignant l'exploitation de ces milieux fragiles. Seule la mise en œuvre généralisée et coordonnée des mesures dont la réalisation est prévue ou encouragée par la législation fédérale est susceptible d'améliorer la situation. La conservation de la biodiversité doit être mieux prise en compte dans les différentes politiques sectorielles et les services compétents de la Confédération et des cantons doivent encore déployer davantage d'efforts si l'on veut que la tendance actuelle s'inverse et que le bilan dressé lors de la prochaine révision de la liste rouge des insectes aquatiques soit plus encourageant.

Willy Geiger
Sous-directeur
Office fédéral de l'environnement (OFEV)

> Résumé

Les Listes rouges des Ephémères, Plécoptères et Trichoptères de Suisse ont été établies en appliquant les catégories de l'UICN (2001) ainsi que les critères d'évaluation au niveau régional et national (2003).

Parmi les 499 espèces évaluées (86 Ephémères, 111 Plécoptères et 302 Trichoptères) 36 Ephémères (43 % en pourcentage arrondi), 44 Plécoptères (40 %) et 147 Trichoptères (51 %) sont considérées comme menacées (catégories RE, éteint en Suisse, CR, au bord de l'extinction, EN, en danger, et VU, vulnérable). 9 Ephémères, 19 Plécoptères et 43 Trichoptères sont potentiellement menacées (NT). Les espèces des grands fleuves et grandes rivières de plaine à courant lent, celles des sources, des marais et des petits plans d'eau sont celles qui ont le plus souffert des multiples atteintes qu'ont subi les milieux aquatiques au cours des 150 dernières années: pollution chimique et organique des eaux, correction des cours et plans d'eau, multiplication des ouvrages hydroélectriques, captages, drainages.

Pour les Ephémères, cette nouvelle version de la liste rouge remplace celle publiée en 1994 (Sartori et al. in Duelli 1994) et établie sur la base d'autres critères. L'application de nouveaux critères explique partiellement les différences existant entre les deux versions, mais les divergences touchent surtout la proportion d'espèces des catégories de menaces les plus faibles. L'amélioration du niveau de connaissances sur la faune des Ephémères de Suisse a en outre permis de confirmer que les populations de certaines espèces étaient plus fréquentes et plus stables que ce qui était admis en 1994, justifiant leur sortie de la liste rouge. Un fait inquiétant ressort toutefois de la comparaison de ces deux listes: la situation d'une part importante des espèces déjà fortement menacées en 1994 s'est encore péjorée.

> Summary

The Red Lists of threatened mayflies, stoneflies and caddisflies of Switzerland have been compiled with some adaptations in accordance with the IUCN criteria (2001) and the guidelines for their application to regional and national lists (2003).

Of the 499 species evaluated (86 mayfly, 111 stonefly and 302 caddisfly species), 36 mayfly (43 % rounded), 44 stonefly (40 %) and 147 caddisfly species (51 %) are included in the Red Lists (Categories RE – regionally extinct, CR – critically endangered, EN – endangered and VU – vulnerable). A further nine mayfly, 19 stonefly and 43 caddisfly species are classified as near threatened (NT). The strongest decline can be observed in species found in the major rivers of the Swiss Central Plateau, springs, mires, small lakes and ponds. The main causes of this decline include river straightening, the construction of embankments and weirs, water abstraction for hydropower generation, the drainage or elimination of small stagnant pools and streams for land reclamation and spring water catchments over the past 150 years. The species have also been eradicated as a result of excess nutrient and pesticide inputs into their aquatic habitats.

The Red Lists for the stonefly and caddisfly are the first to be compiled for these species in Switzerland. The revised Red List of mayflies replaces the list that was first published in 1994 (Sartori et al. in Duelli 1994) and compiled on the basis of different criteria. Some of the differences between the two editions, in particular regarding conditions in the lower categories of threat, are due to the application of the new IUCN criteria. In addition, the information available about mayfly fauna has increased to such an extent that some species have proven to be more common and stable than before and could, therefore, be removed from the Red List. As opposed to this, the comparison of the current situation with that which prevailed when the previous list was compiled reveals that there has been a further deterioration in the majority of the already severely threatened species.

1 > Introduction

Les listes rouges publiées ou reconnues par l'Office fédéral de l'environnement OFEV sont un outil juridique efficace en matière de protection de la nature et du paysage (art. 14, al. 3, de l'ordonnance sur la protection de la nature et du paysage; www.admin.ch/ch/f/rs/c451_1.html). On s'y réfère notamment pour désigner des biotopes dignes de protection. Toutefois, lorsqu'il s'agit de fixer des priorités dans le domaine de la protection de l'environnement, d'autres données doivent également être prises en compte.

Depuis 2000, suite à l'introduction des catégories et critères définis par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), les listes rouges suisses sont établies sur la base d'un système reconnu sur le plan international. Ce système a été bien évidemment retenu pour actualiser la Liste rouge des Ephémères de Suisse, dont une première version établie sur la base de critères différents fut publiée en 1994 (Sartori, Landolt, Zurwerra in Duelli 1994), et pour établir les premières listes rouges consacrées aux Plécoptères et aux Trichoptères de Suisse.

Cette publication est le fruit d'un travail de très longue haleine dont les bases ont été posées en 2001. Il s'est concrétisé par six ans d'échantillonnage intensif (2001 à 2006) et par la détermination d'une grande quantité de matériel ancien encore inexploité. Les données ainsi recueillies ont été complétées par celles rassemblées entre 2007 et 2009 au cours des nombreux inventaires régionaux auxquels les auteurs ont été associés. Les trois listes rouges se fondent en définitive sur les résultats de l'analyse de 25 162 données Ephémères, 51 371 données Trichoptères et 28 647 données Plécoptères. Les grandes lignes de cette analyse, qui fera l'objet d'une prochaine publication (Fivaz, Angst, Gonseth en prép.), sont présentées en annexe.

Il a fallu près de dix ans pour réaliser ces Listes rouges. Cette durée s'explique par le faible nombre de spécialistes susceptibles de réaliser le travail de terrain et de déterminer avec sûreté les larves comme les adultes des espèces concernées. Gageons que les efforts de formation qui ont été entrepris (cf. www.connaissances-especes.ch), que la collaboration initiée entre les cantons, la Confédération et le CSCF dans le cadre de la surveillance des eaux de surface (cf. www.modul-stufen-konzept.ch/f/index-f.htm) ainsi que le lancement d'un module EPT dans le cadre du monitoring de la biodiversité en Suisse (cf. www.biodiversitymonitoring.ch) permettront d'assurer l'actualisation dans des délais plus raisonnables.

Quoiqu'il en soit, ces listes rouges portant sur trois nouveaux groupes d'organismes aquatiques complètent avantageusement celles consacrées aux Libellules (Gonseth et Monnerat 2002), aux Mollusques aquatiques (Stucki et Vicentini, dans Rüetschi et al. 2011) et aux Poissons (Kirchhofer et al. 2007). Elles représentent un pas important vers leur intégration dans une politique de conservation des lacs et rivières de Suisse qui dépasse la seule amélioration de la qualité des eaux. La valeur bioindicatrice des

espèces de ces trois groupes est en effet très élevée: la composition de leurs communautés reflète non seulement le taux d'oxygénation, la température, le débit, la vitesse du courant, le degré d'eutrophisation ou de pollution des eaux, mais également la nature et la diversité du substrat, la porosité et le taux d'oxygénation des sédiments sous-jacents et la diversité des micro-habitats des cours et plans d'eau qui les abritent.

2 > Recommandations de mesures

Ce chapitre a pour objectif de décrire les mesures nécessaires non seulement pour maintenir la diversité des communautés d'Ephémères, de Plécoptères et de Trichoptères (EPT) des milieux aquatiques et des marais en Suisse, mais également pour en favoriser le développement. Les recommandations émises se basent sur les connaissances actuelles en matière de biologie et d'écologie des espèces ainsi que sur celles du fonctionnement de l'écosystème aquatique. Elles s'appuient sur les diverses lois et ordonnances fédérales énumérées ci-dessous dans leur forme abrégée:

Loi et ordonnance sur la protection des eaux (RS 814.20; RS 814.201); loi et ordonnance sur la pêche (RS 923.0; RS 923.01); loi et ordonnance sur la protection de la nature et du paysage (RS 451; RS 451.1); ordonnances sur les zones alluviales (RS 451.31), les hauts-marais (RS 451.32), les bas-marais (RS 451.33) et les sites marécageux (RS 451.35); loi et ordonnance sur l'aménagement des cours d'eau (RS 721.100; RS 721.100.1); loi sur la protection de l'environnement (RS 814.01); ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (RS 814.81); loi sur l'agriculture (RS 910.1) et ordonnance sur la qualité écologique (RS 910.14); ordonnance sur la dissémination dans l'environnement (RS 814.911). Les mesures proposées se basent en outre sur la brochure «Idées directrices – Cours d'eau suisses» (OFEV 2003).

Comme des polluants toujours plus nombreux sont disséminés dans l'environnement, l'amélioration continue de la qualité de l'eau reste un impératif. Les solutions techniques seules sont insuffisantes puisque de nouvelles substances problématiques (micropolluants, perturbateurs endocriniens) aboutissent régulièrement dans les rivières et les lacs par le ruissellement des eaux de surface ou les rejets des stations d'épuration.

Rappelons qu'indépendamment des influences anthropiques tous les types de milieux aquatiques et toutes les biocénoses qu'ils abritent sont plus ou moins affectés par le réchauffement climatique global (Vittoz et al. 2010) et par la concurrence des espèces exotiques envahissantes (cf. chapitres 6.3, 8.3, 10.3).

2.1 Mesures par type de milieu

Les mesures proposées sont rassemblées par grands types de milieux aquatiques. Chaque chapitre est structuré de la même manière: présentation des milieux naturels ou faiblement influencés par les activités humaines (biotopes primaires), présentation de ceux résultant de l'action de l'homme (biotopes secondaires) puis énumération des mesures de conservation ou de revitalisation proprement dites. Ces dernières ne sont que brièvement décrites. Pour leur mise en œuvre, le lecteur trouvera des instructions complémentaires dans les travaux publiés sur le sujet qui nous ont paru les plus importants: Boschi et al. 2003, Woolsey et al. 2005, Wildermuth et Küry 2009, Zollhöfer 1997.

2.2 Cours d'eau

Des cours d'eau naturels quasi intacts (biotopes primaires) existent encore en Suisse, du moins par endroits. Ce sont des ruisseaux ou des rivières propres s'écoulant librement au sein d'une zone alluviale dynamique. Leur cours dépend, selon les régions, de la pente et de la géologie du sous-sol. Aujourd'hui, la plupart des cours d'eau ont toutefois été modifiés par l'homme (biotopes secondaires). Il s'agit de canaux et de fossés (en paysage rural) ou de tronçons de cours d'eau diversement aménagés, souvent rectifiés, à débit régulé, chargés en eaux de rejet de STEP et encore parfois en eaux usées ou en eaux de refroidissement.

Si de nombreuses espèces sont dépendantes de microhabitats, tels que zones d'eaux stagnantes, herbiers aquatiques, entrelacs de racines et de bois mort, rapides et pores interstitiels des sédiments, elles dépendent également d'une bonne qualité de l'eau et d'une bonne oxygénation des sédiments. L'établissement de biocénoses diversifiées, spécialement pour ces groupes, est tributaire de la mosaïque d'habitats qu'offrent tant les profils transversaux que longitudinaux des cours d'eau. Leur végétation riveraine est également très importante, comme lieu de repos, d'émergence et de pariades des imagos (tous les groupes) et comme lieu de mue subimaginale (Ephémères).

Fig. 1 > Cours d'eau

La dynamique des cours d'eau naturels façonne des zones alluviales (Maggia TI).



Tronçon à débit résiduel de la Maira dans le Val Bregaglia (GR).



Photos: Verena Lubini

Située à environ 1000 mètres d'altitude, l'Orbe dans la Vallée de Joux possède une étonnante concentration d'espèces très rares. Pour plusieurs d'entre elles, la plus grande partie de la population suisse y vit: *Nigrobaetis niger* et *Leptophlebia vespertina* pour les espèces classées en catégorie CR, *Procloeon bifidum*, *Caenis rivulorum*, *Leptophlebia marginata* et *Siphonurus aestivalis* pour les espèces classées en catégorie EN notamment. Pourtant, cette immense richesse semble partiellement compromise par le manque d'eau de l'Orbe provoqué par le pompage excessif des eaux du lac des Rousses en France, où elle prend sa source, et par le déficit chronique de précipitations qui a caractérisé la dernière décennie. La préservation des espèces menacées de l'Orbe nécessite l'attribution de plus d'eau à la rivière. Ce but ne pourra être atteint sans envisager la diminution voire la suppression des pompages dans le lac des Rousses

L'Orbe par exemple

(impliquant une gestion plus parcimonieuse et une diversification des ressources en eau potable de la région). Une augmentation de la largeur des zones tampon qui bordent ses rives devrait également être envisagée, afin de diminuer les apports de polluants par les eaux de ruissellement qui péjorent la qualité de l'Orbe à certaines périodes de l'année. Afin de tenter de diminuer le réchauffement estival de ses eaux, quelques plantations d'arbres et de buissons ont été effectuées sur ses rives pour ombrager son cours. A elle seule, cette mesure ne suffit toutefois pas à améliorer la situation. A plus long terme, la sauvegarde du cours naturel de l'Orbe nécessite la prise de mesures d'aménagement du territoire des deux côtés de la frontière, afin de contrecarrer les effets négatifs de l'urbanisation et de l'industrialisation rampantes.

2.2.1 Mesures de conservation des espèces des cours d'eau naturels (biotopes primaires)

Rares sont les cours d'eau proches de l'état naturel qui jouissent d'une protection légale. Des atteintes à leur structure ou à leur équilibre hydrologique sont toujours possibles. Or leur protection est primordiale pour le maintien de la biodiversité de tout l'écosystème aquatique. Mesures proposées:

- > préserver les cours d'eau naturels ainsi que leur végétation riveraine typique; conserver les différentes structures de leur lit et de leurs rives et tolérer l'érosion latérale;
- > respecter les distances prescrites par la loi entre le cours d'eau et les terrains limitrophes exploités intensivement; exploiter ou entretenir extensivement les abords des cours d'eau, qu'ils soient boisés ou non; entretenir les boisements riverains en fonction d'objectifs écologiques précis et éviter les coupes rases le long des rives;
- > aménager des zones tampon suffisamment larges au bord des cours d'eau pour éviter le ruissellement superficiel de matériel fin et de polluants et promouvoir leur recolonisation par une végétation naturelle;
- > éviter l'apport de polluants (engrais, pesticides, micropolluants, p. ex. perturbateurs endocriniens) en supprimant les drainages, en construisant des stations de traitement des eaux de ruissellement le long des autoroutes et en aménageant des bassins de rétention des eaux pluviales en zone urbaine;
- > exploiter les graviers de manière écologique;
- > mettre hors service les petites stations d'épuration obsolètes et les remplacer par de plus grandes; adapter la quantité d'eau épurée déversée au volume des eaux réceptrices;
- > en cas de pompage, éviter que le cours d'eau soit soumis à un réchauffement trop brutal et/ou qu'il s'assèche;
- > éviter d'assécher les petits ruisseaux forestiers (p. ex. lors de la construction de chemins) et de combler ruisseaux et dépressions temporairement inondées avec des déchets de coupes forestières;
- > éviter l'élevage de truites dans les petits cours d'eau champêtres ou forestiers; ne procéder qu'à un alevinage ponctuel et écologiquement fondé.

2.2.2 Mesures de revalorisation des cours d'eau dégradés (biotopes secondaires)

De nombreux cours d'eau ont perdu leur état naturel et ne remplissent plus leurs fonctions écologiques. Dans son sens le plus large le concept de revitalisation recouvre la revalorisation écologique d'un cours d'eau ou d'un système hydrologique. Dans l'idéal, un tel système doit parvenir à s'autoréguler et correspondre à un type morphologique en adéquation avec le paysage environnant. Mesures envisagées:

- > redonner une largeur suffisante au cours d'eau pour lui permettre d'exprimer sa propre dynamique;
- > rétablir un régime hydrologique dynamique assurant un charriage de sédiments proche de l'état naturel;
- > recréer la diversité morphologique typique du milieu en aménageant des zones de profondeurs différentes dans le profil transversal et longitudinal;
- > favoriser la connectivité transversale et longitudinale de l'écosystème aquatique en supprimant les chutes et les seuils qui font obstacle à la migration des espèces, en reconnectant méandres et affluents latéraux, en créant des zones inondables, en aménageant des plans d'eau (cuvettes inondables, étangs, mares) dans la zone alluviale et en les abandonnant à l'atterrissement naturel;
- > augmenter les débits résiduels; le débit d'étiage Q_{347} n'est que rarement suffisant;
- > diminuer l'effet des éclusées;
- > réactiver les anciennes prairies irriguées (Jura, Plateau) et favoriser les remises de cours d'eau à ciel ouvert;
- > assurer, les premières années du moins, un entretien de la végétation riveraine des cours d'eau récemment aménagés qui soit compatible avec les objectifs de leur revitalisation en cas de prolifération des plantes aquatiques ou palustres; leur lit ne devrait pas être curé mécaniquement, mais seulement manuellement ou à l'aide d'une petite pelleteuse et de manière échelonnée dans l'espace et dans le temps, et le bois mort ne devrait pas être évacué ou devrait au moins être partiellement laissé sur place;
- > choisir, si le recours à des matériaux de construction est indispensable, ceux qui sont le mieux adaptés aux conditions locales (pas de blocs de granit dans les cours d'eau calcaires par ex.) et privilégier si possible les méthodes du génie biologique;
- > améliorer la qualité de l'eau là où c'est nécessaire; l'amélioration de l'état écomorphologique ne suffit pas obligatoirement à augmenter la biodiversité.

2.3 Eaux stagnantes (lacs, mares, étangs)

Les lacs se caractérisent par leur zone profonde sombre à obscure dépourvue de végétation et ainsi de toute production primaire (photosynthèse). Si certaines espèces peuvent vivre à une grande profondeur, la plupart des insectes aquatiques colonisent la zone littorale. Ils sont sensibles au type de substrat et de végétation de la berge et au régime de fluctuation du niveau d'eau (stabilisé ou à variations périodiques).

Les petits plans d'eau ont par définition une profondeur maximale de 8 m et une surface inférieure à 2 ha. Les étangs contiennent de l'eau en permanence alors que les mares s'assèchent périodiquement. Les étangs dits «de retenue» peuvent être vidés en tout temps par leur déversoir.

Les plans d'eau naturels ou peu influencés par l'homme (biotopes primaires) sont caractérisés par une ligne de rive très irrégulière, marquée de nombreuses anses, et par des berges en pente douce, inondées au printemps et parsemées par les deltas des cours d'eau qui s'y jettent.

Les lacs de barrage, les étangs artificiels, les bassins d'accumulation, les lacs de gravières sont autant de biotopes secondaires considérablement influencés par l'homme. Sans entretien, les plans d'eau artificiels peuvent évoluer vers un état proche de la nature et ne peuvent donc pas toujours être qualifiés de «très influencés».

Fig. 2 > Eaux stagnantes

Rivage naturel d'un lac (Lac de Thoune).



Rive corrigée (lac de Zurich à Thalwil).



Photos: Verena Lubini

2.3.1 Mesures de conservation des espèces des eaux stagnantes

Valable pour toutes les eaux stagnantes:

- aménager des zones tampon suffisamment larges entre surfaces intensivement exploitées et rives afin d'empêcher ou de diminuer l'apport de polluants (engrais, pesticides, micropolluants, p. ex. perturbateurs endocriniens);
- limiter drastiquement la pollution lumineuse, tout particulièrement à proximité immédiate des rives, afin d'éviter la destruction massive des adultes émergents.

> Lacs:

- protéger les berges naturelles et les deltas des cours d'eau existants;
- éviter le déversement des effluents de STEP dans les zones d'eaux profondes, la décomposition des substances résiduelles qu'ils contiennent étant fortement ralentie;
- revitaliser les berges en remplaçant les enrochements abrupts par des rives en pente douce couvertes de végétation naturelle (typique de la station);
- rendre l'exploitation agricole le plus extensive possible le long des berges de leurs affluents et éviter ainsi l'apport d'engrais et de polluants;
- ne pas évacuer tout le bois mort échoué le long de leurs rives, il sert d'habitat aux larves de Trichoptères et permet aux adultes de quitter le milieu aquatique;
- canaliser les activités de loisir, les restreindre ponctuellement;
- réguler le trafic lacustre afin d'éviter un ressac permanent.

> Petits plans d'eau:

- restreindre les activités de loisir autour des petits lacs aux rives naturelles;
- reconsidérer les mesures d'empoisonnement, au besoin supprimer les poissons;
- permettre la dynamique d'atterrissement; les petits plans d'eau s'atterrissent avec le temps, mais très lentement;
- aspirer ou draguer la vase des étangs très eutrophisés;
- maintenir et créer mares et étangs (biotopes secondaires) en gravières, en glaisières comme en zones alluviales.

> Plans d'eau d'altitude (lacs de montagne, étangs, mares, gouilles de marais):

- maintenir et protéger les plans d'eau primaires; il est important de préserver l'ensemble du complexe hydrologique auquel ils appartiennent;
- protéger les petits plans d'eau du piétinement par le bétail; n'utiliser que les plans d'eau les plus vastes et les plus profonds comme abreuvoir;
- éviter l'introduction de poissons dans les plans d'eau qui en sont originellement dépourvus.

> Mares:

- maintenir les processus naturels d'inondation et d'assèchement;
- limiter l'ombrage en supprimant une partie du boisement alentour;
- éviter l'introduction d'espèces exotiques envahissantes (poissons, écrevisses, tortues);
- créer de nouveaux plans d'eau à zones riveraines peu profondes dans les bas-marais de grande surface, en zones alluviales et au bord des lacs.

2.4 Marais

On distingue deux types fondamentaux de marais: les hauts-marais et les bas-marais. Les premiers se sont développés principalement dans les régions de moyenne altitude à précipitations abondantes, humides et plutôt fraîches. Leur alimentation en eau, pauvre en substances nutritives, dépend des seules précipitations. Ils n'abritent que de petits plans d'eau tels que gouilles, mares ou œil de tourbières (biotopes primaires). Les bas-marais se forment sur des sols détrempés en permanence. Leur alimentation en eau, plus ou moins enrichie en minéraux, est assurée par la nappe phréatique. Ils abritent de petits plans d'eau, des ruisseaux et des sources (biotopes primaires).

Les marais sont colonisés par des espèces très spécialisées, en particulier de Trichoptères, dont certaines sont des reliques de la période glaciaire.

Les hauts-marais abritent aussi des biotopes secondaires: les fosses d'exploitation artisanale de la tourbe ainsi que les canaux de drainage qui leur sont associés.

2.4.1 Mesures de conservation des espèces des marais

- > Conserver intacts tous les biotopes primaires – même les plus insignifiants – et leurs alentours; les préserver de la destruction ou de toute dégradation lors de l'aménagement de routes, de conduites, de drains, de captages de sources et d'infrastructures touristiques (remontées mécaniques, pistes de ski);
- > les préserver du piétinement de l'homme et du bétail.

2.4.2 Mesures de régénération

- > Le régime hydrologique de nombreux marais étant perturbé, favoriser leur remise en eau en obstruant les fossés et les drains qui les assèchent;
- > aménager des biotopes secondaires (Wildermuth et Küry 2009), p.ex. de petites fosses qui peuvent se combler relativement vite et s'assécher;
- > aménager des étangs de bas-marais peu profonds qui ne s'assèchent pas;
- > aménager des obstacles à poissons sur les drains ou canaux de marais qui sont connectés au réseau hydrographique général afin d'éviter leur envahissement par les poissons.

2.5 Sources

Les sources représentent les endroits où l'eau de la nappe phréatique parvient en surface. Avec les ruisselets et suintements qui s'en échappent, elles forment une entité écologique dont l'aspect extérieur varie fortement en fonction du sous-sol géologique, de l'altitude et de la région où elles se trouvent. On distingue trois types de sources (biotopes primaires): 1. sources rhéocrènes ou jaillissantes qui constituent généralement le début d'un cours d'eau; dans les régions karstiques de basses et moyenne altitude (Jura, Préalpes) la précipitation soudaine du calcaire dissout dans les eaux de

source est à l'origine des concrétions caractéristiques des tuffières; 2. sources limno-crènes ou submergées qui sourdent au fond de mares ou d'étangs et qui, dans les zones alluviales, sont à l'origine de bras latéraux directement alimentés par la nappe; 3. sources hélocrènes ou suintantes, caractéristiques des marais de pente.

Fig. 3 > La source à la naissance d'un cours d'eau

Une source se forme à l'endroit où l'eau de la nappe phréatique arrive en surface et cet écoulement forme ici un ruisseau de source.

Beaucoup de sources sont captées pour utiliser l'eau potable et le milieu de résurgence est alors détruit.



Photo: Pascal Stucki



Photo: Verena Lubini

Les fossés de drainages forestiers, les ruisselets des gravières et les suintements des talus de routes non revêtues et de chemins constituent des milieux fontinaux d'origine anthropique (biotopes secondaires).

2.5.1 Mesures de protection des espèces des sources et de régénération de leur habitat

- > Protéger les sources naturelles et les ruisselets qui s'en échappent (biotopes primaires);
- > éviter tout charriage d'arbres coupés et tout passage d'engins lourds sur les sources et leurs ruisselets;
- > laisser sur place le bois tombé mais éliminer tous les déchets de coupe;
- > éliminer tous les arbres qui ne sont pas typiques de la station;
- > éviter tout apport d'engrais dans les sources en délimitant des zones de protection suffisamment larges;
- > revitaliser les sources anciennement dégradées, notamment celles dont l'eau n'est plus utilisée: supprimer les captages, supprimer les drains des suintements;
- > éclaircir les boisements environnants (un ombrage partiel reste nécessaire) et favoriser les arbres adaptés au milieu.

3 > Synthèse: état des insectes aquatiques EPT

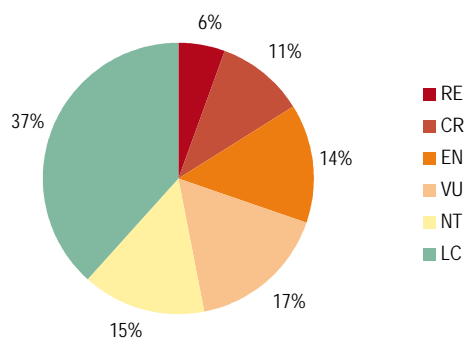
3.1 Catégories de menace des Ephémères, Plécoptères et Trichoptères (EPT)

499 espèces ont été évaluées dans le cadre de ce projet: 86 Ephémères, 111 Plécoptères et 302 Trichoptères. En tout, 15 espèces n'ont pu être évaluées à cause de données insuffisantes (tab. 1). 36 espèces d'Ephémères (env. 43 %), 44 de Plécoptères (env. 40 %) et 147 de Trichoptères (env. 51 %) sont considérées comme menacées et intégrées à la liste rouge (catégorie RE – *éteint en Suisse*, CR – *au bord de l'extinction*, EN – *en danger* et VU – *vulnérable*). Ce ne sont donc pas moins de 47 % des espèces des trois groupes d'insectes aquatiques qui figurent sur la liste rouge. 9 espèces d'Ephémères, 19 de Plécoptères et 43 de Trichoptères sont en outre potentiellement menacées (fig. 4).

Tab. 1 > Nombre d'espèces EPT par catégorie

Catégorie	Nombre d'espèces	Proportion (%) de la liste rouge	Proportion (%) des espèces évaluées	Proportion (%) des espèces considérées
RE Eteint en Suisse	27	11,9	5,6	5,4
CR Au bord de l'extinction	51	22,5	10,5	10,2
EN En danger	68	29,9	14,1	13,6
VU Vulnérable	81	35,7	16,7	16,3
Total des espèces de la liste rouge	227	100 %	46,9 %	45,5 %
NT Potentiellement menacé	71		14,7	14,2
LC Non menacé	186		38,4	37,3
DD Données insuffisantes	15			3,0
Total des espèces	499		100 %	100 %

Fig. 4 > Répartition des espèces EPT évaluées par catégorie de menace (pourcentages arrondis)



3.2 Menaces selon le milieu

Les Ephémères, les Plécoptères et les Trichoptères se développent dans l'eau à l'exception de deux espèces (les Trichoptères *Enoicyla pusilla* et *E. reichenbachi*), dont le cycle vital est exclusivement terrestre. Alors que les Ephémères et les Plécoptères, à développement hémimétabole, passent progressivement de l'état larvaire à celui d'insecte ailé, les Trichoptères, à développement holométabole, passent par un stade intermédiaire, la nymphe, qui, à l'exception de trois espèces (*Enoicyla pusilla*, *E. reichenbachi* et *Ironoquia dubia*), se déroule également dans l'eau. La vie aquatique des larves dure un à trois ans selon les espèces et est ainsi beaucoup plus longue que la vie aérienne des adultes. Cette dernière ne dépasse pas quelques heures ou jours pour les Ephémères voire quelques semaines pour les Plécoptères et les Trichoptères. Les adultes de Trichoptères qui passent l'été dans des grottes peuvent quant à eux vivre plusieurs mois. Les milieux aquatiques ont donc une importance primordiale pour ces insectes. Tous les types de milieux disponibles sont occupés par leurs larves: des sources naturelles aux plus grands fleuves, des mares aux plus grands lacs. La composition des communautés d'espèces dépend toutefois du groupe considéré: les eaux stagnantes ne sont colonisées que par une minorité d'espèces d'Ephémères et de Plécoptères alors que la proportion de Trichoptères y est sensiblement plus élevée. Les espèces des cours d'eau de basse altitude peuvent en général aussi vivre dans les lacs, alors que les espèces des sources sont assez fidèles à leur milieu. Dans les Alpes, quelques espèces des eaux courantes peuvent aussi coloniser les eaux froides des lacs de montagne. L'affinité d'un groupe EPT donné pour certains milieux aquatiques explique les différents degrés de menace (tab. 2).

Tab. 2 > Types de milieu aquatique privilégiés et statut de menace des EPT

Chaque espèce a été classée selon le système de 10 points de Moog (1995) selon Graf et al. (2008, 2009) et Buffagni et al. (2009) qui attribue les points selon l'affinité de l'espèce avec les types de milieu. La somme des points pour chaque type de milieu aquatique et chaque degré de menace est donnée en % (en gras $\geq 25\%$). N indique le nombre d'espèces dans chaque catégorie de menace.

Zones d'écoulement ou types de milieu	N	source, ruisselets de source	ruisseau: largeur $\leq 5\text{m}$	rivière: 5–10m	grande rivière: 10–70m	fleuve: > 70m	eau dormante, lenticue
		crénal	épirhithral	métarhithral	hyporhithral	\geq épipotamal	littoral
Ephémères							
RE	3	3	7	7	10	73	0
CR	12	7	13	19	23	28	9
EN	7	0	13	14	14	34	24
VU	14	11	14	19	21	25	10
Plécoptères							
RE	7	0	0	11	36	53	0
CR	10	26	35	13	7	9	10
EN	14	22	36	12	6	18	6
VU	13	20	52	24	5	0	0
Trichoptères							
RE	17	15	3	14	19	35	14
CR	29	14	9	12	12	16	36
EN	47	22	12	13	14	15	23
VU	54	34	15	11	10	11	20
L'ensemble des 3 groupes							
RE	27	9	2	12	23	45	8
CR	51	15	15	14	14	18	25
EN	68	20	17	13	13	18	20
VU	81	28	20	14	11	11	15

3.2.1 Eaux courantes

Les espèces les plus menacées de la faune suisse sont celles des fleuves et grandes rivières. C'est parmi elles que se compte, pour les trois groupes, la plus forte proportion d'espèces éteintes (tab. 2). La plupart des espèces d'Ephémères menacées (affiliées aux catégories CR, EN, VU) sont liées aux fleuves et aux rivières. Pour les Plécoptères, elles dépendent principalement des ruisseaux et des sources alors que pour les Trichoptères, elles se répartissent sur un spectre plus large de milieux.

La canalisation des fleuves et grandes rivières, notamment sur le Plateau, est la raison principale de la forte proportion d'espèces menacées qu'ils abritent. Leur cours a été partiellement détourné, rectifié et considérablement raccourci; la pente et la vitesse du courant ont augmenté. Leur régime d'écoulement a en outre souvent été modifié, ce qui leur a fait perdre leur dynamique naturelle. C'est ainsi qu'ont disparu la plupart des zones alluviales, principalement sur le Plateau. Sur une surface originelle estimée à 88000 ha, 55 % avaient déjà disparu en 1900 et 36 % ont disparu entre 1900 et 2010 (Lachat et al. 2010). Les zones alluviales et leurs annexes hydrologiques contribuent pourtant pour plus de la moitié à la biodiversité des fleuves et grandes rivières (Karaus et al. 2006). Les premières observations documentant la disparition d'espèces (*Taeniopteryx nebulosa*) due à de telles corrections remontent au 19^e siècle (Ris 1896).

Sur le Plateau, les premières centrales au fil de l'eau ont été construites à la fin du 19^e siècle. Elles ont transformé les grands cours d'eau en une suite de lacs de retenue et ainsi encore péjoré les conditions de vie des espèces. Jusqu'à la construction des stations d'épuration, qui débuta dans les années 1960, la forte charge organique des eaux a été un facteur aggravant qui a largement contribué à la raréfaction des espèces. La qualité actuelle des habitats fluviaux n'est plus qu'un pâle reflet de leur qualité originelle. Ce fait explique pourquoi les espèces caractéristiques qu'ils devraient abriter ne sont plus présentes que ponctuellement en Suisse.

Quand les travaux de correction des fleuves et grandes rivières de Suisse furent achevés, d'autres ont été entrepris: correction de leurs affluents, drainage et urbanisation des terres environnantes. Ils se sont concrétisés par la canalisation ou même par la mise sous tuyau des plus petits cours d'eau. Sur le Plateau, 17 % des rivières ou ruisseaux sont sous tuyau, ce chiffre pouvant dépasser 50 % dans les régions intensivement exploitées (Brändli 1991). Cela s'est traduit par une fragmentation de plus en plus importante de l'habitat aquatique et donc par une augmentation du risque d'extinction des populations génétiquement isolées. Ce risque est d'autant plus grand que ces populations sont sous la pression croissante d'un apport diffus de polluants, en particulier de pesticides.

Dans les Alpes, l'exploitation hydroélectrique de nombreux cours d'eau a considérablement modifié et morcelé l'habitat et ainsi entraîné un déclin de la diversité spécifique et de l'effectif des populations des communautés d'invertébrés aquatiques. Les problèmes majeurs auxquels elles sont confrontées sont l'insuffisance chronique des débits résiduels, les changements du régime de température des eaux au-dessous des barrages, le bouleversement de la dynamique naturelle d'alluvionnement, les variations rapides entre les débits plancher et les débits d'écluse, la génération de débits de type printanier en hiver due à l'activité des centrales à accumulation et à la vidange des lacs de barrage. Comme la pression d'exploitation de l'énergie hydraulique ne cesse d'augmenter, les assainissements prévus sur la base de la loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux; RS 814.20) devraient parer à une détérioration des conditions de vie de la faune aquatique dans les Alpes.

3.2.2 Eaux stagnantes

Les plans d'eau ont également subi de fortes modifications au cours des 100 dernières années. De nombreux types de milieux sont concernés: lacs, étangs naturels et artificiels, bras morts, fosses d'exploitation de tourbière, mares, étangs de jardin. La Suisse compte 6668 plans d'eau de 500 à 500 000 m², la plupart se situant dans les Alpes orientales (OFEV 2010). Si les plans d'eau de 100 à 500 m² sont également pris en compte, leur nombre avoisine 30 000. La zone photique aux eaux relativement chaudes des plans d'eau (zone littorale) a une importance particulière pour les biocénoses des eaux stagnantes. Elle englobe généralement toute la surface des étangs de faible profondeur mais se limite dans les lacs aux zones riveraines dont la profondeur n'excède pas 10 m environ.

De très nombreux petits plans d'eau ont été comblés pour gagner des terres agricoles et constructibles ou pour d'autres motifs. Dans le canton de Zurich, près des deux tiers des 450 lacs et petits plans d'eau ont disparu au cours du 19^e siècle. Dans le même temps, beaucoup d'autres ont été artificiellement créés, bassins d'accumulation (incendie, irrigation), bassins de pisciculture, fosses d'exploitation de tourbière ou de gravière, abreuvoirs à bétail notamment. Dans les régions agricoles, leur charge en nutriments et en pesticides est souvent très élevée de sorte que la qualité de leurs eaux ne correspond plus non plus aux conditions d'origine. Les lacs ont également été fortement modifiés. Avant l'entrée en vigueur de la loi sur la protection des rives, celles-ci ont été remblayées à grande échelle et renforcées par des murs ou des enrochements. Les remblais des rives du lac de Zurich atteignent 20 à 70 m en moyenne et jusqu'à 200 m en ville de Zurich. Aux pertes irremplaçables que représente la disparition des roselières riveraines et des herbiers subaquatiques s'ajoutent des perturbations supplémentaires dues à la réflexion des vagues contre les ouvrages en dur. D'importants travaux de correction des eaux (p. ex. de la Linth et des eaux du Jura) ou l'exploitation systématique de l'énergie hydraulique (p. ex. Pfäffikersee) ont conduit à un abaissement généralisé de la nappe phréatique et à la régulation des fluctuations de niveau de la plupart des lacs suisses. A l'exception du lac de Constance, ils ne connaissent donc plus les variations de niveau saisonnières dont dépendait une part importante des communautés animales et végétales de leurs rives.

Les lacs du Plateau ont en outre connu une phase d'eutrophisation importante dans les années 1970. Les espèces sensibles ont reculé au profit des espèces plus tolérantes. L'interdiction des phosphates dans les lessives, la construction des raccordements d'eaux usées, le déplacement des exutoires de STEP à l'aval des lacs ainsi que l'oxygénation artificielle des petits plans d'eau ont permis d'alléger la charge en nutriments dans la plupart des lacs. Le recul des espèces sensibles a ainsi pu être stoppé. Une recolonisation des régions délaissées ne devrait toutefois être possible que pour les espèces les plus mobiles, disposant de populations réservoir à proximité. Dans quelques lacs (p. ex. Baldeggersee, Léman), l'apport en nutriments provenant de l'agriculture reste aujourd'hui encore un problème, l'objectif de 20 µg de phosphore par litre n'étant pas encore atteint partout (OFEV et OFAG 2008). Soulignons enfin que la tendance actuelle de placer les exutoires des STEP en eau profonde afin de ménager la zone riveraine risque de se traduire par une nouvelle altération de l'état général des lacs concernés.

3.2.3 Marais

L'assèchement des zones marécageuses (10000 ha depuis 1850) et la destruction massive des hauts-marais due à l'exploitation de la tourbe et au drainage ont non seulement causé un recul drastique des surfaces de zones humides de Suisse, mais également la perte de l'habitat larvaire d'une biocénose très spécialisée.

Suite à ces changements profonds du régime des eaux, la qualité même des marais s'est également détériorée: plus du quart des marais de Suisse sont devenus sensiblement plus secs au cours des dernières années (Lachat et al. 2010), ce qui péjore encore les conditions de vie des espèces qu'ils abritent. De plus, la qualité de leurs eaux, naturellement oligotrophes, est dégradée par l'apport d'engrais lessivés des terres agricoles avoisinantes, ainsi que par le dépôt d'azote atmosphérique.

3.2.4 Sources

Les sources appartiennent aux milieux qui ont subi les pertes les plus importantes suite aux atteintes anthropiques directes ou indirectes. Zollhöfer (1997) a documenté leur dramatique régression sur le Plateau: «En 1880 déjà, plus de la moitié des sources du Plateau étaient captées [...]. Si en 1880 on en recensait encore 375 pour 20 km², soit une densité de 15/km², leur nombre est actuellement tombé à 173 (8,7 sources/km²)». Selon lui, les sources proches de l'état naturel représentent en outre moins de 1 % des sources encore existantes. La disparition des sources est liée à de nombreux facteurs. En plus des captages d'eau potable et industrielle, mentionnons la construction d'installations hydroélectriques, l'enneigement artificiel, la construction de routes (principalement en forêt) et la multiplication des piscicultures. De nombreuses sources ont en plus été asséchées suite à des améliorations foncières et au pompage des eaux souterraines qui ont entraîné l'abaissement du niveau de la nappe phréatique. Le drainage des zones alluviales a enfin conduit à la perte de nombreux ruisseaux de résurgence («Giesen»). Les sources et leurs écoulements constituent pourtant l'habitat d'une biocénose très spécialisée. Les espèces caractéristiques qu'elles abritent sont pour la plupart des sténothermes d'eau froide et ne peuvent ainsi que très difficilement se réfugier dans d'autres milieux. Leur important isolement hypothèque ainsi leur recolonisation.

4 > Liste des espèces et catégories de menace

Légende des listes d'espèces par groupe EPT

(tableaux 3, 4 et 5)

Noms	Nom scientifique (pas de noms français ni vernaculaires)
Cat.	Catégorie de menace (d'après l'UICN 2001)
	RE Eteint en Suisse
	CR Au bord de l'extinction
	EN En danger
	VU Vulnérable
	NT Potentiellement menacé
	(LC Non menacé – les espèces de cette catégorie figurent dans la liste exhaustive disponible sur le site Internet de l'OFEV: www.bafu.admin.ch/listesrouges)
	(DD Données insuffisantes – dito)
	(NE Non évalué – dito)

Critères UICN pour l'évaluation (choix déterminé par la méthode appliquée, A2-4.1)

- A Diminution des effectifs (passée, actuelle ou future)
- B Répartition géographique associée à une fragmentation, des réductions ou des fluctuations
- C Population de petite taille associée à une diminution des effectifs
- D Population ou aire de distribution de très petite taille
- (E Analyse quantitative de la probabilité d'extinction – pas utilisé)

Remarques

Dernière mention si elle date de plus de dix ans; type de milieu (trons de cours d'eau des sources et ruisselets de sources (crénal), des ruisseaux et rivières (rhithral) ou des fleuves (potamal), eaux stagnantes telles que lacs, étangs ou mares); si l'espèce n'a jamais été fréquente en Suisse ou autres informations importantes (espèce en expansion par ex.)

4.1 Liste rouge des Ephémères (Ephemeroptera)

Tab. 3 > Les espèces et leurs catégories de menace

Nom scientifique des éphémères	Cat.	Critères UICN	Remarques
<i>Acentrella sinaica</i> Bogoescu, 1931	CR	B2a, B2b (ii,iii)	Aire très restreinte dans notre pays
<i>Ameletus inopinatus</i> Eaton, 1887	CR	B2a, B2b (iii,iv)	Seulement 2 populations connues
<i>Baetis buceratus</i> Eaton, 1870	VU	B2b (iv)	
<i>Baetis liebenauae</i> Keffermüller, 1974	VU	B2a, B2b (iv)	
<i>Baetis melanonyx</i> (Pictet, 1843)	NT	B2b (ii)	
<i>Baetis nubecularis</i> Eaton, 1898	VU	B2b (iii, iv)	Endémique du Jura
<i>Baetis pentaplebodes</i> Ujhelyi, 1966	VU	B2a	Première mention 2002: 3 populations connues
<i>Baetis vardarensis</i> Ikononov, 1962	NT	B2b (iv)	
<i>Caenis beskidensis</i> Sowa, 1973	VU	B2b (ii, iii, iv)	
<i>Caenis lactea</i> (Burmeister, 1839)	VU	B2b (iv)	
<i>Caenis pusilla</i> Navas, 1913	CR	B2a, B2b (ii), B2c (ii)	Déclin récent documenté
<i>Caenis rivulorum</i> Eaton, 1884	EN	B2a, B2b (ii, iv)	
<i>Caenis robusta</i> Eaton, 1884	NT	B2b (iii)	
<i>Choroterpes picteti</i> Eaton, 1871	EN	B2a, B2b (ii, iii,iv)	
<i>Ecdyonurus alpinus</i> Hefti, Tomka, Zurwerra, 1987	NT	B2b (i)	
<i>Ecdyonurus dispar</i> (Curtis, 1834)	VU	B2b (ii, iii)	
<i>Ecdyonurus insignis</i> (Eaton, 1870)	CR	B2b (ii, iii, iv)	Seules mentions de larves 1910, 1942 et 2009
<i>Ecdyonurus parahelvicus</i> Hefti, Tomka, Zurwerra, 1986	VU	B2b (i, iv)	Aire géographique restreinte
<i>Ephemerella glaucops</i> Pictet, 1843–1845	CR	B2a, B2b (ii,iii, iv)	
<i>Ephemerella lineata</i> Eaton, 1870	EN	B2a, B2b (ii, iii)	
<i>Ephemerella vulgata</i> Linnaeus, 1758	VU	B2b (ii, iii, iv)	
<i>Ephemerella notata</i> Eaton, 1887	CR	B2a, B2b (ii, iii, iv)	
<i>Ephoron virgo</i> (Olivier, 1791)	RE		Unique mention 1870
<i>Habrophlebia eldae</i> Jacob & Sartori, 1984	VU	B2c (ii)	Première mention 1989
<i>Habrophlebia fusca</i> (Curtis, 1834)	CR	B2a, B2b (iii, iv)	Première mention 1996
<i>Heptagenia coeruleans</i> Rostock, 1877	RE		Unique mention 1905
<i>Heptagenia longicauda</i> (Stephens, 1836)	RE		Deux mentions 1905–1974
<i>Leptophlebia marginata</i> (Linnaeus, 1767)	EN	B2b (ii, iii, iv)	
<i>Leptophlebia vespertina</i> (Linnaeus, 1758)	CR	B2a, B2b (iii, iv)	
<i>Metreletus balcanicus</i> (Ulmer, 1920)	CR	B2a, B2b (iii, iv)	Une seule population connue
<i>Nigrobaetis niger</i> (Linné, 1761)	CR	B2b (ii, iii, iv)	Aire très restreinte dans notre pays
<i>Oligoneuriella rhenana</i> (Imhoff, 1852)	CR	B2a, B2b (ii, iii, iv)	Aire très restreinte dans notre pays
<i>Potamanthus luteus</i> (Linnaeus, 1767)	NT	B2b (ii)	
<i>Procloeon bifidum</i> (Bengtsson, 1912)	EN	B2b (iv)	Aire restreinte dans notre pays
<i>Procloeon pennulatum</i> (Eaton, 1870)	VU	B2cii, B2b (iii, iv)	
<i>Rhithrogena allobrogica</i> Sowa & Degrange, 1987	VU	B2a, B2b (iv)	
<i>Rhithrogena beskidensis</i> Alba-Tercedor & Sowa, 1987	VU	B2a, B2b (ii, iv)	
<i>Rhithrogena dorieri</i> Sowa, 1971	NT	B2b (iii)	Espèce probablement forestière
<i>Rhithrogena germanica</i> Eaton, 1885	CR	B2a, B2b (ii, iii, iv)	Déclin récent documenté

Nom scientifique des éphémères	Cat.	Critères UICN	Remarques
<i>Rhithrogena grischuna</i> Sartori & Oswald, 1988	NT	B2b (i)	Aire géographique restreinte
<i>Rhithrogena landai</i> Sowa & Soldan, 1984	EN	B2b (ii, iv)	
<i>Rhithrogena nivata</i> (Eaton, 1871)	NT	B2b (i)	
<i>Siphonurus aestivalis</i> (Eaton, 1903)	EN	B2b (ii, iii, iv)	Une seule population importante en Suisse
<i>Siphonurus lacustris</i> (Eaton, 1870)	NT	B2b (iii)	
<i>Torleya major</i> (Klapalek, 1905)	VU	B2b (ii, iii, iv)	Forte régression en Suisse occidentale

4.2 Liste rouge des Plécoptères (Plécoptera)

Tab. 4 > Les espèces et leurs catégories de menace

Nom scientifique des plécoptères	Cat.	Critères UICN	Remarques
<i>Amphinemura standfussi</i> (Ris, 1902)	NT	B2a	
<i>Besdolus imhoffi</i> Pictet, 1841	EN	B2a, B2b (i, ii, iii, iv)	Grandes rivières de plaine
<i>Besdolus ventralis</i> (Pictet, 1841)	RE		Dernière mention 1910, grandes rivières du Plateau
<i>Brachyptera braueri</i> (Klapalek, 1900)	RE		Dernière mention 1870, grandes rivières du Plateau
<i>Brachyptera monilicornis</i> (Pictet, 1841)	RE		Dernière mention 1948, rivières du Plateau
<i>Brachyptera seticornis</i> (Klapalek, 1902)	VU	B2b (ii, iii)	Ruisseaux, rivières
<i>Brachyptera trifasciata</i> (Pictet, 1832)	CR	B2a, B2b (i, ii, iii, iv)	Grandes rivières du Plateau
<i>Capnia bifrons</i> (Newman, 1839)	VU	B2a, B2b (iii)	Petits ruisseaux, aussi temporaires
<i>Capnia vidua</i> Klapalek, 1904	NT	B2b (iii)	
<i>Dictyogenus fontium</i> Ris, 1896	NT	B2b (iii)	
<i>Dinocras ferreri</i> (Pictet, 1841)	EN	B2b (ii, iii, iv)	Sources, ruisseaux, Tessin
<i>Dinocras megacephala</i> (Klapalek, 1907)	VU	B2a, B2b (i, ii, iii, iv)	Ruisseaux, rivières
<i>Isogeton nubecula</i> Newman, 1833	RE		Dernière mention 1953, grandes rivières
<i>Isoptera carbonaria</i> Aubert, 1953	NT		
<i>Isoptera lugens</i> (Klapalek, 1923)	CR	B2a, B2b (iii, iv)	Sources, ruisselets de source, Alpes
<i>Isoptera obscura</i> (Zetterstedt, 1840)	EN	B2a, B2b (i, ii, iii, iv)	Rivières en marge des Alpes
<i>Isoptera orobica</i> Ravizza, 1975	EN	B2a, B2b (iii, iv)	Ruisseaux et rivières, Sud des Alpes
<i>Isoptera oxylepis</i> (Despax, 1936)	EN	B2a, B2b (iii)	Ruisseaux et rivières, Jura
<i>Leuctra ameliae</i> Vinçon & Ravizza, 1996	EN	B2a, B2b (ii, iii, iv)	Sources, ruisselets de source
<i>Leuctra armata</i> Kempny, 1899	NT	B2b (iii)	
<i>Leuctra aurita</i> Navas, 1919	NT	B2b (ii, iv)	
<i>Leuctra autumnalis</i> Aubert, 1948	VU	B2a, B2b (iii)	
<i>Leuctra dolasilla</i> Consiglio, 1955	VU	B2a, B2b (iii)	
<i>Leuctra elisabethae</i> Ravizza, 1985	EN	B2b (ii, iii)	Sources, petits ruisseaux forestiers Tessin
<i>Leuctra helvetica</i> Aubert, 1956	EN	B2a, B2b (ii, iii, iv)	Ruisselets de source, ruisseaux, au-dessus de 1000m
<i>Leuctra hexacantha</i> Despax, 1940	VU	B2a, B2b (ii, iv)	
<i>Leuctra insubrica</i> Aubert, 1949	VU	B2a, B2b (ii, iii)	Ruisselets de source, ruisseaux
<i>Leuctra meridionalis</i> Aubert, 1951	NT		
<i>Leuctra niveola</i> Schmid, 1947	VU	B2a, B2b (iii)	Ruisselets de source, ruisseaux
<i>Leuctra pseudorosinae</i> Aubert, 1954	EN	B2a, B2b (iii)	Sources petits ruisseaux, Suisse occidentale

Nom scientifique des plécoptères	Cat.	Critères UICN	Remarques
<i>Leuctra pseudosignifera</i> Aubert, 1954	NT	B2b (iii)	
<i>Leuctra rauscheri</i> Aubert, 1957	NT	B2b (iii)	
<i>Leuctra ravizzai</i> Ravizza, Dematteis & Vinçon, 1994	CR	B2a, B2b (iii, iv)	Sources, petits ruisseaux au-dessus de 1800m, Alpes
<i>Leuctra schmidi</i> Aubert, 1946	EN	B2a, B2b (ii, iii, iv)	Petits ruisseaux, Alpes occidentales
<i>Leuctra sesvenna</i> Aubert, 1953	CR	B2a, B2b (ii, iii, iv)	Petits ruisseaux, Alpes
<i>Leuctra subalpina</i> Vinçon, Ravizza, Aubert, 1995	NT	B2b (iii)	
<i>Leuctra vinconi aubertorum</i> Ravizza & Ravizza Dematteis, 1994	CR	B2a, B2b (iii)	Sources, ruisselets de source
<i>Leuctra zwicki</i> Ravizza & Vinçon, 1991	CR	B2a, B2b (iii)	Ruisselets de source, petits ruisseaux
<i>Nemoura avicularis</i> Morton, 1894	EN	B2a, B2b (ii, iii, iv)	Ruisseaux, lacs
<i>Nemoura cambrica</i> Stephens, 1836	NT	B2b (iii, iv)	
<i>Nemoura dubitans</i> Morton, 1894	CR	B2a, B2b (iii, iv), B2c (ii, iv)	Mares de tourbière
<i>Nemoura minima</i> Aubert, 1946	NT	B2b (iii, iv)	
<i>Nemoura obtusa</i> Ris, 1902	NT	B2b (iii)	
<i>Nemoura palliventris</i> Aubert, 1953	EN	B2a, B2b (iii, iv)	Petits ruisseaux, Tessin
<i>Nemoura sciurus</i> Aubert, 1949	CR	B2a, B2b (iii, iv)	Sources, ruisselets de source et petits ruisseaux
<i>Nemoura sinuata</i> Ris, 1902	NT	B2b (iii)	
<i>Nemoura uncinata</i> Despax, 1934	EN	B2a, B2b (iii)	Sources, petits ruisseaux
<i>Nemoura undulata</i> Ris, 1902	CR	B2a, B2b (ii, iii, iv)	Sources, ruisselets de source, Alpes orientales
<i>Perla abdominalis</i> Burmeister, 1839	CR	B2a, B2b (i, ii, iii, iv)	Rivières du Plateau
<i>Perla marginata</i> (Panzer, 1799)	NT	B2b (iii)	
<i>Perlodes dispar</i> (Rambur, 1842)	EN	B2a, B2b (i, ii, iii, iv)	Grandes rivières du Plateau
<i>Perlodes jurassicus</i> Aubert, 1946	NT	B2b (iii)	
<i>Protonemura algovia</i> Mendl, 1968	VU	B2a, B2b (iii)	Ruisseaux et rivières, Alpes
<i>Protonemura auberti</i> Illies, 1954	NT	B2b (iii)	
<i>Protonemura meyeri</i> (Pictet, 1841)	VU	B2a, B2b (ii, iii)	
<i>Protonemura nimborella</i> Mosely, 1930	VU	B2a, B2b (iii)	Ruisselets de source, ruisseaux, Alpes
<i>Rhabdiopteryx alpina</i> Kührtreiber, 1934	NT	B2b (iii)	
<i>Rhabdiopteryx harperi</i> Vinçon & Muranyi, 2008	VU	B2a, B2b (iii)	Ruisseaux, rivières au-dessus de 1000 m, Alpes
<i>Siphonoperla montana</i> (Pictet, 1841)	NT	B2b (iii)	
<i>Taeniopteryx hubaulti</i> Aubert, 1946	VU	B2a, B2b (iii)	Rivières, Préalpes
<i>Taeniopteryx nebulosa</i> (Linnaeus, 1758)	RE		Dernière mention 1886, grandes rivières, Plateau
<i>Taeniopteryx schoenemundi</i> Mertens, 1923	RE		Dernière mention 1961, grandes rivières, Plateau
<i>Xanthoperla apicalis</i> (Newman, 1836)	RE		Dernière mention 1949, grandes rivières, Plateau

4.3

Liste rouge des Trichoptères (Trichoptera)**Tab. 5 > Les espèces et leurs catégories de menace**

Nom scientifique des trichoptères	Cat.	Critères UICN	Remarques
<i>Acrophylox zerberus</i> Brauer, 1867	VU	B2a, B2b (iii)	Lacs, ruisseaux, étage alpin
<i>Adicella filicornis</i> (Pictet, 1834)	EN	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Sources
<i>Adicella reducta</i> (McLachlan, 1865)	EN	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Ruisseaux, eaux résurgentes
<i>Agapetus laniger</i> Pictet, 1834	VU	B2a, B2b (iii)	Rivières, Plateau
<i>Agapetus nimbulus</i> McLachlan, 1879	VU	B2a, B2b (ii,iii)	Sources, rivières, eaux résurgentes
<i>Agrypnia obsoleta</i> (Hagen, 1864)	CR	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Marais, lacs de montagne, Alpes
<i>Agrypnia picta</i> Kolenati, 1848	RE		Dernière mention 1909; gouilles de marais
<i>Allogamus antennatus</i> McLachlan, 1876	VU	B2 B2b (ii,iii)	Tessin
<i>Allogamus mendax</i> (McLachlan, 1876)	NT		
<i>Allotrichia pallicornis</i> (Eaton, 1873)	VU	B2a, B2b (ii, iii)	Rivières
<i>Anabolia brevipennis</i> (Curtis, 1834)	CR	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Marais, aussi eaux temporaires
<i>Anabolia lombarda</i> Ris, 1897	EN	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Tessin
<i>Anisogamus difformis</i> (McLachlan, 1867)	VU	B2a, B2b (iv, iii)	Sources
<i>Annitella obscurata</i> (McLachlan, 1876)	VU	B2a,B2b (iv)	
<i>Anomalopterygella chauviniana</i> (Stein, 1874)	EN	B2a,B2b (iii)	Seule localité connue: Wutach
<i>Apatania fimbriata</i> (Pictet, 1834)	EN	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Sources, Alpes, parthénogénétique
<i>Apatania helvetica</i> Schmid, 1954	EN	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Sources, Alpes, parthénogénétique
<i>Apatania muliebris</i> McLachlan, 1866	EN	B2a, B2b (ii,iii,iv)	Sources, Plateau, Préalpes, parthénogénétique
<i>Athripsodes bilineatus</i> (Linnaeus, 1758)	VU	B2a, B2b (iii)	
<i>Athripsodes leucophaeus</i> (Rambur, 1842)	RE		Dernière mention 1944; lacs
<i>Beraea maurus</i> (Curtis, 1834)	NT		
<i>Beraea pullata</i> (Curtis, 1834)	NT		
<i>Beraemyia squamosa</i> Mosely, 1930	EN	B2a, B2b (iii)	Tessin
<i>Beraeodes minutus</i> (Linnaeus, 1761)	VU	B2a, B2b (ii,iii,iv)	Petits ruisseaux
<i>Brachycentrus maculatus</i> (Fourcroy, 1785)	CR	B2b (i,ii,iii,iv)	Rivières, Plateau
<i>Brachycentrus montanus</i> Klapalek, 1892	RE		Dernière mention 1900; rivières du Plateau
<i>Brachycentrus subnubilus</i> Curtis, 1834	RE		Dernière mention 1916; grandes rivières, Plateau
<i>Catagapetus nigrans</i> McLachlan, 1884	EN	B2b(ii,iv)	Ruisselets de source, Tessin
<i>Ceraclea annulicornis</i> (Stephens, 1836)	VU	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Rivières et lacs
<i>Ceraclea aurea</i> (Pictet, 1834)	VU	B2a, B2b (iii)	Rivières
<i>Ceraclea fulva</i> (Rambur, 1842)	EN	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Rivières et lacs, larves dans les éponges
<i>Ceraclea nigronevosa</i> (Retzius, 1783)	EN	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Rivières et lacs, larves dans les éponges
<i>Ceraclea riparia</i> (Albarda, 1874)	CR	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Rivières, Plateau
<i>Ceraclea senilis</i> (Burmeister, 1839)	CR	B2a, B2b (iv)	Lacs, larves dans les éponges
<i>Chaetopterygopsis maclachlani</i> Stein, 1874	EN	B2a, B2b (i,ii,iv)	
<i>Chaetopteryx gessneri</i> McLachlan, 1876	VU	B2a, B2b (iii)	Sources
<i>Chaetopteryx major</i> McLachlan, 1876	VU	B2a, B2b (iii)	Ruisselets de source, épithal
<i>Chimarra marginata</i> Linnaeus, 1767	CR	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Rivières
<i>Conisorophylax consors</i> (McLachlan, 1880)	NT		

Nom scientifique des trichoptères	Cat.	Critères UICN	Remarques
<i>Cryptothrix nebulicola</i> McLachlan, 1867	NT		
<i>Cyrnus crenaticornis</i> (Kolenati, 1859)	NT		
<i>Cyrnus flavidus</i> McLachlan, 1864	VU	B2a, B2b (ii,iv)	Lacs, rivières
<i>Cyrnus insolutus</i> McLachlan, 1878	NT		
<i>Diplectrona atra</i> McLachlan, 1878	VU	B2a, B2b (iii)	Ruisselets de source, Tessin
<i>Drusus alpinus</i> (Meyer-Dür, 1875)	EN	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Ruisselets de source, Alpes centrales
<i>Drusus chrysotus</i> (Rambur, 1842)	NT		
<i>Drusus melanchaetes</i> McLachlan, 1876	VU	B2a, B2b (iii)	Sources
<i>Drusus monticola</i> McLachlan, 1876	NT		
<i>Drusus muelleri</i> McLachlan, 1868	VU	B2a, B2b (iii)	Sources
<i>Drusus nigrescens</i> Meyer-Dür, 1875	VU	B2a, B2b (iii)	Sources
<i>Drusus trifidus</i> McLachlan, 1868	NT		
<i>Ecclisopteryx guttulata</i> (Pictet, 1834)	NT		
<i>Enoicyla reichenbachi</i> (Kolenati, 1848)	NT		
<i>Ernodes articularis</i> (Pictet, 1834)	VU	B2a, B2b (iii)	Sources, endroits humides
<i>Ernodes vicinus</i> (McLachlan, 1879)	NT		
<i>Erotesis baltica</i> McLachlan, 1877	EN	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Marais
<i>Glossosoma bifidum</i> McLachlan, 1879	CR	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	
<i>Grammatotilus nigropunctatus</i> (Retzius, 1783)	EN	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Marais, aussi eaux temporaires
<i>Hagenella clathrata</i> (Kolenati, 1848)	EN	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Marais, marécage
<i>Halesus tessellatus</i> (Rambur, 1842)	VU	B2b(ii,iii)	
<i>Helicopsyche sperata</i> McLachlan, 1876	EN	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Sources, Tessin
<i>Holocentropus dubius</i> (Rambur, 1842)	VU	B2a, B2b (i,ii,iii)	Marais, eaux stagnantes riches en végétation
<i>Holocentropus picicornis</i> (Stephens, 1836)	VU	B2a, B2b (ii, iii)	Marais, eaux stagnantes riches en végétation
<i>Holocentropus stagnalis</i> (Albarda, 1874)	EN	B2a, B2b (iii)	Cours et plans d'eau de marais
<i>Hydatophylax infumatus</i> (McLachlan, 1865)	CR	B2a, B2b (ii,iv)	
<i>Hydropsyche bulbifera</i> McLachlan, 1878	CR	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	
<i>Hydropsyche doehleri</i> Tobias, 1972	EN	B2a, B2b (iii)	Tessin
<i>Hydropsyche exocellata</i> Dufour, 1841	EN	B2a, B2b (iii)	Rivières, Plateau
<i>Hydropsyche fulvipes</i> Curtis, 1834	VU	B2a, B2b (iii)	Sources
<i>Hydropsyche guttata</i> Pictet, 1834	EN	B2a, B2b (i,ii,iii)	
<i>Hydropsyche modesta</i> Navas, 1925	EN	B2a, B2b (iii)	
<i>Hydropsyche saxonica</i> McLachlan, 1884	VU	B2a, B2b (i, ii)	Petits ruisseaux
<i>Hydroptila brissaga</i> Malicky, 1996	EN	B2a, B2b (iii)	Lacs et rivières, Tessin
<i>Hydroptila dampfi</i> Ulmer, 1929	VU	B2a, B2b (i,iii)	Eaux dormantes
<i>Hydroptila insubrica</i> Ris, 1903	RE		Unique mention 1896
<i>Hydroptila ivisa</i> Malicky, 1972	VU	B2a, B2b (iii)	Ruisseaux
<i>Hydroptila martini</i> Marshall, 1977	CR	B2a, B2b (i,ii,iv)	Sources, Tessin
<i>Hydroptila occulta</i> (Eaton, 1873)	EN	B2a, B2b (i,ii,iv)	
<i>Hydroptila pulchricornis</i> Pictet, 1834	CR	B2a, B2b (ii,iii,iv)	Eaux stagnantes
<i>Hydroptila rheni</i> Ris, 1896	RE		Dernière mention 1944, grandes rivières Plateau
<i>Hydroptila simulans</i> Mosely, 1920	CR	B2a, B2b (iii)	
<i>Hydroptila tigurina</i> Ris, 1894	RE		Unique mention 1888

Nom scientifique des trichoptères	Cat.	Critères UICN	Remarques
<i>Hydroptila valesiaca</i> (Schmid, 1947)	EN	B2a, B2b (ii,iii,iv)	Ruisselets de source, ruisseaux
<i>Ironoquia dubia</i> (Stephens, 1837)	CR	B2a, B2b (ii,iii,iv)	Ruisselets secs en été, nymphe terrestre
<i>Ithytrichia clavata</i> Morton, 1905	EN	B2a, B2b (iii)	Lacs
<i>Ithytrichia lamellaris</i> Eaton, 1873	CR	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Fossés et petits ruisseaux en marais
<i>Lepidostoma basale</i> (Kolenati, 1848)	VU	B2b (i,iii)	Rivières, Plateau, bois mort
<i>Leptocerus tineiformis</i> Curtis, 1834	NT		
<i>Limnephilus affinis</i> Curtis, 1834	CR	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Marais, aussi eaux temporaires
<i>Limnephilus algosus</i> (McLachlan, 1868)	CR	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Marais, nordique, en CH petites populations isolées
<i>Limnephilus auricula</i> Curtis, 1834	NT		
<i>Limnephilus binotatus</i> Curtis, 1834	VU	B2a, B2b (ii, iii)	Marais, aussi eaux temporaires
<i>Limnephilus bipunctatus</i> Curtis, 1834	EN	B2a, B2b (i,ii, iii,iv)	Ruisseaux, petits plans d'eau, aussi temporaires
<i>Limnephilus borealis</i> (Zetterstedt, 1840)	CR	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Marais, eurosibérien, en CH petites populations isolées
<i>Limnephilus coenosus</i> Curtis, 1834	NT		
<i>Limnephilus elegans</i> Curtis, 1834	CR	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Marais, aussi eaux temporaires
<i>Limnephilus flavospinosus</i> Stein, 1874	EN	B2a, B2b (iii)	Fossés riche en végétation
<i>Limnephilus germanus</i> McLachlan, 1875	VU	B2a, B2b (ii,iii)	Marais
<i>Limnephilus griseus</i> (Linnaeus, 1758)	EN	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Marais, ruisseaux et petits plans d'eau, aussi temporaires
<i>Limnephilus helveticus</i> Schmid, 1965	VU	B2a, B2b (iii)	Marais
<i>Limnephilus hirsutus</i> (Pictet, 1834)	NT		
<i>Limnephilus incisus</i> (Curtis, 1834)	EN	B2a, B2b (ii,iii,iv)	Plans d'eau secs en été
<i>Limnephilus italicus</i> McLachlan, 1884	VU	B2a, B2b (ii,iii)	Marais
<i>Limnephilus marmoratus</i> Curtis, 1834	NT		
<i>Limnephilus nigriceps</i> (Zetterstedt, 1840)	EN	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Marais
<i>Limnephilus politus</i> McLachlan, 1865	RE		Dernière mention 1900; petits lacs, eurosibérien
<i>Limnephilus sericeus</i> (Say, 1824)	VU	B2a, B2b (iii)	Marais, Alpes
<i>Limnephilus stigma</i> Curtis, 1834	NT		
<i>Limnephilus subcentralis</i> Brauer, 1857	VU	B2a, B2b (ii,iii)	Marais
<i>Limnephilus vittatus</i> (Fabricius, 1798)	VU	B2a, B2b (ii,iii)	Marais, aussi eaux temporaires
<i>Lithax obscurus</i> (Hagen, 1859)	CR	B2b (i,ii,iii,iv)	Sources et petits cours d'eau
<i>Lype reducta</i> (Hagen, 1868)	NT		
<i>Metanoea flavipennis</i> (Pictet, 1834)	NT		
<i>Metanoea rhaetica</i> Schmid, 1955	NT		
<i>Micrasema minimum</i> McLachlan, 1876	RE		Seule mention 1900; grandes rivières Plateau
<i>Micrasema morosum</i> (McLachlan, 1868)	NT		
<i>Micrasema setiferum</i> (Pictet, 1834)	EN	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Rivières
<i>Micropterna fissa</i> (McLachlan, 1875)	VU	B2a, B2b (ii)	
<i>Micropterna lateralis</i> (Stephens, 1837)	NT		
<i>Micropterna nycterobia</i> McLachlan, 1875	NT		
<i>Microptila minutissima</i> Ris, 1897	RE		Seule mention 1888, ruisselets de source
<i>Molanna albicans</i> (Zetterstedt, 1840)	VU	B2a, B2b (i,ii,iv)	Lacs, nordique, relique glaciaire
<i>Mystacides nigra</i> (Linnaeus, 1758)	EN	B2a, B2b (i,ii,iii,v)	Rivières et lacs
<i>Nemotaulius punctatolineatus</i> Retzius, 1783	CR	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Petits lacs riches en végétation
<i>Notidobia ciliaris</i> (Linnaeus, 1761)	VU	B2a, B2b (ii,iii)	Ruisselets de source, épithral

Nom scientifique des trichoptères	Cat.	Critères UICN	Remarques
<i>Oecetis furva</i> (Rambur, 1842)	VU	B2a, B2b (i,ii,iii)	Rivières, lacs, bras morts
<i>Oligostomis reticulata</i> (Linnaeus, 1761)	EN	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Marais, aussi eaux temporaires
<i>Oligotricha striata</i> (Linnaeus, 1758)	NT		
<i>Orthotrichia angustella</i> McLachlan, 1865	RE		Dernière mention 1914; rivières Plateau
<i>Oxyethira falcata</i> Morton, 1893	CR	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Sources, ruisselets de source
<i>Oxyethira simplex</i> Ris, 1897	RE		Dernière mention 1944
<i>Parachiona picicornis</i> (Pictet, 1834)	NT		
<i>Philopotamus montanus</i> (Donovan, 1813)	VU	B2a, B2b (ii,iii)	Petits ruisseaux jusqu'à moyenne altitude
<i>Phryganea bipunctata</i> Retzius, 1783	NT		
<i>Platyphylax frauenfeldi</i> (Brauer, 1857)	RE		Unique mention 1888, grandes rivières
<i>Plectrocnemia appennina</i> McLachlan, 1884	EN	B2a, B2b (i,ii,iv)	Ruisselets de source, ruisseaux
<i>Plectrocnemia brevis</i> McLachlan, 1871	NT		
<i>Plectrocnemia geniculata</i> McLachlan, 1871	NT		
<i>Polycentropus corniger</i> McLachlan, 1884	EN	B2a, B2b (iii)	
<i>Polycentropus excisus</i> Klapalek, 1894	NT		
<i>Polycentropus irroratus</i> Curtis, 1835	VU	B2a, B2b (i,ii,iii)	
<i>Polycentropus kingi</i> McLachlan, 1881	CR	B2a, B2b (i,ii,iv)	Petits ruisseaux
<i>Polycentropus moretii</i> Malicky, 1977	NT		
<i>Potamophylax luctuosus</i> Piller & Mitterpacher, 1783	EN	B2a, B2b (i,ii, iii)	Ruisselets de source, ruisseaux
<i>Potamophylax nigricornis</i> (Pictet, 1834)	NT		
<i>Potamophylax rotundipennis</i> (Brauer, 1857)	EN	B2a, B2b (iii)	
<i>Psychomyia fragilis</i> (Pictet, 1834)	EN	B2 a, B2b (i,ii,iv)	Cours d'eau et lacs
<i>Ptilocolepus granulatus</i> (Pictet, 1834)	NT		
<i>Rhadicleptus alpestris</i> (Kolenati, 1848)	NT		
<i>Rhadicleptus ucenorum</i> McLachlan, 1876	CR	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Gouilles en marais, étage alpin
<i>Rhyacophila albardana</i> McLachlan, 1879	NT		
<i>Rhyacophila aquitanica</i> McLachlan, 1879	EN	B2a, B2b (ii,iv)	Petits ruisseaux
<i>Rhyacophila aurata</i> Brauer, 1857	VU	B2a, B2b (ii,iii)	Petits ruisseaux à basse altitude
<i>Rhyacophila bonaparti</i> Schmid, 1947	VU	B2a, B2b (ii,iii)	Sources
<i>Rhyacophila glareosa</i> McLachlan, 1867	NT		
<i>Rhyacophila hirticornis</i> McLachlan, 1879	NT		
<i>Rhyacophila laevis</i> Pictet, 1834	VU	B2a, B2b (ii,iii)	Sources
<i>Rhyacophila meyeri</i> McLachlan, 1879	VU	B2a, B2b (iii)	Sources
<i>Rhyacophila orobica</i> Moretti, 1991	CR	B2a, B2b (i,iii,iv)	Sources, Tessin
<i>Rhyacophila pascoei</i> McLachlan, 1879	RE		Dernière mention 1895, grandes rivières
<i>Rhyacophila philopotamoides</i> McLachlan, 1879	VU	B2a, B2b (ii,iii)	Sources
<i>Rhyacophila praemorsa</i> McLachlan, 1879	VU	B2a, B2b (ii)	Petits ruisseaux
<i>Rhyacophila rectispina</i> McLachlan, 1884	NT		
<i>Rhyacophila simulatrix</i> McLachlan, 1879	CR	B2a, B2b (iii)	Alpes, en Suisse uniquement la sous-espèce <i>R.s.vinconi</i>
<i>Rhyacophila stigmatica</i> (Kolenati, 1859)	VU	B2a, B2b (iii)	Sources, petits ruisseaux
<i>Sericostoma flavicorne</i> Schneider, 1845	NT		
<i>Sericostoma galeatum</i> Rambur, 1842	EN	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Lacs
<i>Silo piceus</i> (Brauer, 1857)	VU	B2a, B2b (i,iii)	Grands cours d'eau

Nom scientifique des trichoptères	Cat.	Critères UICN	Remarques
<i>Stactobia eatoniella</i> McLachlan, 1880	RE		Dernière mention 1944, ruisselets de source
<i>Stactobia moselyi</i> Kimmins, 1949	EN	B2a, B2b (i,ii,iv)	Sources, seulement hygropétrique
<i>Stactobiella risi</i> (Felber, 1908)	RE		Dernière mention 1908, ruisselets de source
<i>Stenophylax mucronatus</i> McLachlan, 1880	EN	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	
<i>Stenophylax vibex</i> (Curtis, 1834)	NT		
<i>Synagapetus dubitans</i> McLachlan, 1879	NT		
<i>Synagapetus iridipennis</i> McLachlan, 1879	VU	B2a, B2b (ii,iii)	Sources
<i>Tinodes antonioi</i> Botosaneanu & Taticchi-Vigano, 1974	EN	B2a, B2b (iii)	Tessin
<i>Tinodes luscini</i> Ris, 1903	EN	B2a, B2b (iii)	Tessin
<i>Tinodes maclachlani</i> Kimmins, 1966	VU	B2a, B2b (iii)	Ruisselets de source, épirhithral
<i>Tinodes maculicornis</i> (Pictet, 1834)	VU	B2a, B2b (iii)	Cours et plans d'eau, aussi hygropétrique
<i>Tinodes pallidulus</i> McLachlan, 1878	EN	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Petits ruisseaux, eaux résurgentes
<i>Tinodes rostocki</i> McLachlan, 1878	NT		
<i>Tinodes sylvia</i> Ris, 1903	CR	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Sources, Tessin
<i>Tinodes zelleri</i> McLachlan, 1878	VU	B2a, B2b (iii)	Sources, hygropétrique
<i>Triaenodes bicolor</i> (Curtis, 1834)	CR	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Marais, plans d'eau riches en végétation
<i>Tricholeiochiton fagesii</i> (Guinard, 1879)	CR	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Marais, plans d'eau
<i>Trichostegia minor</i> (Curtis, 1834)	VU	B2a, B2b (iii)	Marais, aussi eaux temporaires
<i>Wormaldia mediana</i> McLachlan, 1878	CR	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	Ruisseaux, Tessin
<i>Wormaldia pulla</i> (McLachlan, 1878)	EN	B2a, B2b (i,ii,iii,iv)	
<i>Wormaldia subnigra</i> McLachlan, 1865	RE		Dernière mention 1900, rivières Plateau
<i>Wormaldia variegata</i> Kimmins, 1953	VU	B2a, B2b (iii)	Tessin, en Suisse la sous-espèce <i>W.v. maclachlani</i>

5 > Classement des Ephémères

André Wagner et Michel Sartori

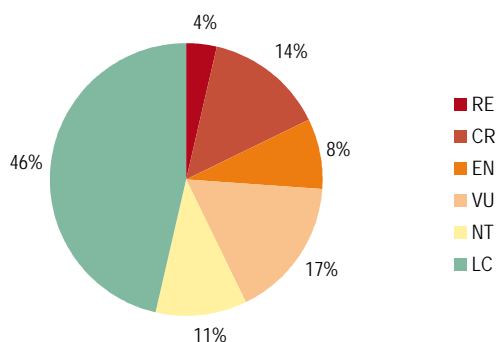
5.1 Aperçu

86 espèces d'Ephémères ont été évaluées dans le cadre de ce projet (tab. 6). Parmi celles pour lesquelles les données rassemblées étaient suffisantes, 36 (43 % arrondis) sont considérées comme éteintes ou menacées et figurent sur la liste rouge et neuf espèces (11 % arrondis) sont potentiellement menacées (fig. 5).

Tab. 6 > Nombre d'espèces d'Ephémères par catégorie

Catégorie	Nombre d'espèces	Proportion (%) de la liste rouge	Proportion (%) des espèces évaluées	Proportion (%) des espèces considérées
RE Eteint en Suisse	3	8,3	3,6	3,5
CR Au bord de l'extinction	12	33,3	14,3	14,0
EN En danger	7	19,5	8,3	8,1
VU Vulnérable	14	38,9	16,7	16,3
Total des espèces de la liste rouge	36	100 %	42,9 %	41,9 %
NT Potentiellement menacé	9		10,7	10,5
LC Non menacé	39		46,4	45,3
DD Données insuffisantes	2			2,3
Total des espèces	86		100 %	100 %

Fig. 5 > Répartition des espèces d'Ephémères évaluées par catégorie de menace (pourcentages arrondis)



Les Ephémères de Suisse colonisent la plupart des milieux aquatiques des altitudes les plus basses jusqu'à près de 3000 mètres, y compris dans les cours ou plans d'eau temporaires, mais sont toutefois exclues des eaux très polluées. Les espèces, qui se succèdent de manière plus ou moins ordonnée des sources aux plus grands fleuves (hiérarchisation biocénotique longitudinale), peuvent être réparties en quatre guildes dont les réactions aux atteintes du milieu sont très différentes:

- > Comme l'impact de l'urbanisation et des activités humaines dans les régions de montagne est encore assez faible, les espèces rhithrales d'altitude se portent globalement bien. Si la qualité de l'eau de quelques rivières situées en aval de grandes stations touristiques laisse à désirer, l'impact anthropique principal qu'elles subissent est l'assèchement périodique des cours d'eau captés et leurs débits résiduels souvent trop faibles. Avec la probable multiplication des (micro)centrales hydroélectriques, il s'agira à l'avenir d'être extrêmement prudent lors du calcul des débits résiduels et très rigoureux dans le contrôle de leur application.

Espèces rhithrales d'altitude
- > Les espèces caractéristiques des rivières et ruisseaux de plaine et moyenne altitude ont réagi de manière très différenciée aux transformations de leur habitat et à la pollution des eaux.

Espèces rhithrales de moyenne et basse altitude
- > Hormis *Potamanthus luteus* et *Heptagenia sulphurea* qui supportent bien la dégradation des milieux qui les abritent, toutes les espèces typiques des fleuves et grandes rivières survivent en populations relictuelles ou ont déjà disparu. Ainsi, *Ephoron virgo* a disparu dans la seconde moitié du 19^e siècle, *Heptagenia coeruleans* au début et *Heptagenia longicauda* dans la seconde moitié du 20^e siècle; la présence d'*Ephemerella notata* n'est plus trahie que par quelques larves disséminées dans le Rhin; les effectifs de *Rhithrogena germanica* se sont effondrés, ce qui hypothèque son avenir; *Caenis pusilla*, espèce de tout temps très localisée, n'a pas été retrouvée dans plusieurs milieux anciennement colonisés. La pollution des eaux et la destruction des rives naturelles de la majorité des fleuves et grandes rivières sont les causes majeures de cette évolution.

Espèces potamales
- > Les espèces des eaux stagnantes réagissent de manière très contrastée aux changements d'origine anthropique de leur habitat. Certaines ont quasiment disparu alors que d'autres ne semblent pas en souffrir.

Espèces des eaux stagnantes

5.2

Eteint en Suisse (RE)

Cette catégorie regroupe trois espèces qui colonisaient autrefois les fleuves et grandes rivières et qui doivent être considérées comme disparues de Suisse. Leur statut est étayé par le nombre élevé de prélèvements infructueux réalisés dans le Rhin et dans les autres milieux qui les abritaient, par leur rareté initiale et par l'important laps de temps écoulé depuis leur dernière capture.

Ephoron virgo n'a été signalée qu'une seule fois en 1870 à Zurich. Autrefois très fréquente et abondante en Europe, elle formait des vols si importants qu'on les nommait la «manne blanche». Depuis lors, elle s'est raréfiée au point d'être considérée comme «menacée» dans la liste rouge des Ephémères d'Allemagne (Malzacher et al. 1998). Elle connut une pullulation locale sur le Rhin à Mainz au milieu des années 1990 (Kureck 1992, Kureck et Fontes 1996), avant de redevenir nettement moins fréquente, sans raison apparente. Son retour sur territoire suisse est tributaire de l'assainissement des eaux du Rhin en aval de Bâle.

Heptagenia coeruleans n'a été observée qu'une seule fois dans le Rhin à Bâle en 1905. Elle n'a plus été signalée dans le cours allemand du Rhin depuis 1933. Elle est considérée comme en état critique (CR) dans les listes rouges des Ephémères d'Allemagne (Malzacher et al. 1998) et de France (Masselot et Brulin 2001).

Heptagenia longicauda n'a été signalée que deux fois dans le Rhin: à Bâle en 1905 et dans le canton de Schaffhouse en 1974. En Allemagne, où elle est considérée comme en danger (EN), elle a été observée dans quelques ruisseaux dont les plus proches se trouvent dans le Rheinland-Pfalz (Haybach et Fischer 1994).

5.3 **Au bord de l'extinction (CR)**

Cette catégorie regroupe des espèces dont l'aire d'occupation est très restreinte et/ou dont les effectifs sont très faibles. La découverte de quelques localités nouvelles pour certaines d'entre elles est à mettre en regard avec l'énorme effort d'échantillonnage réalisé lors du projet Listes rouges (cf. annexe A2). Elle n'atténue en rien leur niveau de menace très élevé.

Acentrella sinaica n'apparaît plus que dans la Singine, ses quelques anciennes populations de la Sarine et de la Jona (ZH) ayant aujourd'hui disparu. Les rares individus nouvellement trouvés dans la Gérine (FR) et dans la Gürbe (BE) reflètent plus l'important effort de prospection qui a été réalisé lors du projet LR qu'une réelle extension de son aire de distribution régionale. Dans la Singine, ses populations sont très clairsemées et confinées entre 600 et 900 mètres d'altitude. L'écologie de l'espèce est encore mal connue. Elle semble toutefois inféodée à des rivières à lit non colmaté et à zone hyporhéique importante. L'extrême vulnérabilité de ses dernières populations justifie son statut de menace très élevé. Sa conservation est tributaire de la préservation de l'état naturel des derniers tronçons de rivière qui l'abritent et du maintien de la qualité de leurs eaux, ce qui, compte tenu de la forte pression démographique que subit le haut du bassin versant de la Singine, exigera une extrême vigilance des services compétents.

Ameletus inopinatus est très disséminée en Europe. Seules deux populations sont connues en Suisse et trois en France, où elle est menacée de disparition (Brulin 2007). Elle est considérée comme en danger (EN) en Allemagne (Malzacher et al. 1998) et son statut s'avère également fragile en Angleterre. La population relictuelle du Jura est située en aval de nombreux villages. Dans les Alpes saint-galloises, l'espèce colonise un cours d'eau canalisé dans une région touristique et agricole. Le développement de

cette zone pourrait mettre en danger ses populations. La survie de cette espèce est donc très précaire.

Caenis pusilla n'est connue en Allemagne que du Baden-Württemberg (Rhin), où elle atteint la limite septentrionale de son aire de distribution. Elle y est considérée comme au bord de l'extinction (CR). En Suisse, l'espèce n'a été observée que dans la Thur et le Rhin. Alors qu'en 1990–1991 plus de 1200 larves avaient été récoltées dans les quelques stations visitées sur la Thur, l'important effort d'échantillonnage effectué dans les mêmes stations par les mêmes personnes entre 2001 et 2006 dans le cadre du projet Listes rouges et d'un suivi spécifique n'a permis de trouver qu'un nombre quasi négligeable de larves. A l'époque, la distribution dans la Thur était déjà très éparse, mais avec un plus grand nombre de larves par station. L'avenir nous dira si ce constat reflète la lente disparition des populations de la Thur ou s'il s'agit d'une fluctuation très importante, mais provisoire, de leurs effectifs. Dans le Rhin, l'espèce est encore fréquente, mais seulement sur les dix premiers kilomètres en aval du lac de Constance et sur les six kilomètres en aval de la confluence de la Thur. Vers l'aval, ses populations deviennent plus rares et localisées. Le statut attribué à cette espèce est justifié par la chute de l'effectif de ses populations dans la Thur et par la précarité de ses populations du Baden-Württemberg (Malzacher 1986), qui hypothèque fortement toute recolonisation du Rhin par l'aval.

Ecdyonurus insignis n'a été capturée qu'à Bâle en 1910, dans la Broye en 1940 et dans le Doubs à la frontière française en 1996. Cette dernière occurrence concerne une unique femelle dont la présence dans ce site pouvait être due à un vol de compensation. Elle ne prouve aucunement la présence de larves et donc son indigénat à cet endroit. Les prélèvements faits dans cette région durant le projet LR n'ont d'ailleurs pas permis de la retrouver. Comme aucune population récente n'est connue dans le Doubs en aval de la frontière suisse et que dans d'autres rivières de la région son axe de dispersion préférentiel est d'aval en amont, la recolonisation du tronçon suisse du Doubs reste très hypothétique. En 2008, l'espèce a été découverte dans la Wiese, un cours d'eau bâlois, dont seuls les derniers kilomètres se trouvent sur territoire suisse. Le statut de cette espèce est donc très précaire.

Ephemera glaucops colonisait les grands lacs suisses. Pour des raisons encore peu claires, ses populations ont commencé à décliner à partir des années 1950. La dernière donnée pour le lac Léman date de 1950. Sa présence passée dans le lac de Neuchâtel est peu probable compte tenu du manque de données anciennes. Les données récentes rassemblées pour cette espèce (1994, 2004 et 2009) ne concernent que dix individus. Les lacs de Constance et de Zurich semblent actuellement abriter ses dernières populations. En Europe, l'espèce se rencontre le plus souvent dans les eaux oligotrophes des mares et étangs de gravière mais colonise également les lacs eutrophes. Comme les autres espèces du genre, elle paraît ainsi assez tolérante quant à ses habitats potentiels (Haybach 1998). Les raisons susceptibles d'expliquer son absence des nombreux plans d'eau qui lui sont apparemment favorables restent peu claires.

Ephemerella notata remplit tous les critères d'une espèce proche de l'extinction (fig. 6). Ses populations sont toujours faibles et déclinent dans la plupart des pays qui l'abritent; elle est ainsi considérée comme en danger en France (Brulin 2007) et en

Allemagne (Malzacher et al. 1998). En Suisse, seules des femelles parthénogénétiques ont été observées et cette espèce n'a probablement jamais été fréquente. Elle ne survit plus aujourd'hui que ponctuellement dans le Rhin. Sa valence écologique n'est toutefois pas aussi étroite, puisqu'elle avait été observée dans l'Aar, l'Aa près de Sarnen et dans un petit ruisseau de l'Oberland bâlois et que la moitié de ses populations françaises vit dans des ruisseaux et de petites rivières. Les causes de sa disparition sont assurément d'origine anthropique.

La présence de *Habrophlebia fusca* n'est attestée que par un nombre restreint de larves capturées dans six stations et dont la découverte a été faite au cours du projet LR. Quelques larves ont ainsi été trouvées grâce à la révision de collections de musées et quelques autres grâce à des recherches spécifiques sur le terrain et dans des échantillons d'autres projets. L'espèce est indéniablement très rare en Suisse. Présente dans un suintement forestier (temporaire?) ainsi que dans de très petits cours d'eau et canaux en zone agricole et au centre d'un village, cette espèce pourrait disparaître à la moindre modification de son habitat. Les cours d'eau qu'elle colonise doivent donc faire l'objet d'une attention toute particulière en cas d'entretien de leurs rives ou de curage de leur lit. Compte tenu des caractéristiques de ces cours d'eau et de leur environnement, il est probable que les populations découvertes ne sont que des reliques d'anciennes populations beaucoup plus importantes et il est sûr que l'espèce est menacée d'extinction dans notre pays.

Leptophlebia vespertina n'a été trouvée que dans quatre stations isolées. Elle s'est maintenue dans ses deux stations historiques et dans une troisième où elle fut découverte dans les années 1980. Les recherches effectuées aux alentours de ces différentes stations pour retrouver l'espèce ont été infructueuses. Ces trois populations reliques (confinées sur 0,2 et 0,3 km² et dans un ensemble de gouilles ne totalisant que quelques m²) sont très isolées, ce qui exclut tout brassage génétique. Un seul cours d'eau est colonisé par l'espèce. Divers pompages diminuent toutefois dangereusement son débit d'étiage ce qui, associé aux hautes températures estivales de ses eaux, pourrait lui être fatal. Comme les deux lacs qu'elle colonise se situent en zone agricole et de délaçement (camping et plages), que les gouilles qui l'abritent s'atterrissent rapidement et que les conditions qui règnent dans le seul cours d'eau où elle persiste se dégradent, son avenir est loin d'être assuré.

Metreletus balcanicus n'a été observée en Suisse que sur quelques hectares en Ajoie. Le statut de cette espèce est considéré comme critique dans tous les pays qui l'abritent (Malzacher et al. 1998, Masselot et Brulin 2001). Très disséminée en Europe, elle colonise généralement des ruisseaux temporaires dont le substrat argileux garde une humidité suffisante à la survie des œufs. Le couvert forestier joue un rôle important pour le maintien de ses populations. En 2006, dans la seule station suisse, le vol imaginal a duré de début mai à mi-juin, l'affaiblissement du courant et l'assèchement du cours d'eau n'ayant eu lieu qu'au début du mois de juin. En 2007, suite à la sécheresse printanière, la quasi-totalité de la station était déjà à sec à fin avril; les larves s'étant réfugiées dans une dépression artificielle d'environ 2 m². Une succession de printemps secs pourrait donc porter un coup fatal à cette population. Sa conservation est en outre tributaire d'un strict respect de la structure actuelle du cours d'eau qui l'abrite et du

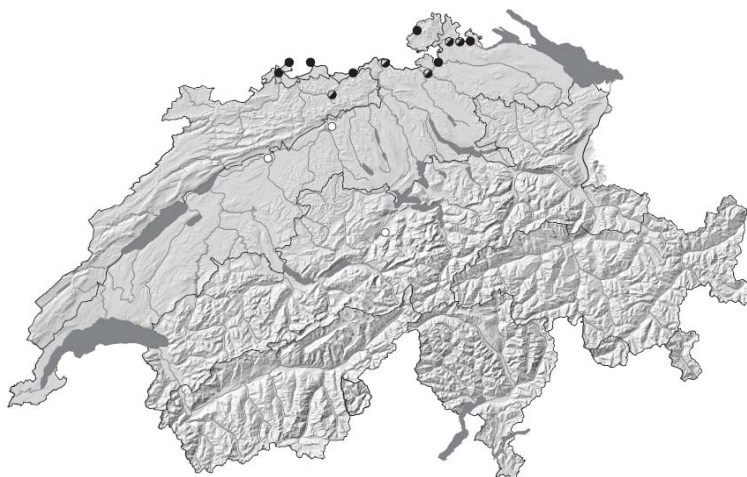
couvert de la forêt environnante. Ces conditions ralentissent en effet l'assèchement progressif des sédiments dans lesquels se développent ses œufs.

Nigrobaetis niger n'est abondante en Suisse que dans l'Orbe dans la vallée de Joux (VD) et dans le Bied des Ponts-de-Martel (NE). Une dizaine de larves ont également été signalées ponctuellement dans six autres stations réparties dans diverses régions du pays. Pouvant vivre aussi bien dans de petits ruisseaux tourbeux que dans des canaux de drainage ou dans des rivières plus importantes, il est probable que cette espèce était nettement plus fréquente dans le passé. Les populations reliques disséminées sur l'ensemble du territoire appuient cette hypothèse. Le maintien des dernières populations importantes de cette espèce est tributaire d'une gestion raisonnée de leur habitat. En cas d'atterrissement excessif des cours d'eau colonisés leur curage devrait impérativement être planifié et effectué sur plusieurs années par tronçons successifs de faible longueur.

Oligoneuriella rhenana, décrite du Rhin à Bâle, est considérée comme en danger en Allemagne (Malzacher et al. 1998) et vulnérable en France (Brouin 2007). Elle a disparu du Plateau (où elle devait certainement coloniser une bonne partie des grandes rivières) au milieu du 20^e siècle, ne se maintenant quasiment que dans la Singine. Au vu des résultats des échantillonnages récents, il est possible que l'espèce ait colonisé la Gérine (3 larves trouvées) et que ses effectifs se soient légèrement renforcés dans la Gürbe. Son avenir reste néanmoins très préoccupant. La conservation de ses rares populations est tributaire de la préservation de l'état naturel des derniers tronçons de rivières qui les abritent et du maintien de la haute qualité de leurs eaux. Or ces exigences représentent un véritable défi compte tenu de la forte pression démographique que subit le haut bassin versant de la Singine.

Fig. 6 > Distribution de *Ephemerella notata* en Suisse, espèce au bord de l'extinction (CR)

○ avant 1970, ◐ 1970–1989, ● après 1989.



Rhithrogena germanica est une espèce dont l'effondrement des populations est net, rapide et documenté. Vers 1950 elle avait disparu de la moitié ouest du Plateau. Alors qu'au début des années 1990, la Sihl, la Thur et la Töss abritaient encore des populations importantes, elle a aujourd'hui pratiquement disparu de ces rivières comme l'ont prouvé les recherches infructueuses qui y ont été menées au cours du projet LR. Après 1997, seules cinq stations sont encore répertoriées. Ce déclin associé à sa rareté dans les pays limitrophes – elle est à la limite de l'extinction en Allemagne (Malzacher et al. 1998) et en France (Masselot et Brulin 2001) – rendent son statut national plus que précaire. *R. germanica* est la seule espèce d'Ephémères à émergence hiverno-printannière (mi-février à début avril) de notre pays. Liée aux eaux froides, il est possible que les fortes fluctuations thermiques qui ont marqué les premiers mois de ces dernières années aient nui à ses populations.

5.4 En danger (EN)

Cette catégorie regroupe des espèces dont l'aire d'occupation en Suisse est très limitée, dont l'habitat est souvent menacé et/ou dont les populations ont beaucoup régressé.

Caenis rivulorum est présente dans quelques rivières telles que la Thur, la Töss, l'Orbe et la Broye. Elle semble toutefois avoir perdu du terrain au cours des 20 dernières années dans plusieurs d'entre elles, telles l'Orbe à la vallée de Joux, la Broye et la Thur. La dernière mention du cours supérieur de la Broye date de 1953. Plus en aval, elle a été récemment découverte dans deux sites dont un seulement semble abriter une population stable. D'autres très petites populations existent dans le Rhin, l'Allondon (GE) et la Wutach (SH). Répandue dans toute l'Europe, l'espèce est toutefois considérée comme vulnérable (VU) en Allemagne (Malzacher et al. 1998) et en danger (EN) en France (Brulin 2007). Sa disparition de nombreux sites anciennement colonisés et les faibles effectifs des quelques populations encore existantes en Suisse rendent son statut national tout aussi alarmant. Cette situation pourrait être liée au fait qu'en tant qu'élément sibérien l'espèce n'a formé que de petites populations isolées en Europe (Haybach 1998), ces dernières reculant aujourd'hui à cause des changements climatiques.

Choroerpes picteti est menacée en Allemagne (Malzacher et al. 1998) comme en France (VU) (Brulin 2007). En Suisse elle ne colonise que les lacs, alors que plus au sud elle ne vit que dans les rivières et les fleuves. Malgré plusieurs campagnes de recherche, elle n'a plus été trouvée dans le Léman depuis 1955. Actuellement, de petites populations subsistent dans quelques lacs, principalement dans les zones peu profondes de faible pente, ce qui les rend particulièrement vulnérables aux enrochements et autres aménagements des rives. Même si l'échantillonnage systématique des différents lacs de Suisse pourrait sans doute permettre de découvrir de nouvelles populations, le faible nombre de stations connues et la précarité de son habitat fragilisent son avenir dans notre pays.

Ephemera lineata est une espèce considérée comme hyporhithrale à épipotamale partout en Europe. En Suisse, elle n'a été trouvée que dans des lacs à l'exception d'une seule mention dans le Rhin à Bâle en 1910. Considérée comme menacée de disparition

en Allemagne (CR) (Malzacher et al. 1998), son statut n'est pas plus réjouissant en Suisse. Mise à part une population bien établie dans la réserve de la Grande Cariçaie du lac de Neuchâtel, depuis 1928, seul un individu a été capturé en 1993 au sud du Tessin. Le statut de cette espèce est très précaire en Suisse puisque sa survie est tributaire du devenir des seules populations du Lac de Neuchâtel.

Leptophlebia marginata est une espèce qui en Europe colonise les fleuves et rivières de basse altitude ainsi que les ceintures de Carex des bords de lacs. Son écologie et quelques données anciennes (Hallwilersee, Brestenberg en Argovie vers 1850, Rhin à Bâle en 1910) laissent supposer qu'elle était présente sur le Plateau par le passé. Elle n'a pas été retrouvée dans ses localités historiques, mais a été découverte dans l'Orbe à 1000 m d'altitude et dans quelques lacs en dehors du Plateau.

Procloeon bifidum n'est fréquente nulle part. En dehors de la vallée de Joux, sa présence est attestée seulement par quelques occurrences éparses (fig. 7). Sa distribution en Suisse ainsi que la nature des milieux qu'elle colonise hors de nos frontières laissent supposer que sa rareté est d'origine anthropique. Elle est de ce fait en danger d'extinction dans notre pays.

Fig. 7 > Distribution de *Procloeon bifidum* en Suisse, espèce en danger (EN)

○ avant 1970, ◐ 1970–1989, ● après 1989.



© CSCF

Rhithrogena landai n'a été observée que dans de rares stations, toutes situées entre 500 et 900 m d'altitude. Les effectifs de ses populations doivent être extrêmement bas puisque sa présence n'est généralement trahie que par la capture d'un ou deux individus.

Siphonurus aestivalis possède une aire de répartition relativement étendue en Suisse. Son statut national est toutefois très précaire puisqu'elle a déjà disparu de plusieurs de ses stations historiques, et que seules deux sites, un petit lac et un étang, semblent encore abriter des populations importantes. Trois larves seulement ont été trouvées dans

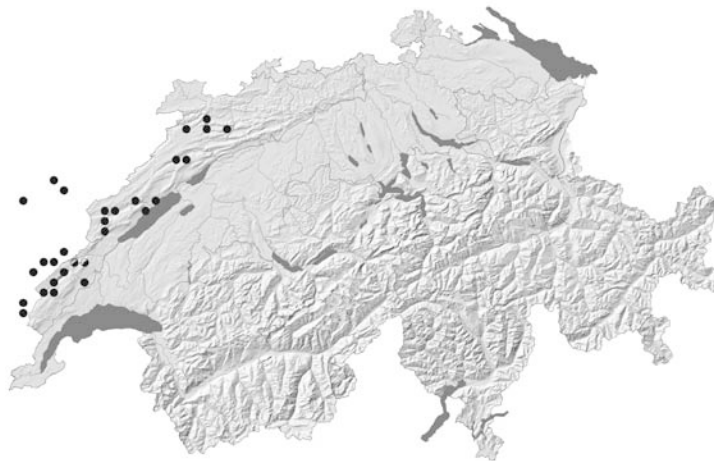
le Rhin, et il est probable que sa survie en Ajoie comme à la vallée de Joux soit tributaire de l'apport d'individus venant de France voisine.

5.5 Vulnérable (VU)

Baetis nubecularis est strictement endémique du Jura suisse et français (fig. 8). Liée aux ruisselets et ruisseaux de source, elle est sous la menace de leur possible exploitation pour de petites stations hydroélectriques ou de nouveaux captages. Son endémicité ainsi que son lien étroit aux sources hypothèquent fortement toute recolonisation de sites délaissés et fragilisent beaucoup ses populations. Les stations qu'elle colonise encore mériteraient d'être toutes mises sous protection.

Fig. 8 > Distribution de *Baetis nubecularis* en Suisse et régions limitrophes, espèce vulnérable (VU)

○ avant 1970, ◐ 1970–1989, ● après 1989.



© CSCF

Baetis buceratus et *B. liebenauae* colonisent presque exclusivement les cours d'eau de basse altitude. Elles sont considérées comme menacées en Allemagne. Bien que plusieurs cours d'eau du Plateau, du Jura et du Tessin les abritent, elles n'y sont que rarement fréquentes: la capture de plus de dix individus par station est exceptionnelle, ce qui est particulièrement faible pour des Baetidae.

Baetis pentaplebodes est présente dans plusieurs pays d'Europe occidentale, mais ne semble jamais être fréquente. Dans la liste rouge d'Allemagne, elle a le statut de vulnérable (Malzacher et al. 1998). La découverte de cette nouvelle espèce pour la Suisse est récente et liée au contrôle de «données grises» qu'a permis le projet LR. Compte tenu de sa découverte récente dans les cantons de Zurich et de Schaffhouse, il est très probable qu'elle soit actuellement en expansion dans notre pays. Il s'agit d'une espèce clairement thermophile qui, via le Rhin, a colonisé la Suisse par le Nord. Pourtant son statut est encore très précaire, puisque l'immense effort de récolte déployé sur le Rhin et l'Aar n'a permis de localiser en 2002 qu'une seule population située à leur confluence.

Caenis beskidensis est encore bien implantée dans différents cours d'eau de moyenne importance situés entre 340 et 1000 mètres d'altitude. Malgré la présence de plusieurs grosses populations, l'espèce est à surveiller puisque plusieurs stations de Suisse occidentale ont été désertées durant les dernières décennies et que cette tendance perdure sans raison apparente.

Caenis lactea est une espèce exclusivement lacustre considérée comme vulnérable (VU) en Allemagne et en danger (EN) en France. En Suisse, elle est bien répandue dans les lacs de Neuchâtel et de Constance sans toutefois y être abondante partout. Sa présence ailleurs n'est que sporadique.

Ecdyonurus dispar est très bien implantée dans quelques rivières de Suisse orientale. Son statut reste toutefois précaire en Suisse puisque son amplitude altitudinale est très faible (300 à 600 m) et qu'elle n'a été retrouvée ni dans la Broye (1982), ni dans le Rhin (1988), ni dans l'Aar (1996) ni dans plusieurs stations de Suisse romande où elle était anciennement connue.

Ecdyonurus parahelveticus est une espèce dont l'aire de distribution est probablement très restreinte; elle se limite presque exclusivement aux Préalpes centrales et occidentales. Bien que sa présence à moyenne et haute altitude la protège partiellement des activités humaines, cette espèce est fragilisée par sa rareté et l'exigüité de son aire de distribution. La Suisse porte une responsabilité mondiale pour la sauvegarde des populations de cette espèce.

Ephemera vulgata autrefois assez commune, cette espèce a quasiment disparu des cours d'eau suisses. Même si elle semble avoir totalement disparu du Léman dès les années 1960, elle vit dans plusieurs autres lacs du nord des Alpes et est ainsi assez stable sur notre territoire.

Habrophlebia eldae est une espèce nouvellement signalée de Suisse. Les relevés faits dans les nombreuses stations tessinoises visitées au cours des années 1940 à 1988 n'ont jamais permis de collecter cette espèce. Il est donc possible d'affirmer que *H. eldae* n'était pas encore présente en Suisse jusqu'à la fin des années 1980, période à laquelle elle a colonisé le Tessin. Sans être fréquente, elle est actuellement bien implantée dans la partie sud du canton. Comme l'espèce atteint en Suisse la limite septentrionale de son aire de distribution et que son expansion a été rapide, son statut de menace doit être interprété avec précaution.

Procloeon pennulatum a connu une importante progression au Tessin, où elle a été découverte en 2003. Le grand nombre de données antérieures à 2003 disponibles pour ce canton prouve son absence dans le passé. Son expansion dans la région à partir de l'Italie du Nord a été très rapide jusqu'à une altitude maximale de 1275 mètres attestée par différents prélèvements. Au nord des Alpes, par contre, cette espèce a toujours été rare et plusieurs populations semblent avoir déjà disparu. Au Tessin, comme ailleurs en Suisse, l'effectif de ses populations est toujours très faible, ce qui les fragilise beaucoup.

Rhithrogena allobrogica n'est présente que dans un petit nombre de cours d'eau et l'effectif de ses populations est toujours faible. Bien que son aire de distribution nationale soit assez étendue, elle n'est bien implantée que dans l'Emme, où plusieurs stations sont connues. Ailleurs ses populations sont très clairsemées et donc relativement fragiles.

Rhithrogena beskidensis est présente sur l'ensemble du territoire suisse mais n'est ja mais fréquente. Plusieurs populations bien connues par le passé semblent avoir disparu. Cette espèce exige une attention particulière, car il est possible que son statut se dégrade encore dans un proche avenir.

Torleya major s'est raréfiée ou a déjà disparu dans plusieurs petits cours d'eau de Suisse occidentale. Sa récente découverte dans plusieurs rivières plus importantes de Suisse orientale pourrait indiquer un renforcement de ses populations, mais seul un suivi de leur évolution permettrait de le prouver.

5.6 Potentiellement menacé (NT)

Baetis melanonyx est connue de nombreuses stations réparties sur l'ensemble du territoire. Elle colonise des milieux bien différenciés et a une forte amplitude altitudinale. L'effectif de ses populations est toutefois généralement très faible et, fait aggravant, aucune capture n'a plus été réalisée en dessous de 500 mètres d'altitude depuis près de 20 ans.

Baetis vardarensis est souvent une des espèces dominantes des stations de plaine. Sa valence écologique est toutefois très faible: quelques petites rivières mises à part, elle ne colonise que des cours d'eau importants situés entre 300 et 600 mètres d'altitude.

Caenis robusta est la seule espèce d'Ephémères suisses qui ne vit que dans de petits plans d'eau. Ces milieux sont très fréquents, mais peu d'entre eux sont colonisés. Même si des recherches ciblées permettraient certainement d'augmenter le nombre de stations connues, elle doit être considérée comme fragile, car liée à des milieux sensibles aux modifications anthropiques.

Potamanthus luteus est l'une des rares espèces de fleuves et grandes rivières dont le statut n'est pas alarmant. Connue essentiellement du bassin du Rhin, elle a déjà disparu de la Broye dans les années 1950 et ne possède donc plus de populations en Suisse occidentale hormis celle du Rhône genevois.

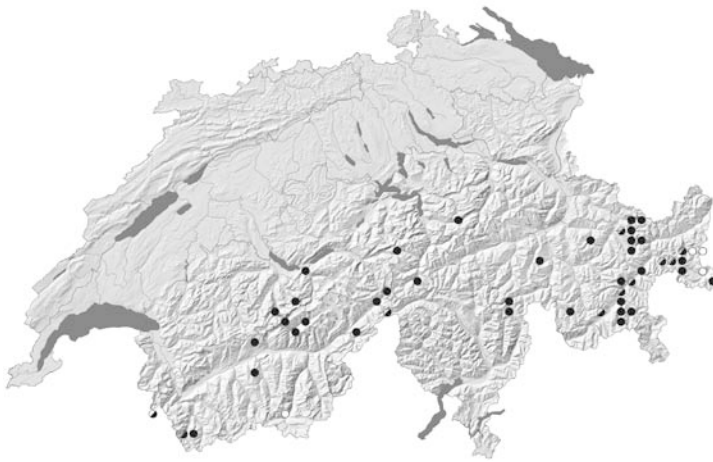
Rhithrogena doriei est représentée par de nombreuses petites populations sur l'ensemble du territoire national. Comme les sites colonisés sont généralement situés en dehors des zones habitées, tout porte à croire qu'elle est très exigeante et liée à des cours d'eau de bonne qualité.

Rhithrogena grischuna a une aire de répartition limitée. Ses populations se situent surtout aux Grisons et au Tessin, ainsi que très probablement (mais cela n'est pas prouvé) dans les régions italiennes et autrichiennes limitrophes. La Suisse porte donc une grande responsabilité dans la sauvegarde des populations de cette espèce alpine.

Rhithrogena nivata (fig. 9) et *Ecdyonurus alpinus*, comme leurs noms l'indiquent, sont des espèces liées aux cours d'eau d'altitude. Leur habitat est partiellement à l'écart des atteintes humaines, mais ces espèces pourraient souffrir de la multiplication des captages à haute altitude.

Fig. 9 > Distribution de *Rhithrogena nivata* en Suisse, espèce potentiellement menacée (NT)

○ avant 1970, ◐ 1970–1989, ● après 1989.



© CSCF

Siphonurus lacustris est liée à certains microhabitats particuliers des cours d'eau. Elle se retrouve de la plaine à plus de 2000 mètres d'altitude. Bien que son statut dans les grands cours d'eau de plaine soit parfois précaire, ses autres populations, présentes dans des cours d'eau variés ainsi que dans quelques lacs, sont moins menacées. Comme l'espèce est sensible à toute modification des cours d'eau qu'elle colonise (p. ex. lors de l'entretien des berges) et comme le nombre de stations connues n'est pas très élevé, il conviendrait de suivre l'évolution de ses populations.

5.7 Non menacé (LC)

Aucune menace n'a été retenue pour les espèces de cette catégorie. Il s'agit surtout:

- > d'espèces ayant une très large répartition altitudinale et liées à un large spectre de milieux;
- > d'espèces supportant une eau passablement polluée;
- > d'espèces ubiquistes vivant aussi bien sur des substrats minéraux que végétaux, sous différents régimes hydriques et dans des eaux de qualité très variable.

A elles seules, les trois espèces suivantes fournissent plus du quart des occurrences de la banque de données et plus du tiers des larves d'Ephémères capturées: *Serratella ignita*, *Baetis alpinus* et *Baetis rhodani*. Elles existent dans respectivement 700, 1000 et 1400 stations.

5.8 Données insuffisantes (DD)

Ecdyonurus zelleri n'est pour l'instant pas identifiable de façon certaine au stade larvaire. Les quelques caractères dits discriminants sont contradictoires.

Rhithrogena puytoraci pose des problèmes d'identification. La variabilité des larves des espèces voisines empêche de certifier leur identification.

5.9 Non évalué (NE)

Paraleptophlebia cincta a été mentionnée en Suisse sur la base de quelques imagos mâles conservés dans la collection Pictet au Muséum d'Histoire Naturelle de Genève (Sartori et al. 1996). Etiquetés comme provenant de Burgdorf, un doute subsiste toutefois sur l'origine véritable de ces individus, vu la grande fantaisie régnant dans l'étiquetage de certains spécimens de cette collection. Le fait qu'aucun autre spécimen n'ait été capturé depuis, alors que l'écologie de l'espèce n'a rien de spécial, fait planer un gros doute sur son indigénat.

6 > Interprétation et discussion de la liste rouge des Ephémères

6.1 Le groupe d'espèces en Suisse

L'histoire et l'évolution des recherches sur les Ephémères de Suisse ont été résumées par Sartori et Landolt (1999). De 1843 à nos jours, 87 espèces ont été mentionnées pour notre pays. Ce chiffre, qui représente environ 25 % de la faune européenne (Thomas et Belfiore 2010), est légèrement plus faible que dans les pays voisins. La France abrite 132 espèces (www.opie-benthos.fr), l'Allemagne 113 (Haybach et Malzacher 2003), l'Autriche 114 (Bauernfeind et al. 2002) et l'Italie 105 (Belfiore 2006). Cette relative pauvreté s'explique par le fait que plusieurs espèces de grands fleuves manquent naturellement en Suisse.

Il est à prévoir que le nombre d'espèces évolue encore dans un avenir proche pour notre pays en fonction des fluctuations actuelles importantes de la faune (voir chapitre 6.3), des nouvelles découvertes (qui ne devraient toutefois pas excéder la demi-douzaine) et de la résolution de problèmes taxonomiques épineux, tel celui du complexe d'espèces lié à *Baetis rhodani* (Gattolliat et Sartori 2008, Gattolliat et al. 2008).

Les cartes de distribution actualisées des espèces d'Ephémères sont disponibles sur le serveur cartographique du centre national CSCF (www.cscf.ch).

6.2 Comparaison avec la Liste rouge précédente

La première Liste rouge des Ephémères de Suisse (Sartori et al. 1994) a été établie sur la base de critères différents de ceux utilisés pour sa réédition. Comme le niveau de connaissance s'est en outre considérablement amélioré au cours des vingt dernières années, leur comparaison ne peut être faite qu'avec beaucoup de précautions. Ainsi:

- > depuis 1994 six espèces ont été signalées comme nouvelles pour la Suisse et deux ont été mises en synonymie et ont donc disparu de la liste faunistique helvétique.
- > en 1994, *Paraleptophlebia cincta*, *Baetis liebenauae* et *B. vardarensis* n'avaient pas été évaluées car leur découverte était alors trop récente pour pouvoir leur attribuer un statut. En revanche, certaines espèces avaient été évaluées et ne le sont plus aujourd'hui car des incertitudes planent sur leur identification.

Tous ces taxons ont été exclus de la comparaison que nous avons effectuée, qui en définitive porte sur 78 espèces.

Au vu de ce qui vient d'être dit, la comparaison des deux listes considérées fait ressortir les éléments suivants:

- > L'espèce considérée comme éteinte, *Ephoron virgo*, n'a pas été retrouvée.

0 = RE
- > Deux espèces considérées comme en danger d'extinction dans la LR 1994 sont aujourd'hui considérées comme éteintes (elles le seraient d'ailleurs aussi selon les critères utilisés à l'époque): *Heptagenia coeruleans* car son unique mention date de plus de 100 ans (1905) et *Heptagenia longicauda* car son ancienne présence n'est attestée que par une donnée de 1905 et par une seule larve trouvée en 1974 dans le Rhin, pourtant très intensément prospecté.

1 ↑ RE
- > Quatre espèces considérées comme en danger d'extinction en 1994 le sont encore: *Ameletus inopinatus*, *Ecdyonurus insignis*, *Ephemera glaucops*, *Leptophlebia vespertina*.

1 = CR
- > Quatre espèces considérées comme en danger d'extinction en 1994 passent à une classe de menace inférieure: *Caenis rivulorum*, *Choroterpes picteti*, *Ephemera lineata*, *Rhithrogena landai*. L'amélioration de nos connaissances sur leur zone d'occupation a logiquement entraîné ce déclassement.

1 ↓ EN
- > Trois espèces considérées comme en danger d'extinction en 1994 passent en classe vulnérable: *Baetis buceratus*, *Baetis nubecularis*, *Caenis lactea*. L'amélioration de nos connaissances sur leur zone d'occupation a justifié ce déclassement.

1 ↓↓ VU
- > Six espèces initialement considérées comme très menacées passent à une classe de menace supérieure: les populations de *Rhithrogena germanica* et *Caenis pusilla* se sont effondrées durant ces 20 dernières années. *Ephemerella notata* se fait de plus en plus rare. Les aires d'occupation d'*Acentrella sinaica*, *Nigrobaetis niger*, *Oligoneuriella rhenana* n'ont pas diminué depuis 1994, mais elles sont si restreintes que tout impact anthropique pourrait leur être fatal.

2 ↑ CR
- > Une seule espèce, *Leptophlebia marginata*, initialement considérée comme très menacée l'est encore. Au vu de son écologie, il est probable qu'elle ne puisse pas accroître son aire d'occupation actuelle et que les quelques biotopes colonisés représentent donc son extension maximale.

2 = EN
- > Deux espèces initialement considérées comme très menacées passent à une classe de menace inférieure. L'amélioration de nos connaissances sur la zone d'occupation de *Rhithrogena beskidensis* et de *Rhithrogena allobrogica* a justifié ce déclassement.

2 ↓ VU
- > Deux espèces, *Electrogena lateralis* et *E. ujhelyii* considérées comme très menacées en 1994 sont aujourd'hui sorties de la LR. L'important effort d'échantillonnage consenti ces dernières années a montré que ces deux espèces sont plus fréquentes qu'il ne le semblait à l'époque. Elles ont une distribution altitudinale régulière jusqu'à 1200 m et sont présentes dans un grand nombre de sources, de ruisselets, de gouilles et de petits cours d'eau temporaires par exemple, autant de milieux qui n'avaient été que peu prospectés dans le passé. L'amélioration de nos connaissances sur leur éco-

2 ↓↓↓ LC

logie permet également de les trouver plus facilement en les cherchant dans les microhabitats adéquats. Les captures de ces dernières années suggèrent même qu'*E. ujhelyii* est en expansion dans certaines régions du pays.

- > Une espèce, *Siphonurus aestivalis*, considérée comme menacée en 1994 est passée dans la catégorie en danger. Le fait qu'elle vive dans de nombreux types de cours et plans d'eau pourrait faire croire que son aire de distribution potentielle en Suisse est très vaste. Il n'en est toutefois rien.

3 ↑ EN
- > Quatre espèces, *Ecdyonurus dispar*, *Torleya major*, *Ephemera vulgata* et *Procloeon pennulatum*, considérées comme menacées en 1994 ne changent pas de statut. Pour *E. dispar* et *T. major*, la catégorie 3 correspondait à «Espèces en déclin régionale-ment ou ayant disparu localement», ce qui est toujours vrai actuellement. Si *E. vulgata* est proche de l'extinction dans les cours d'eau et a probablement disparu du Léman (dernière donnée datant de 1968), elle a toutefois été récemment découverte dans plusieurs autres lacs suisses. De façon analogue, si *P. pennulatum* est proche de l'extinction au nord des Alpes, elle s'est fortement répandue au Tessin.

3 = VU
- > Trois espèces, *Ecdyonurus alpinus*, *Potamanthus luteus* et *Rhithrogena doriei*, considérées comme menacées en 1994 sortent de la LR pour des raisons quelque peu différentes. La multiplication récente du nombre de sites connus pour abriter *Ecdyonurus alpinus* et le fait qu'elle vive généralement en amont des atteintes anthropiques relativisent fortement l'importance des menaces qui planent sur ses populations. Pour *R. doriei*, l'augmentation substantielle du nombre de sites connus est non seulement imputable à un échantillonnage plus intensif mais également au fait que *R. colmarsensis* est en réalité synonyme de *R. doriei* (cf. Annexe A1). L'amélioration des connaissances sur la distribution de *Potamanthus luteus* permet d'exclure tout risque de disparition. Ses exigences relativement élevées quant à la qualité de son habitat excluent toutefois son affiliation à la catégorie LC.

3 ↓ NT
- > Une espèce, *Ecdyonurus torrentis*, considérée comme menacée en 1994 sort de la LR pour entrer dans la catégorie LC. L'amélioration de nos connaissances sur sa distribution a justifié ce déclassement.

3 ↓↓ LC
- > Une espèce, *Procloeon bifidum*, considérée comme potentiellement menacée en 1994, passe dans la catégorie en danger. Elle semblait alors être peu exigeante et avait en outre été trouvée dans plusieurs stations à la frontière suisse. Forts des connaissances accumulées depuis sur sa répartition et son écologie, nous pouvons affirmer que, dans les conditions actuelles, l'espèce est fortement menacée dans notre pays.

4 ↑↑ EN
- > Deux espèces, *Caenis beskidensis*, *Ecdyonurus parahelveticus*, considérées comme potentiellement menacées en 1994 passent en catégorie vulnérable. La surface d'occupation d'*E. parahelveticus* est restreinte et c'est une des rares espèces suisses pour laquelle le projet LR n'a pratiquement rien apporté de nouveau, ce qui prouve sa grande rareté. L'érosion des populations de *C. beskidensis* a continué notamment en Suisse occidentale, ce qui fait craindre une extinction locale de l'espèce.

4 ↑ VU

Le statut des autres espèces reste inchangé.

Tout en restant conscients que les critères appliqués en 1994 et en 2010 pour attribuer un statut aux espèces ne sont pas identiques, il ressort de ces informations que si l'intensité de la menace générale diminue, les chances de survie des espèces les plus menacées se sont encore amoindries.

6.2.1 Réelles régressions

Les régressions de *Rhithrogena germanica* et de *Caenis pusilla* sont les seules qui soient vraiment marquées. Dans les années 1990, ces deux espèces possédaient encore des populations importantes (Lubini 1994, Lubini et Sartori 1994). *R. germanica*, intimement liée aux eaux propres et au substrat grossier des grandes rivières, est particulièrement rare partout en Europe (Haybach 1998). En Suisse, elle n'est plus aujourd'hui connue que par quelques individus totalement isolés. Le recul de cette espèce sténoèce et sténotope peut être dû à une suite d'années climatiquement défavorables au cours desquelles les individus éclos en fin d'hiver ne se sont pas reproduits. *C. pusilla* est un élément thermophile holoméditerranéen qui, en Europe centrale, n'est représenté que par quelques populations ponctuelles (Haybach 1998). En Suisse, elle est présente sur le Rhin et dans le cours inférieur de la Thur. Son inquiétant recul n'est, à l'instar de celui de *R. germanica*, que très imparfaitement expliqué.

6.2.2 Réelles expansions

L'important travail de prélèvement et le choix judicieux de stations réalisés pour le projet LR ont permis la découverte de localités nouvelles pour la quasi totalité des espèces. Il n'est toutefois possible d'assimiler ce fait à une réelle expansion que pour certaines d'entre elles.

Le réchauffement climatique a sans doute favorisé la colonisation du Tessin par *Habrophlebia eldae* (première donnée datant de 1989), *Procloeon pennulatum* et *Baetis fuscatu*s (premières données de 2003 LR). *Baetis pentaphlebodes*, quant à elle, a récemment pénétré dans notre pays par le nord et/ou par l'est en passant par le bassin rhéna.

De nombreuses premières cantonales peuvent en outre être imputables à l'expansion des espèces concernées. *Baetis liebenauae* est nouvelle pour les cantons de Neuchâtel, Vaud, Zurich et Argovie. Son expansion est quasi certaine dans les deux premiers cantons, car les stations où elle est apparue font partie des mieux documentées de Suisse. *Baetis buceratus* a été récemment découverte dans les mêmes stations vaudoise et neuchâteloise ainsi que dans le canton de Lucerne. *Habroleptoides auberti* est nouveau pour les cantons de Soleure, Grisons, Appenzell, Schwyz, Thurgovie et Valais. Dans les quatre premiers, son expansion est probable puisque quelques stations peu éloignées des lieux, où elle a été récemment capturée, avaient été prospectées en vain par le passé. D'autres nouvelles présences cantonales ont été faites, mais il s'agit sans

doute de localités qui n'avaient jamais été visitées auparavant, telles celles des lacs tessinois où *Caenis horaria* et *C. macrura* ont été trouvées en grand nombre.

6.3 Influences possibles des changements climatiques

L'augmentation des températures liée aux changements climatiques a des conséquences certaines sur les macroinvertébrés benthiques et sur les Ephémères en particulier. Il a été par exemple prouvé qu'une augmentation même très faible de la température de l'eau accélérât leur cycle de développement et induisait une diminution de la taille des adultes à l'émergence (Sweeney et Vannote 1980, Sweeney 1984, Hogg et Williams 1996). Chaque espèce possédant son propre préférendum thermique, il est vraisemblable que l'augmentation de la température de l'eau affecte la distribution géographique et altitudinale de chacune d'elle (Hauer et al. 1997).

Peu de recherches ont été à ce jour focalisées sur les Ephémères et à notre connaissance aucune sur des espèces alpines, ce qui est regrettable. Une étude menée sur *Cloeon dipterum*, l'espèce la plus eurytope et la plus résistante de la faune suisse, a montré qu'une augmentation de la température de l'eau des étangs qui l'abritent n'avait que peu d'influence sur son cycle en comparaison de celle d'une augmentation de sa concentration en nutriments (McKee et Atkinson 2000).

Les rivières alpines, surtout celles situées au-dessus de la limite de la forêt, réagissent très vite à une augmentation de la température de l'air et des radiations solaires (Robinson et al. 2006), mais les conséquences sur les invertébrés benthiques qui les colonisent ne sont que mal connues. Brown et al. (2007) ont cependant montré que dans les Pyrénées, l'abondance de *Habroleptoides berthelemyi*, une espèce proche d'*H. auberti*, était fortement corrélée à la diminution de la proportion des eaux de fonte dans le régime hydrique du cours d'eau, ce dernier charriant ainsi moins de matière en suspension et possédant des valeurs de pH, conductivité et température plus élevées.

Quoiqu'il en soit, les modifications d'aire de distribution de plusieurs espèces d'Ephémères semblent bel et bien liées aux changements climatiques et, à l'avenir, il est probable qu'elles seront de plus en plus marquées, qu'elles soient positives pour certaines espèces ou négatives pour d'autres. Les observations qui étayent l'influence de l'augmentation des températures sur l'aire de distribution des espèces sont multiples aussi bien en Suisse qu'en France voisine. *Habrophlebia eldae*, espèce méditerranéenne, est remontée d'Italie jusqu'au Tessin, mais est également en phase de colonisation de la vallée du Rhône en France. Si cette tendance se poursuit, il est probable qu'elle arrivera à nouveau en Suisse par le canton de Genève. L'apparition de *Baetis pentaphlebodes*, qui colonise la Suisse par le nord, relève de la même logique. *Procloeon pennulatum* a non seulement colonisé une partie du Tessin, mais s'est installé jusqu'à 1275 mètres d'altitude alors que l'altitude moyenne des stations qu'il colonise hors du Tessin est de 610 mètres. *Baetis liebenauae* et *B. buceratus* ont toutes deux colonisé des cours d'eau dits «froids» tels l'Areuse et l'Orbe à la vallée de Joux à plus de 1000 mètres d'altitude. Or l'altitude des autres stations helvétiques connues pour ces espèces est de respectivement 325 et 365 m en moyenne, avec un maximum de 430 et 490 m.

La répartition altitudinale des populations de certaines espèces s'est donc légèrement modifiée. Une étude complémentaire permettrait d'affirmer ou d'infirmier la réalité de deux tendances qui ressortent des chiffres à notre disposition. En comparant l'altitude moyenne des quadrats de 1 km² colonisés avant 1991 et après 1990, deux tendances inverses se dégagent (indépendamment du fait que les minima et maxima anciens sont systématiquement dépassés compte tenu de la grande quantité de données nouvelles):

- > l'altitude moyenne de colonisation baisse pour de nombreuses espèces, ce qui pourrait être en rapport avec une meilleure qualité de l'eau.
- > l'altitude moyenne de colonisation augmente pour quelques autres, ce qui pourrait être en rapport avec le réchauffement climatique.

Tab. 7 > Comparaison de l'altitude moyenne (m) de la présence de trois espèces d'Ephémères observées avant 1991 et après 1990

Le test de Wilcoxon/Kruskal-Wallis compare les altitudes constatées pour chaque espèce au cours des deux périodes (N: nombre d'échantillons) et indique avec quelle probabilité (p) et selon quel écart d'altitude l'hypothèse qu'aucune différence n'existe peut être rejetée avec une certitude de 95 % (CI).

Altitude moyenne de l'espèce	avant 1991			après 1990			p
		CI	N		CI	N	
<i>Epeorus assimilis</i>	583	± 29	171	614	± 25	286	0,129
<i>Baetis melanonyx</i>	930	± 76	59	1037	± 84	80	0,075
<i>Electrogena lateralis</i>	605	± 58	54	746	± 53	74	0,001*

* Différences significatives à $p < 0,05$.

Les résultats (tab. 7) montrent clairement que cette augmentation n'est pas significative pour *Epeorus assimilis* et *Baetis melanonyx*, mais qu'elle l'est pour *Electrogena lateralis*. Il n'est cependant pas possible de l'attribuer uniquement à l'élévation de la température, d'autres biais liés à l'échantillonnage ne pouvant être exclus.

7 > Classement des Plécoptères

Verena Lubini et Sandra Knispel

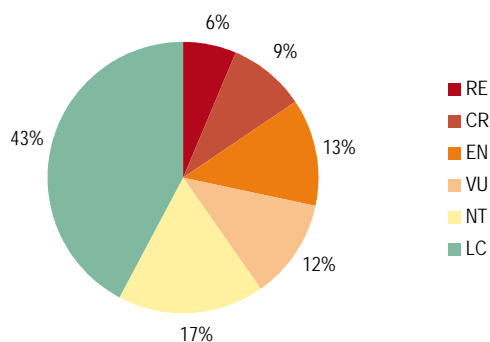
7.1 Aperçu

111 espèces de Plécoptères ont été évaluées dans le cadre de ce projet (tab. 8). Parmi celles pour lesquelles les données disponibles sont suffisantes, 44 (40 % arrondis) sont considérées comme éteintes ou menacées et figurent sur la liste rouge. 19 espèces (17 % arrondis) sont potentiellement menacées (fig. 10).

Tab. 8 > Nombre d'espèces de Plécoptères par catégorie

Catégorie	Nombre d'espèces	Proportion (%) de la liste rouge	Proportion (%) des espèces évaluées	Proportion (%) des espèces considérées
RE Eteint en Suisse	7	15,9	6,4	6,3
CR Au bord de l'extinction	10	22,7	9,2	9,0
EN En danger	14	31,8	12,9	12,6
VU Vulnérable	13	29,6	11,9	11,7
Total des espèces de la liste rouge	44	100 %	40,4 %	39,6 %
NT Potentiellement menacé	19		17,4	17,1
LC Non menacé	46		42,2	41,5
DD Données insuffisantes	2			1,8
Total des espèces	111		100 %	100 %

Fig. 10 > Répartition des espèces de Plécoptères évaluées par catégorie de menace (pourcentages arrondis)



Les Plécoptères de Suisse colonisent de nombreux milieux d'eau courante, ainsi que certains milieux d'eau stagnante (lacs, marais). La diversité des espèces est cependant maximale dans les ruisseaux de montagne aux eaux fraîches et bien oxygénées. La diversité naturelle des Plécoptères décroît ensuite du crénal au potamal en fonction des modifications de la température, de la pente et de l'apport autochtone ou allochtone de matière organique, qui influencent la structure des habitats. Les Plécoptères sont sensibles aux impacts anthropiques et sont de très bons indicateurs de l'état des milieux aquatiques.

Il est difficile d'attribuer les espèces à des milieux précis, beaucoup ayant des préférences écologiques assez larges. Elles peuvent toutefois se répartir en cinq guildes principales en fonction de leur écologie:

- > Les espèces crénales et épirhithrales sont liées aux ruisselets de sources et aux petits ruisseaux dont les eaux sont froides et bien oxygénées. Certaines espèces affectionnent également les sources elles-mêmes, mais rares sont celles qui y sont inféodées (*Leuctra ameliae*). La plupart de ces espèces sont liées à des eaux fraîches à faible amplitude thermique (espèces sténothermes d'eau froide). Certaines sont de plus liées aux hautes altitudes (> 2000 m, parfois jusqu'à 2500 m). Des espèces qui, en plaine, sont strictement crénales (vivant dans la source même) peuvent avoir une écologie un peu plus large en montagne, où elles colonisent parfois aussi les ruisseaux dont les eaux sont assez froides. Ces milieux ont jusqu'à aujourd'hui été relativement bien conservés en altitude. En plaine ou en milieu forestier, les captages d'eau potable ont ponctuellement mis en péril leurs habitats. Les espèces épirhithrales et crénophiles sont largement majoritaires parmi les espèces menacées (catégories CR, EN et VU). Des menaces indirectes pèsent en effet sur elles, notamment en altitude, en raison de la multiplication des projets d'installation de micro-centrales hydroélectriques, d'alimentation de canons à neige ou d'exploitation de l'eau potable. Le réchauffement du climat influence déjà les eaux courantes de Suisse (Hari et al. 2006) et ce facteur va fragiliser davantage ce groupe d'espèces.
- > Les espèces méta- et hyporhithrales sont liées à des cours d'eau de plus faible pente, donc à des eaux moins turbulentes et à plus grande amplitude thermique. Les espèces qui y vivent n'y sont pas strictement liées, mais certaines ont une préférence marquée pour ces milieux, comme *Leuctra moselyi*, *Rhabdiopteryx neglecta*, *Taeniopteryx kuehntreiberi*, *Dinocras megacephala*. Le milieu interstitiel des sédiments (milieu hyporhéique), peut y avoir une importance marquée. Certaines espèces comme *Leuctra major* peuvent coloniser un substrat grossier (graviers et galets) jusqu'à 1 m de profondeur et latéralement sur plusieurs centaines de mètres au contact des eaux souterraines.
- > Les espèces potamophiles ont une préférence pour les grandes rivières et les fleuves, qui en Suisse s'écoulent principalement en plaine. L'écologie générale des Plécoptères implique que la diversité de ces espèces a toujours été naturellement plus faible que dans le rhithral. Ce groupe a été le plus touché puisque les sept espèces de Plécoptères qui se sont éteintes en Suisse (RE) en faisaient partie. Un petit nombre d'espèces potamophiles subsistent aujourd'hui dans nos grands cours d'eau, mais

Espèces du crénal et de l'épirhithral

Espèces du méta- et hyporhithral

Espèces potamophiles

sont fortement menacées, telles *Besdolus imhoffi* (EN), *Isoperla obscura* (EN), *Pteronarcys abdominalis* (CR), *Brachyptera trifasciata* (CR).

- > Les Plécoptères des eaux stagnantes sont peu nombreux; une espèce est toutefois exclusivement liée aux marais (*Nemoura dubitans*), dans lesquels *N. cinerea* peut d'ailleurs aussi se développer. D'autres espèces peuvent trouver dans des lacs oligotrophes des conditions proches de celles qu'elles affectionnent habituellement (*Leuctra fusca*, *Nemoura avicularis*, *Amphinemura sulcicollis*). D'autres enfin, plus ubiquistes (ex. *Nemurella pictetii*), peuvent également être trouvées dans des lacs alpins.
- > Les milieux temporaires, très particuliers, se rencontrent notamment en région karsatique comme le Jura. Les espèces qui les colonisent contournent le problème de leur assèchement estival par une émergence précoce à la sortie de l'hiver ou par le passage à une phase de résistance sous forme d'œuf ou de jeune larve profondément enfouie dans le substrat. Les espèces adaptées à de telles conditions, comme *Capnia bifrons*, ont un avantage par rapport à d'autres espèces et peuvent ainsi développer des populations importantes.

Espèces des eaux stagnantes

Espèces des milieux temporaires

7.2 Eteint en Suisse (RE)

Cette catégorie regroupe sept espèces qui n'ont pas été retrouvées en Suisse depuis le milieu du 20^e siècle, voire la fin du 19^e. Elles sont principalement liées aux grandes rivières du Plateau (hyporhithral-épipotamal) et souvent confinées à des altitudes inférieures à 500 m.

Besdolus ventralis a été signalée en Suisse à la fin du 19^e et au début du 20^e siècle dans deux localités seulement du Rhin, où elle a toujours été rare (Aubert 1959). Elle était présente dans plusieurs fleuves européens, notamment dans la Garonne (Despax 1951) en France, et au sud de l'Allemagne (Illies 1955). Elle n'a plus été trouvée depuis 1910 en Suisse et y est considérée comme éteinte. Elle est également considérée comme éteinte en Allemagne (Reusch et Weinzierl 1998), mais est encore présente en Autriche (Graf 2010).

Brachyptera braueri n'a été observée qu'une seule fois en Suisse, dans l'Emme à Burgdorf (Berthoud), où Meyer-Dür l'a trouvée en 1870. L'espèce est présente en Autriche (Graf 2010) et en Allemagne, où elle est cependant très rare (Dorn et Weinzierl 1999, Hohmann 2004, Küttner et al. 2008) et considérée comme au bord de l'extinction (Reusch et Weinzierl 1998).

Brachyptera monilicornis est une espèce liée aux rivières de moyenne importance. Elle a été signalée par Ris puis par Aubert sur le Plateau dans la Sihl, la Limmat, le Rhin, la Grande Emme, la Broye et la Venoge et ceci jusqu'en 1947. Quelques populations reliques se sont maintenues en Italie (Fochetti 2006), en Allemagne dans l'Isar près de Munich (Dorn et Weinzierl 1999) et dans quelques länder autrichiens (Graf 2010).

Isogenus nubecula était une espèce caractéristique des fleuves et grandes rivières d'Europe, où elle pouvait parfois pulluler. En Suisse, elle n'a jamais été fréquente (Aubert 1959). Elle a été signalée dans le Rhin à Bâle par Neeracher en 1910, dans l'Arve à Genève par Pictet en 1840, ainsi que dans l'Inn dans les années 1950. Depuis, elle n'a plus été trouvée en Suisse et doit y être considérée comme éteinte. En France, elle est encore présente dans la Loire et son affluent l'Allier et a été recensée dans la Dordogne (Ruffoni et Le Doaré 2009). Elle a disparu d'Italie dans les années 1990 (Fochetti 2006) et est également considérée comme éteinte en Allemagne et en Autriche (Reusch et Weinzierl 1998, Graf 1999).

Taeniopteryx nebulosa a été signalée par Ris à la fin du 19^e siècle dans la Limmat et la Glatt, où elle émergeait en masse tôt au printemps. La dernière donnée date de 1885 de la Limmat à Dietikon. Elle a disparu d'Italie (Fochetti 2006) mais est encore présente en France, où elle est plus rare que *T. schoenemundi* (www.opie-benthos.fr), et dans différents länder allemands (Küttner et al. 2008, Reusch et Weinzierl 1999, Westermann 1999) et autrichiens (Graf 2010).

Taeniopteryx schoenemundi était présente jusqu'en 1950 dans plusieurs rivières moyennes du Plateau, telles que l'Emme, la Venoge et la Glatt. Les dernières captures effectuées dans la Venoge à Bussigny entre 1940 et 1960 recensaient encore de nombreux individus. L'espèce est encore bien présente en France et notamment dans le département du Jura (www.opie-benthos.fr). Tout comme pour *B. monilicornis*, quelques populations reliques se sont maintenues en Italie (Fochetti 2006). En Autriche, elle est encore présente dans plusieurs länder (Graf 2010), alors qu'en Allemagne elle est fortement menacée et présente uniquement en Bavière et Hesse (Reusch et Weinzierl 1999).

Xanthoperla apicalis est une espèce des fleuves et grandes rivières de plaine. Elle était présente dans la Limmat et la Reuss à la fin du 19^e siècle et a été retrouvée dans l'Emme à Burgdorf (Berthoud) et dans l'Arve à Genève dans les années 1940. Elle est aujourd'hui considérée comme éteinte. En France, elle est encore présente dans plusieurs cours d'eau du bassin de la Loire (www.opie-benthos.fr, Le Doaré, comm. pers.). Elle a disparu de la péninsule italienne, mais se maintiendrait en Sardaigne (Fochetti 2006). Elle a été retrouvée récemment en Autriche (Graf 2010), ainsi qu'en Allemagne, où elle est réapparue après plus de 30 ans d'absence dans l'Oder et la Neisse, dont la qualité des eaux a été restaurée (Braasch 2003).

7.3 Au bord de l'extinction (CR)

Cette catégorie regroupe dix espèces, dont les populations sont gravement fragmentées et leur présence n'est attestée que dans de rares stations. Leur aire d'occupation a toujours été limitée en Suisse ou a fortement régressé (ex. *Perla abdominalis*). Les espèces considérées comme au bord de l'extinction sont majoritairement tributaires des sources ou petits ruisseaux (crénal-épirhithral), souvent de haute altitude (7 espèces). Une espèce strictement liée aux «gouilles» de tourbières, ainsi que deux espèces des moyens à grands cours d'eau de plaine (hyporhithral-épipotamal) figurent également dans cette catégorie.

Brachyptera trifasciata est une espèce des grandes rivières du Plateau et du nord des Alpes. Elle a toujours eu une aire d'occupation limitée en Suisse. Elle était présente dans l'Arve à Genève, la Limmat, le Rhin, la Glatt à Dübendorf, le Rhône valaisan et dans la région de Bellinzone jusqu'au milieu du 20^e siècle. Depuis 2002, elle n'a été observée que dans le Rhin alpin, le Rhin postérieur (Bonaduz, Thusis) ainsi que dans le Rhin antérieur jusqu'à Ilanz. Elle a disparu du nord de l'Italie (Fochetti 2006) et d'Allemagne (Reusch et Weinzierl 1998), alors qu'elle existe encore dans plusieurs länder en Autriche (Graf 2010).

Isoperla lugens est une espèce des sources, endémique des Alpes. Elle est présente au Piémont, au Tyrol et en Allemagne. Une occurrence ancienne témoigne de sa présence en Suisse. Actuellement, elle n'a été retrouvée que dans une seule localité des Grisons, au-dessus de Davos vers 2000 m d'altitude.

Leuctra sesvenna est endémique d'une partie restreinte des Alpes centrales (GR, TI, Lombardie). Elle vit dans des ruisselets et ruisseaux jusqu'à 2300 m, dans un nombre limité de localités des Alpes tessinoises et engadinoises, notamment du Val Sesvenna. Des recherches actives dans certaines de ses anciennes localités n'ont pas permis de la retrouver depuis 1952. Le Val Sesvenna n'ayant pas été prospecté à nouveau, il subsiste un espoir que l'espèce y soit toujours présente et il a été décidé de ne pas la classer dans une catégorie de menace plus élevée.

Leuctra vinconi est une espèce liée aux sources et ruisselets de source du versant sud des Alpes. La sous-espèce présente en Suisse, *L.v. aubertorum*, est endémique du massif du Tamaro au Tessin. La seule occurrence dans le val de Vira date de 1990.

La présence de *Leuctra zwicki* n'est attestée en Suisse que dans deux ruisseaux forestiers de l'ouest du Jura. Elle n'a pas été retrouvée depuis 1979, mais il est vraisemblable que l'espèce se soit maintenue dans la réserve naturelle du Bois-de-Chênes (VD). Elle était initialement présente dans les ruisseaux et ruisselets des terrains calcaires de la bordure occidentale de l'Arc alpin (Ravizza et Vinçon 1998). La population trouvée en Suisse se situe à la limite nord-ouest de l'aire de répartition de l'espèce.

Nemoura dubitans est une espèce strictement liée aux «gouilles», parfois temporaires, des hauts-marais et bas-marais, entre 400 et 1100 m d'altitude. Ce type de milieu avait été peu prospecté avant la fin des années 1990. Plusieurs nouvelles localités ont été trouvées ces dernières années. L'espèce est présente dans le Jura, sur le Plateau et au pied du versant nord des Alpes. Malgré le statut de protection dont bénéficient les marais en Suisse depuis 1987, leur qualité n'a cessé de se dégrader (Lachat et al. 2010). Ce constat fait planer une grande menace sur une espèce aussi spécialisée.

Nemoura undulata et *Leuctra ravizzai* sont toutes deux endémiques des Alpes centrales. Elles affectionnent les sources et les ruisseaux au-dessus de 1800 m. *N. undulata* a une aire d'occupation très limitée et n'est présente que de la région du Parc National et de l'Albula dans les Grisons, où elle a été retrouvée dans une localité durant le projet LR. *L. ravizzai* a été décrite en 1994 (Ravizza, Dematteis et Vinçon 1994) dans un ruisseau d'altitude en Haute-Savoie (F). Elle est micro-endémique d'une partie restreinte

des Alpes occidentales et a colonisé en Suisse trois affluents du Rhône dans la vallée de Conches (VS) au-dessus de 2000 m.

Nemoura sciurus a été décrite par Aubert en 1946 à partir d'individus provenant de Bâle (coll. Liniger en 1900). Elle fut ensuite retrouvée entre 1978 et 1983 dans des petits ruisseaux forestiers du Jorat au nord de Lausanne vers 800 m d'altitude. Une prospection récente montre que l'espèce a pu se maintenir dans certains milieux de la région. C'est aujourd'hui la seule localité connue.

Perla abdominalis a vu son aire d'occupation diminuer drastiquement depuis les années 1950. A la fin du 19^e siècle, elle était présente à l'est du Plateau dans la Sihl, la Limmat, la Glatt et dans de petits affluents du lac de Zurich, ainsi que dans l'Arve (fig. 11). Aubert l'a ensuite recensée dans les années 1940–50 dans le cours aval de plusieurs rivières moyennes du Plateau vaudois comme la Broye, le Talent et la Venoge. En 1980, elle a été trouvée dans un affluent de la Limmat près de Zurich. Aujourd'hui, l'espèce n'a plus été signalée que dans une station, dans la Wiese, un petit affluent du Rhin près de Bâle, où elle a été retrouvée en 2006.

Fig. 11 > Distribution de *Perla abdominalis* en Suisse, espèce au bord de l'extinction (CR)

○ avant 1970, ◐ 1970–1989, ● après 1989.



7.4 En danger (EN)

Cette catégorie regroupe 14 espèces dont l'aire d'occupation est restreinte ou en net recul, gravement fragmentée ou limitée à petit nombre de localités et dont les habitats sont menacés. Les espèces en danger d'extinction (EN) sont en majorité liées aux sources et ruisselets de sources (crénal-épirhithral). Elles comprennent toutefois aussi deux espèces potamales et une espèce qui colonise notamment les lacs oligotrophes.

Jusqu'au milieu du siècle passé, *Besdolus imhoffi* était présente dans les fleuves et grandes rivières (épipotamal-hyporhithral) de plaine (<550m) du Plateau, où elle pouvait apparaître en grandes quantités (Rhin, Limmat, Grande Emme, Venoge), et du Jura (Doubs). L'espèce a vu son aire d'occupation régresser fortement, sa présence n'étant plus attestée aujourd'hui que dans l'Aar et le Doubs. Elle a toujours été assez rare. Sa disparition des grandes rivières est liée à la destruction de ses habitats. Suite à la correction de la Limmat, et malgré d'intenses recherches, l'espèce n'y a plus été trouvée après 1890 (Ris 1896). Elle a été récemment retrouvée en Autriche (Graf 2010).

Dinocras ferreri est liée aux sources et ruisseaux du Tessin. La Suisse se situe à la limite nord de son aire de répartition, qui s'étend du sud-ouest des Alpes jusqu'aux Apennins. Malgré la découverte de plusieurs nouvelles localités durant le projet LR, son aire d'occupation est en fort recul.

Isoperla obscura est une espèce potamale trouvée dès 1889 dans le Rhin. Elle vivait au milieu du siècle passé dans plusieurs grandes rivières de plaine (Arve, Aar et Rhin, Rhône en VS). Elle a aujourd'hui fortement reculé et seules trois populations isolées du Brenno, du cours inférieur du Ticino et de l'Alpenrhein sont encore connues. L'espèce est éteinte en Italie (Fochetti 2006). En Autriche, elle est encore présente dans plusieurs länder (Graf 2010).

Isoperla oxylepis a été découverte en 1989 dans le Jura suisse (Reding 1998). Sa répartition réelle dans l'Arc jurassien n'est pas encore connue. En France, elle est bien présente dans les Vosges et plus dispersée dans le massif central (www.opie-benthos.fr, Le Doaré, comm. pers.). Elle a été signalée dans le département du Doubs (Verneaux 1973). Sa présence en Suisse est principalement tributaire du maintien de la qualité des eaux et de l'écomorphologie de l'Areuse. Elle a été récemment observée dans le canton de Genève.

Leuctra ameliae (fig. 12) et *Isoperla orobica* sont des espèces crénales du sud des Alpes, présentes jusqu'à 2000 m d'altitude. *Leuctra ameliae* a été décrite en 1996 par Vinçon et Ravizza comme endémique des Alpes occidentales. Les cinq localités actuellement connues de Suisse sont confinées aux Alpes internes et représentent la limite nord de son aire de répartition. *Isoperla orobica*, décrite en 1975, a été trouvée dans seulement six localités suisses depuis 1985. Deux ont été découvertes durant le projet LR. Cette espèce est également endémique des Alpes.

Leuctra elisabethae est présente au Tessin. Elle vit dans des ruisseaux et rivières forestiers jusqu'à relativement basse altitude (400–1200 m) et supporte de ce fait des eaux plutôt chaudes. Elle a été trouvée dans cinq localités au cours du projet LR.

Fig. 12 > Distribution de *Leuctra amelliae* en Suisse, espèce en danger (EN)

○ avant 1970, ◐ 1970–1989, ● après 1989.



© CSCF

Leuctra helvetica est une espèce endémique des Alpes liée aux sources et petits ruisseaux situés entre 1000 et 2400 m d'altitude. En Suisse, sa présence n'est documentée qu'en Engadine (Alpes centrales, GR) et dans le Val Colla (sud des Alpes, TI) jusqu'en 1993.

Leuctra pseudorosinae est une espèce des petits ruisseaux situés au-dessus de 900 m. Sa présence est attestée dans cinq localités du versant nord des Alpes et du Jura. Elle n'a pas été trouvée durant le projet LR.

Leuctra schmidi, qui est endémique des Alpes occidentales, a été décrite dans les Alpes valaisannes par Aubert en 1946. Le nombre de localités où elle est présente est en net recul, passant de dix avant 1980 à cinq aujourd'hui. Elle vit dans quelques ruisseaux des Préalpes vaudoises et des Alpes valaisannes au-dessus de 1400 m et dans une localité des Alpes bernoises à tout juste 900 m. Son aire de répartition confinée aux Alpes occidentales pourrait expliquer sa rare présence en Suisse.

Nemoura avicularis est présente principalement dans le Jura, notamment dans l'Orbe et l'Areuse, où elle fut déjà trouvée par Aubert. Elle vit également sur les rives caillouteuses du lac de Thoune. Son aire d'occupation est fortement fragmentée et seules deux nouvelles localités ont été trouvées durant le projet LR.

Nemoura palliventris est présente au Tessin dans de petits ruisseaux jusqu'à 1000 m d'altitude. Elle n'a été observée que dans deux vallées, en 1985 et 1986. Elle n'a plus été retrouvée depuis, malgré des recherches intensives.

Nemoura uncinata vit à moyenne altitude (500–800 m) dans les eaux froides des ruisselets et ruisseaux (hypocrénal, épirhithral) du Plateau et du versant nord des Alpes. Jusqu'en 2000, sa présence n'était attestée que dans une localité du nord-est de la Suisse découverte par Aubert en 1948. Aujourd'hui, son aire d'occupation reste fortement fragmentée, mais comprend neuf nouvelles localités. Les sources qui l'abritent sont menacées par les activités humaines.

Perlodes dispar est liée aux fleuves et grandes rivières du Plateau. Les données anciennes, de la fin du 18^e et du début du 19^e siècle, indiquent sa présence dans le Rhin, la Glatt et la Limmat. Aujourd'hui, sa présence a été confirmée uniquement dans un court tronçon du Rhin en amont de l'embouchure de la Thur.

7.5 Vulnérable (VU)

Cette catégorie regroupe 13 espèces dont l'aire d'occupation est certes relativement importante, mais gravement fragmentée ou limitée à un nombre restreint de localités. Les espèces vulnérables (VU) sont principalement liées aux sources et aux ruisseaux (crénal-épirhithral). Deux espèces sont plutôt liées aux petites à moyennes rivières (hyporhithral).

Brachyptera seticornis vit dans les ruisseaux et rivières du Plateau et du nord des Alpes entre 400 et 1400 m. Son aire d'occupation est limitée, mais de nouvelles localités ont été trouvées ces dernières années en Suisse centrale.

Capnia bifrons est liée aux ruisseaux et petites rivières aux eaux relativement chaudes. Son aire d'occupation a passablement diminué. Les larves supportent un assèchement temporaire du lit, ce qui constitue un avantage concurrentiel face aux autres espèces (Westermann 2003). Son émergence étant très précoce (dès mars), elle peut avoir été omise dans un cours d'eau si aucune recherche n'a été effectuée en début d'année. Les ruisseaux temporaires, qui ne sont souvent pas considérés comme de réels cours d'eau, sont menacés de comblement par des matériaux.

Dinocras megacephala est une espèce des moyennes et grandes rivières du Jura, du Plateau et des Préalpes jusqu'à 1100 m d'altitude. Les données récentes concernent principalement des cours d'eau comme le Doubs, l'Areuse et la Sorne. Elle n'a plus été trouvée dans plusieurs rivières comme la Versoix, la Venoge, l'Orbe, la Thur et la Suze. Son aire d'occupation est aujourd'hui fragmentée en deux zones largement séparées (ouest et est de la Suisse). L'espèce est rarement présente dans les mêmes localités que son espèce sœur *D. cephalotes*.

Leuctra autumnalis vit dans les ruisseaux et rivières du Jura et des Préalpes jusqu'à 2000 m. Son aire d'occupation est très fragmentée et ses populations très isolées. L'espèce a été retrouvée récemment dans cinq localités à travers la Suisse dans les vallées de la Gryonne, de l'Areuse, sous le col du Susten, au pied du Jura soleurois et à Schwyz.

Leuctra dolasilla est une espèce endémique des Alpes liée aux sources et ruisseaux jusqu'à 2000 m. L'espèce semble mieux implantée au sud des Alpes (Tessin, Misox GR, Simplon VS). Plus au nord, on la trouve aujourd'hui ponctuellement dans le canton de Fribourg.

Leuctra hexacantha est présente principalement dans l'ouest de la Suisse et au sud des Alpes. Elle est liée à des ruisseaux et petites rivières, mais survit parfois dans des sources. Son aire d'occupation a reculé, notamment dans le canton de Vaud, où ses anciennes populations étaient denses. Ce constat peut toutefois également s'expliquer par un effort d'échantillonnage moins important que celui réalisé par Aubert.

Leuctra insubrica est une espèce des sources et ruisseaux du sud des Alpes, où elle atteint 1400 m d'altitude. Elle est endémique du versant interne des Alpes centrales et occidentales et limitée à la Suisse et à l'Italie. Rares sont les localités connues et le projet LR n'en a fourni que deux supplémentaires.

Leuctra niveola est liée aux sources et ruisseaux des Préalpes principalement. Son aire d'occupation est fragmentée.

Protonemura algovia est une espèce endémique des Alpes et relativement rare (fig. 13). Elle est liée aux sources, ruisselets et ruisseaux des Alpes centrales jusqu'à 2000 m d'altitude. Elle vit principalement dans les cours d'eau du fond des vallées latérales.

Fig. 13 > Distribution de *Protonemura algovia* en Suisse, espèce vulnérable (VU)

○ avant 1970, ◐ 1970–1989, ● après 1989.



© CSCF

Protonemura meyeri vit dans les ruisseaux et petites rivières du Jura et du Plateau et au pied du versant nord des Alpes (BE, SZ). Les données récentes (>1980) proviennent du haut de la Venoge, des sources de l'Orbe, de l'Areuse, du Doubs et du Rhin.

Protonemura nimborella est liée aux sources et ruisseaux des Alpes centrales jusqu'à 2000 m. De nouvelles localités ont été trouvées durant le projet LR, mais son aire d'occupation reste limitée et fragmentée.

Rhabdiopteryx harperi est une espèce de l'arc alpin qui vit dans des ruisseaux et des torrents situés au-dessus de 1300 m. Si l'adulte a été décrit en 2008, la larve ne l'a pas encore été, ce qui explique certaines confusions avec *R. alpina*. Comme seuls les adultes des anciennes récoltes ont pu être vérifiés, l'aire de distribution effective de l'espèce n'est encore qu'imparfaitement connue. Le projet LR a permis de trouver plusieurs nouvelles localités. Son aire d'occupation nationale n'en reste pas moins très morcelée. La présence de *R. harperi* n'est en outre attestée que dans le sud de l'Autriche et le Vorarlberg (Graf 2010).

Taeniopteryx hubaulti vit dans les ruisseaux et rivières des Préalpes et du Jura entre 700 et 1400 m. L'espèce est précoce et les adultes émergent dès février; sa répartition peut de ce fait avoir été sous-estimée. Son aire d'occurrence est fragmentée et représente aujourd'hui moins de dix localités.

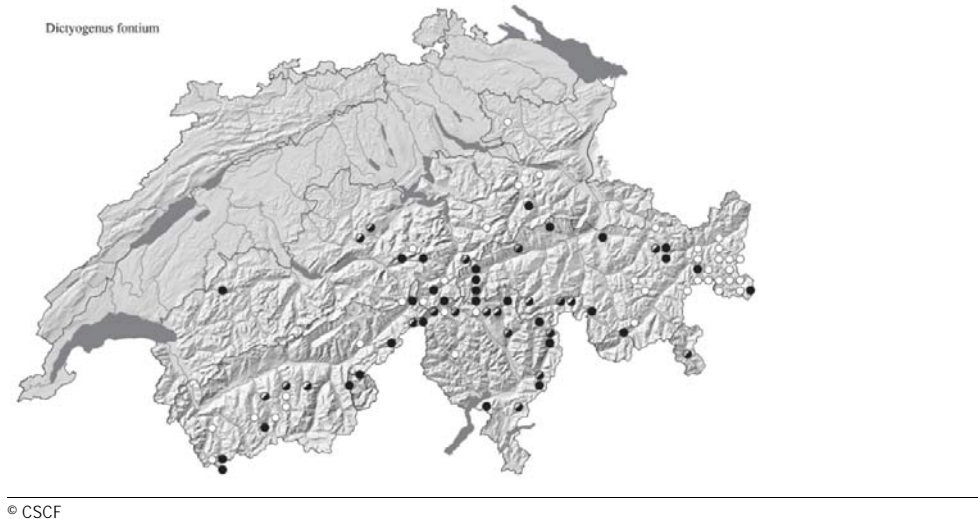
7.6 Potentiellement menacé (NT)

Parmi les espèces ayant une aire d'occupation suffisante pour ne pas être considérées comme espèces menacées, 19 ont été classées dans la catégorie potentiellement menacé (NT) en raison de critères complémentaires.

Parmi ces espèces, 16 sont sténothermes d'eau froide et ont donc une préférence nette pour les eaux fraîches (< 10 °C) et à faible amplitude thermique. Elles vivent principalement dans de petits cours d'eau du crénel (ex. *Dictyogenus fontium* (fig. 14), *Leutra armata*, *L. rauscheri*, *Nemoura sinuata*) à l'épi- et métarhithral (ex. *Perla marginata*, *Rhabdiopteryx alpina*, *Perlodes jurassicus*). Le critère principal pour le classement dans la catégorie NT est la précarité de leurs habitats principaux (critère UICN B2b iii), sur lesquels pèsent des menaces souvent directes (ex. projets de microcentrales hydroélectriques, pompage des eaux potables, alimentation des canons à neige). La préférence thermique de ces espèces les expose aussi à une menace indirecte liée au réchauffement de la température des eaux courantes en Suisse (voir chapitre 8.3).

Fig. 14 > Distribution de *Dictyogenus fontium* en Suisse, espèce potentiellement menacée (NT)

○ avant 1970, ◐ 1970–1989, ● après 1989.



Isoperla carbonaria et *Leuctra meridionalis*, deux espèces du sud des Alpes, étaient classées dans la catégorie de menace supérieure (VU) en raison de leurs aires d'occupation limitées. Le nombre de localités de ces deux espèces a cependant augmenté significativement durant le projet LR, ce qui a justifié leur déclassement dans la catégorie NT. *Amphinemura standfussi* a une aire d'occupation légèrement supérieure à la limite, mais celle-ci est très fragmentée, en raison de l'écologie de l'espèce.

7.7 Non menacé (LC)

46 espèces ont une aire d'occupation suffisante pour être considérées comme non-menacées. Ces espèces sont largement réparties, abondantes et ne remplissent aucun des critères complémentaires. Les occurrences récentes sont nombreuses. Elles sont de ce fait de préoccupation mineure.

Certaines de ces espèces sont ubiquistes, d'autres tolèrent de grandes amplitudes thermiques. Ce groupe comprend des espèces qui sont en expansion du fait du réchauffement de la température des eaux courantes en Suisse, comme *Leuctra geniculata*, dont la présence s'est étendue dans de petits ruisseaux du rhithral depuis les années 2000 (voir chapitre 8.3). Une tendance similaire a été observée pour *Nemoura flexuosa*, qui est apparue depuis peu dans certains ruisseaux de la ville de Zurich.

La larve de *Leuctra major* vit dans le milieu interstitiel du fond du lit, profondément enfouie dans les sédiments. Elle a disparu de nombreuses rivières du Plateau en raison du colmatage du fond de leur lit et de la régulation du charriage des sédiments. Elle est aujourd'hui principalement présente dans les Préalpes et les Alpes, où ces problèmes sont moindres en raison d'une plus grande variabilité (dynamique) des débits et d'un substrat plus grossier. *Nemurella pictetii* est capable de coloniser les sources, les ruisseaux forestiers et les eaux stagnantes. Découverte à 2620 m, c'est l'espèce de

Plécoptère qui détient le record d'altitude. *Perla grandis*, dont le centre de gravité est situé dans les Préalpes, colonise certaines rivières vers l'aval jusque sur le Plateau et atteint ainsi la Thur et même le Rhin.

7.8 **Données insuffisantes (DD)**

Les données concernant deux espèces sont insuffisantes pour évaluer leur statut. Elles sont cependant liées à des habitats considérés comme précaires en raison de menaces directes.

Leuctra festai est une espèce endémique des Alpes, connue en Italie occidentale, où elle vit dans des ruisseaux et torrents situés entre 1900 et 2400 m (Ravizza et Vinçon 1998). Elle a été découverte en 2003 au Tessin et sa présence n'est attestée que dans trois localités en Suisse.

Nemoura pesarinii est également endémique des Alpes et vit sur le versant sud des Alpes occidentales (Alpes pennines). Elle a été découverte en 2000 au Tessin et est aujourd'hui présente dans quatre localités situées vers 800–900 m d'altitude (Cademario, Agra au sud de Lugano et le Val Colla), ainsi qu'à 1200 m dans une localité valaisanne proche de l'Italie (Simplon).

7.9 **Non évalué (NE)**

Perla bipunctata n'a pas été prise en compte dans la procédure d'évaluation, car la validité de sa présence en Suisse est remise en cause depuis une étude de la morphologie de ses œufs (Sivec et Stark 2002). La systématique du genre *Perla* en Europe est actuellement encore discutée.

8 > Interprétation et discussion de la liste rouge des Plécoptères

8.1 Le groupe d'espèces en Suisse

L'étude des Plécoptères de notre pays a débuté avec les travaux scientifiques du médecin et naturaliste genevois François-Jules Pictet qui, dans sa monographie, a notamment décrit 27 espèces pour la Suisse (Pictet 1841). 30 ans plus tard, Rudolf Meyer-Dür, entomologue et cofondateur de la Société entomologique suisse, estimait que la faune suisse comptait 34 espèces (Meyer-Dür 1874). Le psychiatre zurichois Friedrich Ris, dont la collection entomologique est aujourd'hui intégrée à celle de l'EPF de Zurich, enrichit cette liste avec la description de onze autres espèces. Au début des années 1940, lorsque Jacques Aubert entreprit l'étude des Plécoptères, la liste des espèces de Suisse avait été complétée grâce à des chercheurs comme Morton, Neeracher, Klapalek, Nadig et Mosely et comptait 62 espèces. Les nombreuses nouvelles descriptions qu'il fit portèrent le nombre d'espèces connues à 94 lors de la publication de son manuel de détermination en 1959 (Aubert 1959).

Jusqu'à l'établissement de la première liste rouge des Ephémères en 1994, la recherche sur les Plécoptères est restée plus ou moins en friche. Ce n'est qu'avec les travaux réalisés pour assurer la réédition de l'ouvrage d'Aubert sur les Plécoptères (Lubini et al. 2011) que les activités de récolte se sont intensifiées puis poursuivies pour la mise à jour des présentes listes rouges. Dans le cadre de ce projet, de nouvelles espèces ont été découvertes et décrites en Suisse. La faune suisse de Plécoptères compte actuellement 111 espèces, ce qui représente environ le quart de la faune européenne (Fochetti 2006). Elle est moins riche que celle des pays voisins vu l'étendue restreinte de notre pays et du fait notamment de l'absence des espèces potamales: l'Allemagne compte 123 espèces (Reusch et Weinzierl 1999), l'Autriche 131 (Graf 2010), l'Italie 157 (Fochetti 2006) et la France 179 (www.opie-benthos.fr).

Les cartes de distribution actualisées des espèces de Plécoptères sont disponibles sur le serveur cartographique du centre national CSCF (www.cscf.ch).

8.2 Degré de menace

Le bilan met en évidence deux groupes d'espèces particulièrement menacées: celles qui, pour des raisons écologiques, ont depuis toujours une faible aire de répartition et celles dont les habitats ont été en constante régression au cours des dernières décennies. Les premières représentent un peu plus de la moitié des espèces de la liste rouge, soit 23 espèces sur 44. Les espèces dont les habitats ont massivement reculé sont principalement celles des grands cours d'eau de plaine.

Avec 44 espèces menacées (40 %), la situation est aussi préoccupante qu'en Allemagne, où cette catégorie représente 48 % des espèces. Les Plécoptères réagissent de manière particulièrement forte aux modifications des eaux dans lesquelles se développent leurs larves, du fait de leur stricte dépendance à certaines structures et de leur sensibilité aux paramètres physico-chimiques. Les résultats attestent d'une situation extrêmement préoccupante pour les espèces suivantes et leurs habitats:

- > Espèces des grands fleuves et rivières, en particulier celles du Plateau comme *Besdolus imhoffi*, *Brachyptera trifasciata*, *Isoperla obscura*, *Perla abdominalis*, *Perlodes dispar* et *Taeniopteryx hubaulti*. Il n'existe plus que de petites populations très fragmentées de ces espèces.
- > Espèces des sources et de leurs écoulements telles *Isoperla lugens*, *I. orobica*, *Leuctra ameliae*, *L. dolasilla*, *L. niveola*, *L. vinconi*, *Nemoura sciurus*, *N. uncinata*, *N. undulata*, *Protonemura nimborella*. Les espèces des sources souffrent en particulier de l'importante fragmentation de leurs habitats et de la forte pression exercée par les activités humaines.
- > Espèces des petits ruisseaux propres comme *Dinocras ferreri*, *Leuctra autumnalis*, *L. pseudorosinae*, *Protonemura algovia*, *Capnia bifrons*. Les ruisseaux propres et sans aménagement sont devenus rares en particulier sur le Plateau et dans le sud du Tessin.
- > Espèces des gouilles et mares des marais comme *Nemoura dubitans*. L'assèchement croissant des marais est un problème pour les espèces liées à ces milieux.

Si des efforts significatifs ne sont pas entrepris à tous les échelons de la protection des eaux, la situation de ces espèces pourrait encore se détériorer (cf. chap. 2).

8.3 Influences possibles du changement climatique

La science est actuellement unanime à reconnaître que le climat se modifie en raison des émissions de gaz à effet de serre que génère notre civilisation. Dans les fleuves et les rivières de plaine, la température annuelle moyenne de l'eau s'est élevée de 0,8 à 1 ° C entre les périodes 1978/1987 et 1988/2002 (Hari et al. 2006). En dehors du changement climatique, d'autres facteurs contribuent à l'élévation de la température dans les cours d'eau: renforcement et imperméabilisation du lit empêchant l'échange avec les eaux phréatiques plus fraîches, déficit de végétation riveraine apportant de l'ombre, prélèvements d'eau par l'agriculture ou utilisation industrielle des eaux comme eaux de refroidissement. Comme le développement des larves dépend de la température, une élévation de la température annuelle moyenne de l'eau a un effet sur la présence des espèces. Les espèces eurytopes et eurythermes en tirent profit dans les régions de plaine et voient ainsi leur aire de répartition s'accroître. On l'observe actuellement avec *Leuctra geniculata*, une espèce potamale, qui après une phase de régression, s'est répandue depuis quelques années dans les petits cours d'eau. Elle est ainsi présente depuis peu dans la Wyna, affluent de la Suhre qui se jette dans l'Aar à Aarau. L'espèce y est attestée jusque dans le canton de Lucerne (Beromünster). De petits affluents du Rhin comme le Magdenerbach, la Sissle et l'Etzgerbach ont aussi été récemment colonisés par cette espèce. Il faut donc s'attendre à ce que la zonation longitudinale actuelle des communautés de Plécoptères se déplace vers l'amont. Alors que les espèces subal-

pinces pourraient à l'avenir s'avancer jusqu'à l'étage alpin, l'aire de répartition des espèces alpines, le plus souvent sténothermes d'eau froide, devrait se réduire (voir aussi ch. 6.3 et 10.3), ce qui augmente le risque qu'elles disparaissent à plus ou moins long terme.

Quant à l'immigration d'espèces méridionales, comme cela s'est passé au Tessin pour les Ephémères (Wagner et al. 2007), on en est réduit aux conjectures.

De nouvelles recherches devraient être menées pour mieux comprendre les relations entre le changement climatique et l'évolution de l'aire de répartition des espèces.

9 > Classement des Trichoptères

Verena Lubini et Heinrich Vicentini

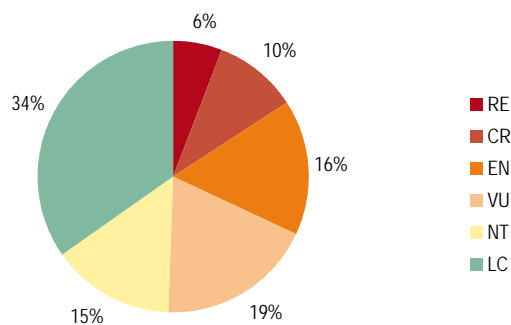
9.1 Aperçu

302 espèces ont été évaluées dans le cadre de ce projet (tab. 9). 147 (51 % arrondis) sont considérées comme éteintes ou menacées et figurent sur la liste rouge. 43 espèces (15 % arrondis) sont potentiellement menacées (fig. 15).

Tab. 9 > Nombre d'espèces de Trichoptères par catégorie

Catégorie	Nombre d'espèces	Proportion (%) de la liste rouge	Proportion (%) des espèces évaluées	Proportion (%) des espèces considérées
RE Eteint en Suisse	17	11,6	5,8	5,6
CR Au bord de l'extinction	29	19,7	10,0	9,6
EN En danger	47	32,0	16,1	15,6
VU Vulnérable	54	36,7	18,6	17,9
Total des espèces de la liste rouge	147	100 %	50,5 %	48,7 %
NT Potentiellement menacé	43		14,8	14,2
LC Non menacé	101		34,7	33,5
DD Données insuffisantes	11			3,6
Total des espèces	302		100 %	100 %

Fig. 15 > Répartition des espèces de Trichoptères évaluées par catégorie de menace (pourcentages arrondis)



Les Trichoptères sont présents en Suisse jusqu'à une altitude de 2600 m. Les imagos ont une vie terrestre, le plus souvent à proximité des berges. Les imagos d'espèces originaires de la région méditerranéenne survivent à la sécheresse estivale dans des grottes. A l'exception de deux espèces, dont les larves sont terrestres et se développent dans la litière des forêts de feuillus, les larves des autres espèces colonisent tous les types de milieux aquatiques, de la source au fleuve et de la mare au lac. Les ruisseaux qui peuvent s'assécher temporairement, les gouilles de tourbières et les rochers où un mince film d'eau ruisselle en permanence, constituent des habitats particuliers.

On distingue deux types écologiques principaux

- > Les espèces des eaux stagnantes telles que lacs, étangs, étangs artificiels, bras morts, étangs de jardin (milieux lentiques). Dans les lacs, les larves se tiennent de préférence dans la zone riveraine, mais se rencontrent parfois jusqu'à 30 m de profondeur. Les petits plans d'eau des tourbières sont des cas particuliers. Espèces des milieux lentiques
- > Les espèces des eaux courantes forment des biocénoses diverses se répartissant de la source au fleuve (milieux lotiques). Les espèces caractéristiques des régions de plaine peuvent se retrouver jusque dans les sources des ruisseaux alpins bien chauffés par le soleil. Les espèces des eaux courantes occupent également les lacs froids des Alpes. Par contre, celles qui sont liées au cours inférieur des rivières de basse altitude, peuvent coloniser les lacs chauds, où elles occupent la zone de ressac. Parmi les espèces de haute montagne et du Jura, certaines ont des aires de répartition très petites. On explique ce type de distribution par le fait que ces espèces ont survécu à la dernière glaciation (Würm) dans les régions libres de glace. Les espèces de montagne sont souvent strictement liées à l'eau froide. Le raccourcissement des ailes, surtout chez les femelles, et une reproduction par parthénogenèse représentent d'autres adaptations au climat rude des Alpes. Espèces des milieux lotiques

9.2 Eteint en suisse (RE)

Cette catégorie regroupe 17 espèces, qui sont considérées comme disparues de Suisse. Leurs dernières mentions remontent à 50 ans au moins, voire pour certaines à plus de 100 ans. Des recherches ciblées, dans les régions où elles étaient autrefois présentes, sont restées vaines.

Les cinq espèces suivantes, qui se trouvent en limite de leur aire de répartition européenne, n'ont été attestées que dans une seule localité; elles ont sans doute toujours été rares:

Agrypnia picta et *Limnephilus politus* sont des espèces reliques de la période glaciaire qui se répartissent aujourd'hui de l'Europe septentrionale à la région alpine. *A. picta* n'a été attestée qu'une seule fois à Tschier dans le Val Müstair GR (1909), *L. politus* au Katzenssee ZH (1987), au Gräppelensee SG (1888) et au Wolfloch BL (1900). En France, *L. politus* est rare (www.opie-benthos.fr). En Autriche, elle est présente dans plusieurs länder (Malicky 1999), alors que *A. picta* n'y a jamais été attestée. Cette

dernière a disparu d'Allemagne (Klima 1998), d'anciennes observations proviennent de Bavière et de Saxe (Robert 2003).

Hydroptila insubrica n'a été découverte et décrite qu'une fois, par Ris à Mendrisio (1896). Actuellement, l'espèce est présente en Allemagne (Neu 2010), en Italie (Cianficconi 2006) et dans les Pyrénées espagnoles (Argerich et al. 2004).

Hydroptila tigurina et *Microptila minutissima* ont également été découvertes et décrites par Ris à Zurich (1888). Dans les pays voisins, *H. tigurina* n'est attestée qu'en Italie (Cianficconi 2006). *M. minutissima* est mentionnée dans le nord de l'Italie (Cianficconi 2005) et en Autriche où elle figure dans la catégorie DD de la liste rouge (Malicky 2009). Ailleurs, sa distribution s'étend au-delà des Balkans, jusqu'à la Grèce et à la mer Noire.

La plupart des espèces disparues sont des espèces des cours d'eau qui ont perdu leur habitat suite à des altérations anthropiques de l'écosystème aquatique. Il s'agit d'espèces dont les larves ont besoin d'un courant modéré et souvent d'un substrat grossier, caractéristiques qui disparaissent lors des corrections de cours d'eau et de la construction d'ouvrages hydroélectriques:

Brachycentrus subnubilus, une espèce nordique, était présente en Suisse à la fin du 18^e et au début du 19^e siècle, dans tous les grands cours d'eau du Plateau, à l'exception du Rhône. Elle est mentionnée dans l'Emme, l'Aar, la Reuss, la Limmat, la Glatt et le Rhin, où elle est signalée pour la dernière fois à Rheinau (1916). En 2011 une seule larve a été trouvée en Suisse orientale (Thur, Toggenburg), ce qui laisse supposer l'espèce encore présente, mais avec de très faibles effectifs et dans d'autres cours d'eau qu'aux alentours de 1900. Des recherches plus minutieuses doivent être entreprises. En Allemagne, elle est menacée (Klima 1998), mais reste largement répandue (Robert 2003) de même qu'en France (www.opie-benthos.fr) et en Autriche (Malicky 1999). Par contre, elle n'est plus attestée en Italie que dans les Apennins (Cianficconi 2006).

Brachycentrus montanus, une espèce d'Europe méridionale, est bien plus rare que son espèce sœur *B. subnubilus*. Elle a été trouvée dans la Limmat, à Dietikon ZH (1889) et pour la dernière fois dans la Suze à Sonceboz BE (1900). Elle est largement répandue et n'est pas menacée en France (www.opie-benthos.fr), en Allemagne (Robert 2003, Klima 1998) et en Autriche (Malicky 1999, 2009), mais elle est rare en Italie (Cianficconi 2006).

Rhyacophila pascoei, une espèce au vol très précoce, était présente autrefois dans le Rhône, l'Aar et le Rhin entre 1884 et 1900. Elle a également disparu d'Allemagne (Klima 1998), figure dans la catégorie NT de la liste rouge autrichienne (Malicky 2009) et n'est présente que sporadiquement en Italie (Cianficconi 2006).

Micrasema minimum, *Wormaldia subnigra* et *Stactobiella risi* ont été exclusivement observées dans le Rhin, les dernières mentions remontant à l'année 1900. *M. minimum* est menacée en Autriche (Malicky 2009), mais reste largement répandue dans les autres pays voisins (Malicky 1999, Cianficconi 2006, Robert 2003). *W. subnigra* est attestée en Italie (Cianficconi 2006), en France (www.opie-benthos.fr), en Autriche (Malicky

2009), et en Allemagne où elle figure dans la catégorie en danger de la liste rouge (Klima 1998). Il n'existe que de rares mentions de *Stactobiella risi* en Autriche; elles proviennent de la partie sud-est (Malicky 2009). L'espèce a disparu d'Allemagne (Klima 1998) et n'est signalée que dans un seul département français (www.opie-benthos.fr).

Hydroptila rheni, a été décrite par F. Ris à partir d'un seul individu trouvé à Rheinau sur le Rhin (1896). Ris lui-même ne l'a plus retrouvée (Ris 1897). L'espèce est signalée pour la dernière fois dans l'Orbe à Vallorbe (1944). L'unique observation récente en Europe provient d'une rivière de Slovénie (Urbanič 2004).

Platyphylax frauenfeldi, une espèce de Trichoptère particulièrement rare en Europe, n'a été attestée que dans le Rhône à Salquenen (1888) et à Berne. L'espèce, considérée autrefois comme largement répandue dans les grands cours d'eau d'Europe, est aujourd'hui proche de l'extinction. La dernière population qui subsiste dans la Drave (rivière limitrophe entre la Hongrie et la Croatie) est menacée par la construction d'une centrale hydroélectrique (Malicky 2002).

Oxyethira simplex a été décrite par Ris à partir d'un seul individu provenant de Zurich (1897). Plus tard, elle a été récoltée également au Bois de Finges, où les dernières observations remontent à 1944. En Allemagne, l'espèce est au bord de l'extinction (Klima 1998). Elle est présente en France (www.opie-benthos.fr). Une seule observation est signalée en Italie, dans les Pouilles (Cianficconi 2006). Elle manque en Autriche (Malicky 2009).

Dans toute la Suisse, il n'existe que quelques localités éparses de *Stactobia eatoniella*, une minuscule espèce des sources, dont les larves colonisent les pierres sur lesquelles ruisselle un film d'eau: Zurich, les gorges de l'Orbe et, pour le Valais, le Binntal, la Borgne, le Val d'Iliez et Crans, où l'espèce a été trouvée pour la dernière fois en 1944. En Allemagne et en Autriche, l'espèce est en danger (Klima 1998, Malicky 2009). En France, elle est présente dans plusieurs départements du sud-ouest (www.opie-benthos.fr). En Italie, quelques mentions sporadiques se limitent à la région nord et à la côte ligure (Cianficconi 2006).

Orthotrichia angustella, une espèce des cours d'eau et des lacs, a été récoltée en grand nombre à Zurich dans le lac, entre 1881 et 1888. Les dernières observations proviennent de Riva San Vitale au bord du lac de Lugano (1896) et de Rheinau sur le Rhin (1914). En Allemagne, l'espèce est menacée (Klima 1998). Elle est attestée dans plusieurs départements français (www.opie-benthos.fr) et en Italie, où les mentions restent rares. Celles-ci proviennent du nord du pays jusqu'à la Sicile et à la Sardaigne (Cianficconi 2006). Elle manque en Autriche (Malicky 2009).

Athripsodes leucophaeus a été signalée dans le lac Léman entre 1940 et 1943, elle a sans doute disparu suite à l'eutrophisation du lac (avant la construction des stations d'épuration). En Allemagne, l'espèce est au bord de l'extinction (Klima 1998); en Italie, elle a été mentionnée pour la dernière fois au sud du lac de Lugano en 1932 (Cianficconi 2005), alors qu'elle est attestée dans plusieurs départements français (www.opie-benthos.fr). Elle manque en Autriche (Malicky 2009).

9.3 Au bord de l'extinction (CR)

Cette catégorie regroupe 29 espèces qui occupent des territoires très petits ou très isolés les uns des autres. La plupart des espèces ne sont présentes actuellement que dans de rares endroits. De plus, il s'agit d'espèces dont le nombre de localités est en baisse. Une sélection d'espèces typiques de cette catégorie ainsi que l'indication des localités actuelles figurent ci-dessous:

En font partie les espèces dont le nombre de localités est faible et qui n'ont été que rarement trouvées, même autrefois. Parmi elles, signalons *Hydropsyche bulbifera* qui a été récoltée au 18^e siècle sur la Sihl à Zurich et la Glatt à Zurich-Oerlikon et, plus récemment, à Bonfol. Cela est également valable pour *Hydroptila simulans*, qui a été attestée pour la première fois à Hochdorf LU en 1979 (Florin 1991). Aujourd'hui, la seule localité connue se trouve au Hanenriet près de Giswil OW (Schiess-Bühler et Rezbanyai-Reser 2006).

Pour des raisons biogéographiques, les espèces qui se trouvent en bordure de leur aire de répartition sont rares. Parmi elles, figurent en particulier les espèces méridionales *Tinodes sylvia* (Monte Generoso TI), *Rhadicleptus ucenorum* (Sanetsch VS) et *Rhyacophila orobica* (Meride TI) dont l'aire de répartition au nord de l'Italie est petite. A l'exception de *T. sylvia*, qui est également présente dans les Apennins (Cianficconi 2006), toutes sont des espèces endémiques des Alpes.

Les plus importants reculs sont enregistrés dans les régions de plaine, la plupart concernant les fleuves et rivières. En Suisse, les grands cours d'eau avec une zone alluviale intacte et un régime des débits naturel sont devenus rares. De plus, l'eutrophisation a sans doute joué un rôle dans ce recul. Par exemple: *Brachycentrus maculatus*, qui était fréquente il y a 100 ans dans l'Aar, la Limmat, le Rhin, l'Emme, le Rhône et la Sihl, n'existe aujourd'hui plus qu'à l'état relictuel dans l'Aar, en aval du lac de Biemme (fig. 16). *Chimarra marginata*, à la fin du 18^e siècle, était très abondante de mai jusqu'à la fin de l'été, dans le Rhin à Schaffhouse (Ris 1897) et était également fréquente dans la Glatt ZH. En 1995, une seule femelle a été retrouvée aux chutes du Rhin; les grands vols d'essaimage appartiennent au passé.

La destruction des marais a conduit nombre d'espèces au bord de l'extinction. Ces espèces vivent couramment dans des ruisseaux parfois temporairement asséchés, des mares, des gouilles ou de petits fossés. Parmi les espèces les plus menacées, figurent *Tricholeiochiton fagesii*, dont la seule localité est la réserve naturelle de Turpenriet à Kirchberg SG; *Triaenodes bicolor*, autrefois fréquente dans plusieurs petits lacs du Plateau, mais qui n'est plus attestée qu'au Rotseeried près de Lucerne et dans des bras morts de la Glatt à Rümlang ZH. *Nemotaulius punctatolineatus*, qui a été signalée pour la dernière fois au Gräppelensee dans le Toggenburg SG en 1988, en fait également partie. Ses larves ne passent pas l'été au fond de l'eau, mais dans la ceinture de potamots, où elles confectionnent leur étui à partir des feuilles du *Potamogeton natans*. *Ithytrichia lamellaris*, une autre espèce des fossés richement végétalisés, n'est plus présente aujourd'hui qu'au marais de Rothenturm.

Fig. 16 > Distribution de *Brachycentrus maculatus* en Suisse, espèce au bord de l'extinction (CR)

○ avant 1970, ◐ 1970–1989, ● après 1989.



© CSCF

Quelques espèces boréo-alpines (deux aires de répartition séparées dans le nord de la Scandinavie et dans les Alpes/Jura), également liées aux marais, n'ont plus que des populations isolées en Suisse: *Agrypnia obsoleta* (St-Moritz); *Anabolia brevipennis* (Robenhuserriet, Wetzikon ZH; Bonfol JU), *Limnephilus elegans* (tourbière de la Vraconnaz VD), *Limnephilus algosus* (Hanenriet, Giswil OW), *Limnephilus borealis* (Le Chenit VD).

Font également partie des espèces au bord de l'extinction, quelques espèces des sources comme *Hydroptila martini* (Gudo TI), *Lithax obscurus* (St-Blaise NE), *Oxyethira falcata*, qui avait été trouvée autrefois dans des ruisseaux de source à Zurich et au Bois de Finges VS et qui survit actuellement dans deux marais de la vallée du Rhin antérieur (Tgiern Grond, Trun) et à Plaun Pardatsch au col de l'Oberalp GR.

9.4 En danger (EN)

Cette catégorie regroupe 47 espèces dont l'aire de répartition actuelle est réduite, dont l'isolement des territoires est important et/ou dont le nombre de localités est faible ou en diminution. Ces espèces occupent fréquemment des habitats menacés.

Dans cette catégorie, figurent des espèces qui atteignent en Suisse la limite de leur aire de répartition et qui occupent fréquemment des habitats menacés, comme par exemple les eaux oligotrophes dont elles dépendent. La plupart de ces espèces ont leur centre de répartition dans la région méditerranéenne et sont présentes au sud du Tessin. Parmi elles, figurent des espèces des sources comme *Catagapetus nigrans*, *Helicopsyche sperata* et *Tinodes antonioi*. *Beraemyia squamosa*, *Hydropsyche doehleri* et *Anabolia lombarda* vivent dans les ruisseaux et les canaux. *Tinodes luscini*a est une espèce endémique des Alpes, également présente dans le nord de l'Italie. *Hydroptila brissaga* a été découverte et décrite pour la première fois en 1993 sur les rives de l'île de Brissa-

go (Malicky 1996) et plus tard également dans le Val Maggia. Il s'agit d'une espèce du sud-ouest européen, également présente en Sicile et en Grèce (Malicky 1996). Les larves vivent dans les lacs et les rivières. *Hydropsyche modesta*, attestée pour la première fois en Suisse par Siegenthaler-Moreillon (1991), a trois zones de distribution; elle est présente actuellement dans les cantons de Genève, de Zurich et du Tessin.

Les espèces suivantes ont leur centre de répartition dans le nord et l'ouest de la Suisse et ne sont plus présentes que dans quelques localités: *Anomalopterygella chauviniana*, dont l'unique localité actuelle se trouve dans la Wutach à la frontière entre le canton de Schaffhouse et l'Allemagne; *Polycentropus corniger*, qui a été capturée pour la première fois en 1979 par piégeage lumineux sur le lac des Quatre-Cantons, puis plus tard à nouveau sur les lacs de Sarnen et de Brienz.

Deux espèces des cours d'eau font également partie des espèces menacées: *Micrasema setiferum* était fréquente à la fin du 18^e siècle et trouvée «en quantité innombrable» dans beaucoup de cours d'eau du Plateau, tels l'Aar, le Rhône, l'Emme, la Limmat et la Sihl. Aujourd'hui, sa présence se limite à la Sihl ZH, la Lorze ZG et le Doubs JU. La provenance des individus capturés dans des pièges lumineux du Rotseeried près de Lucerne est peu claire. Ils pourraient provenir de la Ron (la rivière qui sort du Rotsee) ou de la Reuss, où cependant aucune larve n'a été attestée jusqu'ici.

Hydropsyche exocellata a été mentionnée pour la première fois dans le Rhin en 1998. Sa présence se limite aujourd'hui à la partie du Rhin située entre Bâle et les chutes du Rhin ainsi qu'au cours inférieur de la Thur. Une seule découverte, un mâle, provient du canton de Genève. On ignore cependant dans quel type de milieu aquatique l'espèce se développe. Les larves occupent les substrats grossiers des tronçons à courant rapide.

Potamophylax rotundipennis est présente dans les ruisseaux sablonneux de plaine avec beaucoup de bois mort, milieux rares dans notre paysage ordonné. Une première observation a été signalée en 1991 dans l'Ergolz BL, deux autres dans un petit ruisseau de la forêt alluviale du Rotbach à Inwil LU ainsi qu'à Bonfol JU.

Mystacides nigra et *Psychomyia fragilis* étaient autrefois fréquentes dans les rivières et les lacs. Les dernières observations sur le Plateau remontent aux années 1940, dans la Venoge et le lac Léman. Aujourd'hui, les localités se concentrent dans les lacs oligotrophes tels le lac Majeur ainsi que les lacs de Thoune et de Brienz. *Ithytrichia clavata* a besoin du même habitat et est présente, en plus du lac Majeur, dans le lac des Quatre-Cantons. *Sericostoma galeatum* se comporte de manière similaire: l'espèce, présente dans le lac Léman dans les années 1940, se limite actuellement aux lacs de Neuchâtel, de Thoune et de Brienz. Il semble que les lacs oligotrophes servent de refuge à ces espèces. Dans le sud de la France et le nord de l'Italie, *S. galeatum* colonise les cours moyens et inférieurs des fleuves et rivières (Musso et al. 1991).

Les espèces des eaux marécageuses sont très menacées suite à la raréfaction et à l'importante fragmentation de leur habitat: *Hagenella clathrata*, dont les larves tolèrent un assèchement temporaire de leur habitat, n'était déjà pas particulièrement fréquente autrefois. Aujourd'hui, elle n'est plus que sporadique dans les hauts-marais du Jura et des Préalpes lucernoises et schwytzoises (fig. 17). *Erotesis baltica*, *Oligostomis*

reticulata, *Grammotaulius nigropunctatus*, *Holocentropus stagnalis*, *Limnephilus bipunctatus*, *L. griseus*, *L. incisus* et *L. nigriceps* partagent le même destin.

Les espèces des sources, dont les habitats sont en recul suite aux captages d'eau potable ou à l'abaissement de la nappe phréatique, sont également très menacées. Leurs habitats sont par nature peu étendus et très souvent isolés. Les espèces des sources classées dans la catégorie EN sont *Adicella filicornis*, *Apatania muliebris*, *Hydroptila valesiaca* ainsi que les espèces cantonnées aux Alpes *A. fimbriata*, une espèce relique de la période glaciaire, *A. helvetica* et *Drusus alpinus*. En Autriche comme en Allemagne, on trouve *A. fimbriata* aussi à basse altitude, mais pas en Suisse.

Fig. 17 > Distribution de *Hagenella clathrata* en Suisse, espèce en danger (EN)

○ avant 1970, ◐ 1970–1989, ● après 1989.



© CSCF

9.5 Vulnérable (VU)

Cette catégorie regroupe 54 espèces dont l'aire de répartition est certes importante, mais dont les habitats sont fragmentés et souvent soumis à une forte pression humaine.

Les habitants des sources et de leurs ruisselets, avec 20 espèces, forment le plus grand groupe de cette catégorie. Suite à leur important recul, les sources ne sont pratiquement plus reliées les unes aux autres, le risque augmente donc que les espèces des sources ne puissent plus recoloniser leur habitat après une perturbation. Dans cette catégorie figurent également des espèces qui vivent dans le film d'eau ruisselant sur les rochers (madicoles). L'absence de protection légale ainsi que la pression humaine croissante constituent une grave menace pour ces habitats: dans les régions de plaine, cela concerne *Agapetus nimbulus* («Giessen»), *Diplectrona atra* (ruisselets de sources au Tessin), *Ernodes articularis* (madicole), *Hydropsyche fulvipes* et *Synagapetus iridipennis*. En altitude, des espèces endémiques des Alpes se retrouvent également dans cette catégorie: *Drusus melanchaetes*, *D. muelleri* (fig. 18), *D. nigrescens*, *Rhyacophila bonaparti*, *R. stigmatica* et *Wormaldia variegata* (première mention 1996), ainsi

que *Anisogamus difformis*, espèce répandue jusqu'en Espagne. Certaines espèces de plaine s'avancent jusqu'aux Préalpes: *Allogamus antennatus*, *Chaetopteryx gessneri*, *C. major*, *L. helveticus*, *Rhyacophila laevis*, *R. meyeri*, *R. philopotamoides* et *Tinodes zelleri* (madicole).

13 espèces colonisent les ruisseaux propres et les petites rivières: *Acrophlyax zerberus* (étage alpin, également dans les lacs de montagne), *Annitella obscurata*, *Hydroptila ivisa* (première mention 1987), *Beraeodes minutus*, *Hydropsyche saxonica*, *Microp-terna fissa* (1 localité actuelle au Niremout FR), *Notidobia ciliaris*, *Philopotamus montanus*, *Polycentropus irroratus*, *Rhyacophila aurata*, *Silo piceus*, *Tinodes maclachlani* et *T. maculicornis* (première mention 1980).

13 espèces se développent dans les fleuves et les lacs de basse altitude: *Agapetus laniger*, *Allotrichia pallicornis*, *Athripsodes bilineatus*, *Ceraclea annulicornis*, *C. aurea*, *Cyrnus flavidus*, *Halesus tessellatus*, *Hydroptila dampfi*, *Lepidostoma basale*, *Limnephilus germanus* (jusque dans les Préalpes), *L. vittatus* (également dans les plans d'eau temporaires), *Molanna albicans* (seulement dans le lac de Neuchâtel, relique glaciaire), *Oecetis furva* (bras morts, petits lacs).

8 espèces sont liées aux marais et à leurs eaux: *Holocentropus dubius* (petits lacs, fosses d'exploitation de tourbières), *H. picicornis* (eaux stagnantes), *Limnephilus binotatus*, *L. helveticus* (marais de source), *L. italicus*, *L. sericeus* (Alpes), *L. subcentralis* (Plateau), *Trichostegia minor* (supporte un assèchement).

Fig. 18 > Distribution de *Drusus muelleri* en Suisse, espèce vulnérable (VU)

○ avant 1970, ◐ 1970–1989, ● après 1989.



9.6 Potentiellement menacé (NT)

43 espèces ont été attribuées à cette catégorie; elles figurent dans cette liste préventive principalement en raison des menaces qui pèsent sur leurs habitats. Comme pour la catégorie VU, les sources et leurs écoulements représentent ici les habitats les plus menacés, suivis des ruisseaux, des marais ainsi que des cours d'eau et lacs de plaine. Cette catégorie englobe également des espèces endémiques des Alpes comme *Meta-noea rhaetica*, *M. flavipennis* et *Cryptotrix nebulicola*.

Il existe aujourd'hui des espèces largement répandues mais qui n'ont pas fait l'objet de beaucoup de mentions dans un passé récent (p. ex. *Allogamus mendax*), ou des espèces de milieux rares, menacés ou toujours plus isolés, comme les sources (p. ex. *Beraea maurus*, *Beraea pullata*, *Conisorophylax consors*, *Drusus chrysotus*, *Ernodes vicinus*, *Potamophylax nigricornis*, *Synagapetus dubitans*), les bras morts (p. ex. *Leptocerus tineiformis*, *Cyrnus crenaticornis*), les eaux marécageuses (p. ex. *Limnephilus hirsutus*, *Cyrnus insolutus*, *Oligotricha striata*, *Rhadicoleptus alpestris*) ainsi que des espèces qui supportent l'assèchement (p. ex. *Limnephilus auricula*, *L. coenosus*, *L. stigma*). *Lype reducta*, qui colonise le bois mort et s'en nourrit, se voit souvent privée de l'habitat de ses larves suite au «nettoyage» des cours d'eau. Dans les Alpes, toujours plus d'espèces perdent leur habitat suite à l'exploitation de l'eau (énergie hydraulique, tourisme). L'aire de répartition des espèces de l'étage alpin devrait encore se réduire avec le réchauffement climatique (cf. chap. 10.3): *Cryptotrix nebulicola*, *Rhyacophila glareosa*, et probablement aussi *Parachiona picicornis*, espèce des sources.

9.7 Non menacé (LC)

Cette catégorie comprend 101 espèces, soit environ un tiers du total. Elles sont largement répandues en Suisse et ne sont souvent pas étroitement liées du point de vue écologique à un type d'habitat. Il s'agit principalement d'espèces ubiquistes, occupant un large spectre de milieux et pouvant également se développer dans des eaux qui sont loin de l'état naturel. Seules quelques espèces de Trichoptères, comme *Allogamus auricollis* et *Rhyacophila torrentium*, vivent ainsi dans le Rhône et le Tessin qui sont canalisés et soumis à un régime d'éclusées (Frutiger 2004). Dans les cours d'eau canalisés ou comportant des retenues, les espèces profitent d'une offre importante en nutriments. On assiste souvent à la colonisation massive d'espèces qui se nourrissent d'algues ou de détritiques, p. ex. *Hydropsyche incognita*, *H. siltalai*, *Cheumatopsyche lepida*, *Lepidostoma hirtum*, *Tinodes waeneri* et *Psychomyia pusilla*. Leur prédateur, *Rhyacophila dorsalis*, en tire profit. Dans les émissaires des lacs, des colonisations massives de *Neureclipsis bimaculata* peuvent se produire, l'espèce se nourrissant de crustacés planctoniques dérivant dans le courant. De nombreux lacs offrent des conditions de vie similaires. Certaines espèces, telles *Mystacides longicornis*, *M. azurea*, quelques représentants des Hydroptilidés (*Agraylea multipunctata*, *A. sexmaculata*) ainsi que *Polycentropus flavomaculatus* y sont présents en masse.

Une cinquantaine d'espèces tolèrent des changements de température importants ou préfèrent une température de l'eau supérieure à 18° C en été. A l'exception de *Pseudopsilopteryx zimmeri*, qui colonise les petits filets d'eau des sources et les ruisseaux

des Alpes, on ne trouve parmi elles aucune espèce spécifiquement alpine. Les espèces indigènes de *Drusus*, qui vivent principalement dans les Alpes, ne sont représentées dans cette catégorie que par quatre espèces: *D. annulatus*, *D. biguttatus*, *D. discolor* et *D. mixtus*. A l'exception de *D. mixtus* (seulement dans le Jura, relique glaciaire), elles sont présentes de la plaine jusqu'à plus de 2000 m. Les larves de *Enoicyla pusilla* vivent dans la litière de feuillus des forêts humides.

Dans les petits ruisseaux forestiers de plaine qui font partie des habitats les moins dégradés, on retrouve régulièrement *Hydropsyche instabilis*, *Odontocerum albicorne*, *Silo nigricornis*, *Potamophylax cingulatus*, *Chaetopteryx villosa*, *Halesus radiatus*, *Plectrocnemia conspersa* et *Tinodes unicolor*.

9.8 Données insuffisantes (DD)

Onze espèces ont été attribuées à cette catégorie:

Espèces rares mentionnées une seule fois ou qui ont été découvertes dans le cadre de l'établissement de la liste rouge. Pour ces espèces, il n'a pas été possible d'évaluer le degré de menace:

- > *Leptotaulius gracilis* (1983),
- > *Leptocerus lusitanicus* (2004),
- > *Mesophylax aspersus* (1973),
- > *Oecismus monedula* (2002),
- > *Orthotrichia tragetti* (2010),
- > *Polycentropus schmidi* (2004),
- > *Rhyacophila obliterated* (1995),
- > *Stactobia furcata* (1991),
- > *Tinodes assimilis* (2004),
- > Découverte de larves mais pas d'occurrence de l'imago, ce qui ne permet donc pas d'attester l'espèce avec certitude: *Anabolia furcata*,
- > Une seule mention d'une nouvelle espèce récemment décrite: *Allogamus periphetes* (Malicky 2004) dont le locus typicus est le Piémont.

9.9 Non évalué (NE)

Huit espèces n'ont pu être évaluées pour les raisons suivantes:

Drusus chapmani (McLachlan 1901) est vraisemblablement la même espèce que *D. muelleri*, selon Malicky (2005a et b), qui se base sur leur grande concordance morphologique. Les deux espèces ont la même aire de répartition endémique dans les Alpes. Nous n'avons jamais trouvé *D. chapmani*, mais bien *D. muelleri*. Les seules mentions de *D. chapmani* sont de Ris. La dernière remonte à 1906, Val Bedretto.

Drusus improvisus figure dans la banque de données du CSCF avec comme localité Santa Maria dans le Val Müstair; la date de découverte est le 18 septembre 1950 et l'individu signalé, un mâle. L'espèce est endémique en Italie où elle vit dans les sources des Apennins et dans leurs écoulements (Waringer et al. 2008). C'est pourquoi on admet que l'espèce n'est pas présente en Suisse. Il n'a pas été possible de vérifier la détermination de 1950, l'exemplaire en question n'ayant pas pu être retrouvé dans la collection scientifique du Musée de zoologie de Lausanne.

Hydroptila uncinata a été capturée par Ris en mai 1896 dans un ruisseau près de Mendrisio (Ris 1897). Cependant l'exemplaire ne figure pas dans le fonds Ris de la collection entomologique de l'EPF de Zurich. En France (www.opie-benthos.fr) et en Italie, l'espèce est rare du nord au sud, de même qu'en Sardaigne (Cianficconi 2006).

Limnephilus tauricus a été capturée dans des pièges lumineux par L. Rezbanyai-Reser à Hochdorf AG. Les individus récoltés ont été déterminés par Florin et la liste d'espèces a été publiée (Florin 1991). Cependant ici non plus, il n'existe pas d'exemplaire conservé, de sorte que la question de sa présence en Suisse reste ouverte. L'espèce est largement répartie en Europe, mais très sporadique. En Allemagne, (Robert 2003), en Autriche (Malicky 2009) et au Liechtenstein (Aistleitner et Malicky 2009), elle est très rare.

Melampophylax nepos provient de pièges lumineux du haut-marais de Balmoos LU (Florin 1980). Une nouvelle détermination de l'unique exemplaire conservé correspond à *Ecclisopteryx madida*.

Micrasema longulum a été signalée à Schaffhouse par Meyer-Dür (1882) et, plus de 100 ans après, à Flums (Florin 1992). Il n'existe pas d'exemplaires conservés de ces deux mentions. La présence de l'espèce en Suisse reste donc douteuse.

Oxyethira frici a été récoltée par M. Paul dans le Bois de Finges VS en 1889 et 1890 et déterminée par F. Ris (Ris 1893). Cependant aucun exemplaire ne figure dans le fonds Ris de la collection entomologique de l'EPF de Zurich. La présence de l'espèce en Suisse n'a donc pas pu être confirmée. Dans les pays voisins, l'espèce est attestée en France (www.opie-benthos.fr), en Italie (Cianficconi 2006) et en Allemagne, où elle est au bord de l'extinction (Klima 1998).

Oxyethira sagittifera a été décrite par F. Ris (1897). Le mâle capturé le 12 mai 1895 provenait du Hausersee ZH (actuel Husemer-See). Celui-ci manque dans le fonds Ris de la collection entomologique de l'EPF de Zurich, de sorte qu'on n'a pas pu apporter de preuve certaine de sa présence en Suisse. Dans les pays voisins, l'espèce n'est connue qu'en Allemagne, où elle est au bord de l'extinction (Klima 1998).

10 > Interprétation et discussion de la liste rouge des Trichoptères

10.1 Le groupe d'espèces en Suisse

Nous devons les premières connaissances sur la faune des Trichoptères de Suisse au médecin et naturaliste genevois François-Jules Pictet (1834), puis à Rudolf Meyer-Dür qui, à la fin du 19^e siècle, recensait 206 espèces dans son catalogue des espèces «indigènes découvertes» (Meyer-Dür 1882). Grâce au travail de récolte du Zurichois Friedrich Ris, le nombre d'espèces est passé peu de temps plus tard à 231 (Ris 1889). Sa collection se trouve aujourd'hui à l'EPF de Zurich. C'est ensuite Jacques Felber qui publia une liste des Trichoptères de Suisse (1908). Celle-ci, mise à jour d'après une nouvelle nomenclature, comporte 242 espèces. Après la mort de Ris en 1931, les recherches sur la faune des Trichoptères de Suisse ont connu une phase de stagnation jusqu'à ce que Fernand Schmid (1924–1998) reprenne, dans les années 1940, le travail de récolte et décrive de nombreuses espèces (Weaver et Nimmo 1999). En 1974, Sauter recensait 262 espèces. Avant les travaux de l'actuelle liste rouge, plusieurs personnes ont encore contribué à améliorer les connaissances sur les Trichoptères de Suisse. A côté de l'inventaire des Trichoptères de Suisse occidentale (205 espèces) établi par Hubert Buholzer (1978) et Claudine Siegenthaler (1991), les principales connaissances proviennent des pièges lumineux pour les papillons de nuit, posés dans toute la Suisse par Ladislaus Rezbanyai-Reser. Les captures accidentelles de Trichoptères dans ces pièges ont été publiées pour l'essentiel par Hans Malicky et en partie par Janett Florin. Par ce biais, on a également découvert de nouvelles espèces pour la science. Ainsi lors des travaux préparatoires de la liste rouge en 1999, le nombre d'espèces se montait à 303. Actuellement, on en compte 302 et, pour quatre autres, la présence en Suisse reste incertaine. Cela représente à peine le tiers de la faune européenne (Malicky 2005a). L'ordre de grandeur est le même pour l'Allemagne avec 315 espèces (Robert 2007) et pour l'Autriche avec 308 (Malicky 2009). En Italie (416 espèces, selon Cianficconi 2006) et en France (432 espèces, www.opie-benthos.fr), le nombre est sensiblement plus élevé du fait de la présence d'espèces méditerranéennes.

Les cartes de distribution actualisées des espèces de Trichoptères sont disponibles sur le serveur cartographique du centre national CSCF (www.cscf.ch).

10.2 Degré de menace

L'analyse des données a conduit à l'inscription dans la liste rouge des espèces qui ont une aire de répartition restreinte. Parmi elles figurent en particulier les espèces dont l'habitat a été détruit ou a subi d'importantes modifications qualitatives. Les espèces qui atteignent en Suisse la limite de leur aire de répartition comptent également parmi

les espèces menacées. Cela concerne quelques espèces nordiques et méditerranéennes, les Alpes formant une barrière naturelle de distribution.

Avec 147 espèces menacées (50 %), la situation en Suisse est aussi préoccupante qu'en Allemagne (48 %) et en Autriche (50 %).

Sont particulièrement concernées:

- > Les espèces des grands cours d'eau du Plateau comme *Brachycentrus maculatus*, *Ceraclea riparia*, *Chimarra marginata*, *Hydropsyche exocellata*. Les espèces encore présentes n'existent plus qu'en petites populations très morcelées. On manque de zones alluviales, dont les milieux aquatiques diversifiés constituent l'habitat des larves pour beaucoup d'espèces (Arscott et al. 2005).
- > Espèces des sources et de leurs écoulements comme *Adicella filicornis*, *Apatania* spp., *Catagapetus nigrans*, *Diplectrona atra*, *Drusus alpinus*, *Rhyacophila bonaparti* et *R. philopotamoides*. Les espèces des sources souffrent en particulier de la destruction de leurs milieux naturels, de l'isolement qui en découle et de la forte pression qu'ils subissent.
- > Les espèces des petits ruisseaux propres comme *Lithax obscurus*, *Wormaldia mediana*, *Adicella reducta*, *Tinodes pallidulus*, *Stenophylax mucronatus*, *Tinodes luscinia*, *Notidobia ciliaris*. Les ruisseaux propres et sans aménagement sont devenus rares en particulier sur le Plateau et dans le sud du Tessin. Les Trichoptères représentent une importante source de nourriture pour les poissons des rivières comme la truite (Fochetti et al. 2008). Or les ruisseaux propres sont souvent utilisés comme «ruisseaux d'élevage» pour les jeunes truites. La densité de poissons y est donc artificiellement élevée et les invertébrés, plus particulièrement les Trichoptères, sont par conséquent décimés.
- > Les espèces des eaux marécageuses comme *Agrypnia obsoleta*, *Limnephilus elegans*, *Triaenodes bicolor*, *Hagenella clathrata*, *Limnephilus binotatus*, *L. elegans*, *L. griseus*, *Oligostomis reticulata*, *Holocentropus dubius*. Le recul des marais, leur isolement et leur assèchement croissant sont un problème pour les espèces spécialisées de ces milieux.
- > Espèces des lacs, mares et étangs: Dans la zone riveraine des lacs de barrage, la faune et la flore autochtones ne peuvent se développer en raison des variations extrêmes du niveau de l'eau. Il en va différemment pour les lacs de montagne, parfois marécageux, qui offrent des habitats favorables aux espèces telles que *Acrophylax zerberus*, *Limnephilus italicus*, *L. coenosus*, *L. bipunctatus*. C'est pourquoi l'empoisonnement, notamment avec la truite canadienne (*Salvelinus namaycush*), est moins problématique pour les lacs de barrage que pour les lacs de montagne qui étaient à l'origine dépourvus de poissons.

Les eaux stagnantes de basse altitude, particulièrement les petits lacs dont le bassin versant est exploité intensivement, continuent de souffrir de l'eutrophisation. L'amélioration actuelle de la qualité de l'eau dans les grands lacs du Plateau risque d'être insuffisante à elle seule pour permettre le retour de *Mystacides nigra* ou *Ceraclea senilis*, les milieux appropriés – des berges naturelles – manquent encore trop souvent.

Un problème général qui touche toutes les eaux des régions de plaine est celui de l'apport diffus d'engrais et de pesticides. Ceux-ci peuvent avoir des effets toxiques même à de faibles concentrations, notamment pour les Trichoptères (Liess 2001, Berenzen et al. 2001).

Si des efforts significatifs ne sont pas entrepris à tous les échelons de la protection des eaux, la situation de ces espèces pourrait encore se détériorer (cf. chap. 2).

10.3 Influences possibles du changement climatique

L'ampleur du réchauffement et des effets sur l'eau ont été abordés aux chapitres 6.3 et 8.3. Les premières observations montrent que la zonation longitudinale des Trichoptères a également commencé à se décaler vers des altitudes supérieures. Ainsi ces dernières années, *Mystacides azurea* a de plus en plus colonisé les petits affluents autrefois frais du Rhin comme le Magdenerbach, la Sissle et l'Etzgerbach. Une évolution de la composition de la biocénose y est donc probable, comme cela a été mis en évidence récemment dans le Rhône (Daufresne et al. 2007).

Dans les Alpes, on s'attend aux mêmes effets pour les Trichoptères que pour les Plécoptères: les aires de distribution des espèces sténothermes d'eau froide (p. ex. *Acrophylax zerberus*) s'amenuiseront probablement, les espèces de plaine migreront vers l'amont (Oertli et al. 2008). Pour les espèces boréo-alpines des marais, en particulier pour celles du Jura, le risque d'extinction devrait encore s'accroître, car elles n'ont pas la possibilité de coloniser de nouveaux habitats plus en altitude.

Au Tessin, il faut en outre s'attendre à ce que des espèces méridionales eurythermes comme *Allogamus antennatus*, *Anabolia lombard* et *Beraemyia squamosa* se répandent de plus en plus. Il faudra compter aussi avec l'arrivée de nouvelles espèces.

Le réchauffement climatique global augmente la probabilité que des espèces exotiques envahissantes se propagent rapidement et s'installent. On s'attend à ce qu'ils concurrencent sévèrement les espèces indigènes et à ce que la pression de la prédation se renforce (Rahel et Olden 2008). Les premières observations sur le lac Léman confirment cette tendance (Crozet et Reymond 2006). La «crevette tueuse» *Dikerogammarus villosus* y a évincé les espèces indigènes de gammares des zones riveraines peu profondes. Les Trichoptères sont des proies tout indiquées de *D. villosus* (Schröder 2005).

> Annexes

A1 Nomenclature et taxinomie

A1-1 Ephémères (Ephemeroptera)

La liste rouge de 1994 (Sartori et al. 1994) mentionnait la présence de 82 espèces pour la faune suisse. L’atlas de distribution paru quelques années après (Sartori et Landolt 1999) faisait état de 85 espèces. La présente liste rouge signale 87 espèces, mais ce nombre cache des changements plus importants qu’une simple augmentation de deux espèces durant les dix dernières années.

Depuis 1999, la présence des quatre espèces suivantes a été signalée en Suisse:

Espèce	référence
<i>Metreletus balcanicus</i> (Ulmer 1920)	(Reding 2006)
<i>Baetis pentaplebodes</i> Ujhelyi, 1966	(Wagner et al. 2011)
<i>Habrophlebia eldae</i> Jacob et Sartori, 1984	(Wagner et al. 2007)
<i>Habrophlebia fusca</i> (Curtis 1834)	(Wagner in prep.)

De plus, les changements nomenclaturaux suivants sont intervenus:

Nomenclature 1999	Nomenclature 2010	référence
<i>Epeorus sylvicola</i> (Pictet 1865)	<i>Epeorus assimilis</i> Eaton, 1885	(Thomas et al. 2000)
<i>Rhithrogena colmarsensis</i> Sowa, 1984	<i>Rhithrogena dorieri</i> Sowa, 1971	Présent travail
<i>Rhithrogena endenensis</i> Metzler, Zomka et Zurwerra, 1985	<i>Rhithrogena puthzi</i> Sowa, 1984	Présent travail
<i>Rhithrogena iridina</i> (Kolenati 1839)	<i>Rhithrogena picteti</i> Sowa, 1971	(Sowa et Degrange 1987)

Thomas et al. (2000) ont suggéré que l’espèce *E. sylvicola*, décrite d’Espagne, était probablement un endémique ibérique et que la mise en synonymie avec *E. assimilis* était fautive (Puthz 1973). L’espèce décrite par Eaton a donc été revalidée.

Bien que Sowa et Degrange (1987) aient proposé depuis longtemps que les populations d’Europe de l’Ouest connues sous le nom de *Rh. iridina* n’appartenait en fait pas à l’espèce *Rh. picteti*, nous n’en avons jamais été entièrement convaincus, les caractères discriminants nous semblant trop instables. Depuis, il est apparu plus clairement que ces deux populations sont bel et bien distinctes et forment deux espèces jumelles mais différentes (Eiseler et Haybach 2006, Voigt et al. 2006).

Les larves de *Rhithrogena colmarsensis* et *Rh. dorieri* se distinguent aisément de toutes les autres espèces du groupe de *Rh. semicolorata*, car la face dorsale des fémurs ne

possède pas la tache arrondie foncée de ces dernières. Le principal caractère permettant de séparer les larves de *Rh. colmarsensis* de celles de *Rh. dorieri* est la forme de la plica de la première paire de branchies, à marge antérieure convexe chez la première, concave chez la deuxième (Studemann et al. 1992; Bauernfeind et Humpesch 2001). Les deux types de plicas se retrouvant dans bien des populations et ce caractère n'étant malheureusement pas constant, la détermination des larves de ces espèces n'est que rarement concluante. Les œufs des deux taxa sont de plus indiscernables (Wagner 2005). Quant aux adultes, le caractère consistant à déterminer si l'épine latérale des lobes péniens est visible (*Rh. colmarsensis*) ou invisible (*Rh. dorieri*) en vue ventrale est trop tributaire de la position de la pièce lors de l'observation. Cette absence de caractères morphologiques stables et constants est de plus renforcée par les analyses génétiques (Vuataz et al. 2011) qui montrent, tant sur un gène nucléaire que mitochondrial, que les individus provenant des deux localités typiques ne diffèrent pratiquement pas, certains d'entre eux partageant de plus le même haplotype! Au vu de ces résultats nous proposons donc la synonymie nouvelle suivante:

***Rhithrogena colmarsensis* Sowa, 1984 = *Rhithrogena dorieri* Sowa, 1971 syn. nov.**

Les différences permettant de séparer *Rh. endenensis* de *Rh. puthzi* au stade larvaire sont encore plus ténues. Décrites à quelques mois d'intervalle, la première de Suisse la seconde d'Autriche, les caractères proposés par les auteurs suisses (Metzler et al. 1985b,a) sont constitués par la forme des dents des peignes couvrant la galea-lacinia, supposés être arrondis chez *Rh. puthzi* et pointus chez *Rh. endenensis*, de même que par l'incisive de la mandibule, plus longue chez *Rh. puthzi* que chez *Rh. endenensis*. Le premier caractère s'est vite avéré être un artefact lié à l'usure plus ou moins grande des peignes; quant au deuxième, des montages de diverses populations ont montré l'existence de formes intermédiaires. Quant aux mâles adultes, ils sont indifférenciables (Studemann et al. 1992). Cette absence de caractères discriminants avait déjà conduit Bauernfeind et Humpesch (2001) à traiter les deux espèces ensemble. D'ailleurs plusieurs auteurs ont émis des doutes sur la validité de *Rh. endenensis* (Weichselbaumer 1997, Dorn 1999, Haybach et Malzacher 2003, Weichselbaumer et Hutter 2007). Les analyses génétiques (Vuataz et al. 2011) ne laissent que peu de place au doute et semblent donc confirmer la synonymie entre les deux espèces:

***Rhithrogena endenensis* Metzler, Tomka et Zurwerra, 1985 = *Rhithrogena puthzi* Sowa, 1984 syn. nov.**

A1-2 Plécoptères (Plecoptera)

La nomenclature suit celle du projet Fauna Europaea de l'Union européenne, qui peut être consultée sur le site internet de Fauna europaea (Fochetti 2010). La synonymie peut également être consultée en ligne sur le site <http://plecoptera.speciesfile.org> (DeWalt et al. 2010).

Depuis la parution de la clé de détermination d'Aubert en 1959, quelques espèces ont été décrites ou nouvellement attestées pour la Suisse:

<i>Brachyptera braueri</i> (Klapalek 1900)	Aubert (1985)
<i>Chloroperla susemicheli</i> Zwick 1967	Aubert (1986)
<i>Isoperla carbonaria</i> Aubert 1953	Aubert (1986)
<i>Isoperla orobica</i> Ravizza 1975	Aubert (1986)
<i>Isoperla oxylepis</i> (Despax 1936)	Knispel et al. (1998)
<i>Leuctra ameliae</i> Vinçon 1996	Knispel et al. (1998)
<i>Leuctra elisabethae</i> Ravizza 1985	Aubert (1986)
<i>Leuctra festai</i> Aubert 1954	Projet liste rouge
<i>Leuctra pseudorosinae</i> Aubert 1954	Aubert (1986)
<i>Leuctra ravizzai</i> Ravizza Dematteis et Vinçon 1994	Knispel et al. (1998)
<i>Leuctra subalpina</i> Vinçon, Ravizza et Aubert 1995	Knispel et al. (1998)
<i>Leuctra vinconi aubertorum</i> Ravizza et Ravizza Dematteis 1994	Aubert (1996)
<i>Leuctra zwicki</i> Ravizza et Vinçon 1991	Knispel et al. (1998)
<i>Nemoura palliventris</i> Aubert 1953	Aubert (1986)
<i>Nemoura pesarinii</i> Ravizza et Ravizza Dematteis 1979	Projet liste rouge
<i>Protonemura algovia</i> Mendl 1968	Aubert (1986)
<i>Rhabdiopteryx harperi</i> Vinçon et Muranyi 2009	Vinçon et Muranyi (2009)
<i>Taeniopteryx nebulosa</i> (Linnaeus 1758)	Projet liste rouge

A1-3 **Trichoptères (Trichoptera)**

La nomenclature utilisée s'appuie sur Malicky (2005a et b). Les problèmes de détermination proviennent principalement du fait que, d'une part, toutes les larves ne sont pas décrites, d'autre part, les femelles de certaines espèces ne sont pas encore connues.

Selon Malicky (2005b), les principaux problèmes taxonomiques se posent avec:

- > *Agapetus fuscipes*, *Wormaldia*, *Philopotamus*, *Hydropsyche* (apparentée à *pellucidula*; en Suisse, distinction entre *H. incognita*, *H. pellucidula*): toutes les espèces indiquées dans ce genre devraient être révisées.
- > *Chaetopteryx*: la délimitation des espèces apparentées à *villosa* est en partie incertaine. En Suisse, seule *Chaetopteryx villosa* est présente, cependant on ne peut exclure des changements en cas de révision du genre.
- > *Apatania*: les espèces parthénogénétiques sont mal connues et devraient être révisées. En Suisse, cela concerne *A. helvetica* (McLachlan 1866) et *A. muliebris* McLachlan, 1866. L'espèce décrite plus tard, *A. muliebris* McLachlan 1880, est la même espèce que *A. helvetica*. Alors que dans la clé des imagos cette distinction est prise en compte, ce n'est pas le cas dans la clé des larves (Waringer et Graf 1997). On y considère *A. helvetica* comme la forme locale de *A. muliebris*.
- > *Sericostoma*: la plupart des espèces, principalement en Europe continentale, sont pour le moment indéterminables en raison de la variabilité des rares critères de distinction. En Suisse, cela concerne *S. personatum* et *S. flavicorne*. Lors de la détermination, nous nous en sommes tenus à l'hypothèse de travail proposée par Malicky, qui admet comme mâles de «*personatum*» ceux qui présentent de petits palpes maxillaires et comme mâles de «*flavicorne*» ceux qui ont de grands palpes maxillaires. Les larves ne sont pas distinguables.

Les femelles des genres suivants sont mal connues et ne sont souvent pas distinguables:

- > *Hydroptila*, *Stactobia*, *Wormaldia*, *Cyrnus*, *Polycentropus*, *Plectrocnemia*, *Tinodes*, *Lype*, *Micrasema*, *Silo*, *Adicella*, *Hydropsyche*, *Diplectronea*, *Potamophylax cingulatus* et *P. latipennis*.

A2 Processus d'établissement de la liste rouge EPT

A2-1 Données de base

Les données de base utilisées pour la liste rouge proviennent de la banque de données du CSCF. En 2010, cette dernière comportait 25 162 entrées pour les Ephemeroptera, 51 371 pour les Trichoptera et 28 647 pour les Plecoptera. Les données proviennent de la littérature, des collections des musées, des collections privées, des recensements effectués lors de recherches sur la biologie aquatique (p. ex. par les cantons) et, à partir de 2001, également du projet de liste rouge.

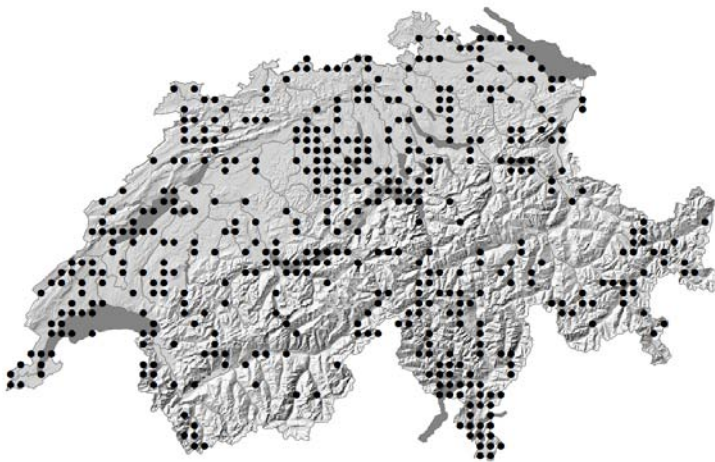
La validité scientifique de la banque de données du CSCF a été testée et les espèces douteuses, vérifiées autant que possible.

A2-2 Travaux de terrain

A2-2.1 Sélection des milieux aquatiques

Les travaux de récolte pour la liste rouge des Ephémères, Plécoptères et Trichoptères ainsi que pour celle des Mollusques aquatiques se sont déroulés de 2001 à 2006 (projet MEPT). Toutes les régions biogéographiques, tous les types de milieux aquatiques et les altitudes ont été pris en considération (fig. 19). Les régions et les habitats sous-représentés ou manquants dans la banque de données ont fait l'objet d'une attention spéciale. Le CSCF a fourni les bases de données et de cartographie. De plus, certaines des anciennes localités d'espèces rares ou disparues ont été revisitées, même si cela ne s'est pas fait systématiquement pour toutes les espèces en question. En se basant sur les différences phénologiques entre espèces, et de façon à récolter autant que possible en un lieu les stades larvaires matures de même que les adultes, les mêmes localités ont été visitées quatre fois entre mars et octobre (trois fois dans les Alpes en raison de la saison chaude plus courte).

Pour l'ensemble du projet MEPT, 638 localités sur les cours d'eau, 140 dans les marais et 728 sur les grands lacs ont été visitées.

Fig. 19 > Emplacements visités lors des campagnes de terrain LR 2001–2006 en Suisse*Distribution des stations du projet Listes rouges EPT regroupées par carrés de 5x5km.*

© CSCF

A2-2.2 Méthodes de récolte

Le projet a été élaboré de manière à pouvoir récolter les Mollusques aquatiques en même temps que les Ephémères, Plécoptères et Trichoptères. Dans ce but, un test a été effectué en 2001 dans divers milieux tels que marais, sources, lacs et cours d'eau. Sur la base des résultats obtenus, les méthodes suivantes ont été retenues dans la procédure définitive de récolte des larves, imagos et mollusques des eaux de faible profondeur:

- > Kick-sampling (récolte systématique d'organismes) au moyen d'un filet à main (largeur de maille de 500 µm maximum) pour tous les substrats, également pour les herbiers aquatiques. Le contenu du filet est transféré dans une cuvette de laboratoire blanche (env. 30 x 40 cm) où les animaux bien visibles à l'œil nu sont récupérés au moyen d'une pincette en acier. Le reste de l'échantillon est ensuite débarrassé des particules grossières et conservé dans des récipients de 5 dl pour un examen ultérieur à la loupe binoculaire, effectué en laboratoire.
- > On sépare les animaux des cailloux, bois mort et des autres matériaux solides au moyen d'une pincette ou d'un brossage dans un bac de décantation.
- > Dans les petits plans d'eau (sources, filets d'eau de source), la récolte se fait à la main au moyen d'une épuisette ou d'un tamis.
- > Capture diurne des imagos au moyen d'un filet robuste tendu à travers la végétation, d'une épuisette à long manche ou d'un parapluie japonais; récolte complémentaire à la main des imagos, sous les pierres, dans la végétation, sur les arbres ou les murs.
- > Piège lumineux: la plupart des Trichoptères volent la nuit et sont attirés par la lumière. Peu d'espèces d'Ephémères sont concernées – elles appartiennent principalement aux genres *Caenis* et *Ephemerella* – et presque aucune chez les Plécoptères. Font exception *Perlodes dispar* et *Isoperla obscura*, espèces actives la nuit. Les captures au piège lumineux ont eu lieu au moins une fois par an dans le plus d'emplacements possibles.

- > On a utilisé une «tour lumineuse», composée d'un filet de forme cylindrique suspendu à un pied et à l'intérieur duquel se trouvait une lampe à fluorescence à forte émission d'UV, alimentée par piles. Les insectes pouvaient ainsi être récoltés de manière ciblée à l'extérieur du filet. On a également posé des pièges lumineux simples, à piles, équipés d'un interrupteur automatique et qui étaient vidés tous les matins. Ils comportaient une cuvette blanche de laboratoire, remplie d'eau. Quelques gouttes de produit à vaisselle suffisaient à mouiller les insectes et à empêcher qu'ils ne s'envolent. Une lampe à fluorescence était fixée diagonalement au-dessus de la cuvette (comme décrit plus haut).

Sur les lacs, on a également recouru à des bateaux:

- > Pour l'exploration de la zone profonde, on a utilisé un grappin de fond avec lequel on a ramené à la surface les sédiments mous d'une profondeur comprise entre 5 et 253 m environ. Après séparation des sédiments fins au moyen d'un tamis (largeur de maille de 500 μm), le traitement de l'échantillon s'est déroulé comme pour le kick-sampling.
- > Sur les sédiments grossiers des lacs, l'utilisation du grappin de fond n'était pas possible. On a alors recouru à un plongeur qui a récolté les animaux au sol, à une profondeur de 5 à 10 m, avec un filet à main (500 μm). Les cailloux ont été brossés et les plantes secouées dans le filet de manière à pouvoir récupérer les animaux qui s'en détachaient. Les moules et les mollusques de bonne taille ont été recherchés directement par le plongeur.

A2-3 Traitement des échantillons

A2-3.1 Conservation et archivage

Les échantillons récoltés pour le triage en laboratoire ont été conservés le plus souvent dans de l'éthanol concentré, jusqu'au moment du traitement. Les animaux capturés à la main ont été tués dans de l'éthanol à 80 % et conservés pour l'archivage et la détermination. Chaque échantillon a été muni d'une étiquette de localité où ont été reportés la description du milieu aquatique et du lieu de capture, les coordonnées exactes, l'altitude, la date et le nom de la personne qui l'a collecté.

Les animaux déterminés ont été placés dans des tubes à essais, fermés par un coton, et étiquetés selon l'espèce, le lieu et la date. Les tubes ont eux-mêmes été déposés dans un plus grand récipient, également rempli d'éthanol. Tous les animaux récoltés ont été remis pour archivage à la collection scientifique du Musée de zoologie de Lausanne.

A2-3.2 Détermination

Pour la détermination, on a utilisé une loupe binoculaire avec un grossissement de 40x à 400x et, pour les préparations microscopiques, un microscope lumineux. Les pointes abdominales des espèces minuscules de la famille des Hydroptilidae ont été préalablement macérées dans de l'acide lactique ou de la potasse caustique (KOH). La détermi-

nation s'est basée sur les ouvrages indiqués dans la bibliographie. Les observations ont été annoncées au CSCF et intégrées à la banque de données nationale.

A2-4 Processus d'attribution du statut de menace

A2-4.1 Méthode CSCF

L'UICN propose cinq familles de critères (A–E) pour classer les espèces dans les différentes catégories de menace. Trois (A, C et D) font appel à une estimation quantitative, constatée ou non, du nombre (C et D) ou de la réduction du nombre (A) d'individus matures de chaque espèce dans la région considérée. La quatrième famille (E) fait appel à des modèles prédictifs de dynamique des populations exigeant un niveau très élevé de connaissances préalables (courbe de mortalité, taux d'émigration et d'immigration par ex.)

Choix des familles de critères

Pour des raisons pratiques évidentes (limite des moyens humains et financiers, limites méthodologiques et logistiques), ces quatre familles de critères ne sont que rarement applicables aux invertébrés (elles le sont éventuellement pour des espèces très rares à populations bien circonscrites et isolées). Elles ont donc été écartées au profit de l'analyse de l'évolution récente de la répartition géographique des espèces (B) et plus particulièrement de leur zone d'occupation (critère B2 a – c). Soulignons que le recours aux critères de cette famille est plus direct, et donc préférable, à l'extrapolation de la baisse des effectifs de la population des espèces étudiées à partir de la réduction de leur aire d'occurrence ou d'occupation (critères A1c ou A2c p. ex.)

Afin de fournir aux experts un premier statut provisoire de chacune des espèces considérées (voir plus loin), basé sur le critère B2 de l'UICN (zone d'occupation), une méthode automatisée et standardisée a été développée. Pour les espèces des eaux courantes, celle-ci tient compte de la nature linéaire des cours d'eau qui s'accommode mal des critères surfaciques stricts tels que définis par l'UICN (Fivaz et al. en préparation). Pour les espèces des eaux stagnantes, la somme des surfaces des plans d'eau colonisés a été retenue, à l'exception des lacs où la surface a été considérée uniquement jusqu'à la profondeur maximale observée pour chaque espèce. Les deux résultats ont été additionnés pour les espèces des eaux courantes et stagnantes.

Procédure de révision du statut de liste rouge des espèces

Deux étapes successives ont été appliquées. Dans un premier temps, un modèle statistique a été utilisé pour prédire la distribution potentielle (au sens de Guisan et Zimmermann 2000) pour chaque espèce. Celui-ci définit l'enveloppe «écologique» dans laquelle cette dernière peut potentiellement se développer. Dans un deuxième temps, cette aire a été limitée spatialement en fonction de la répartition actuelle observée.

Définition de la zone d'occupation de chaque espèce (eaux courantes)

Le modèle statistique a été défini à l'aide de l'ensemble des données précises à disposition dans la base de données du CSCF. Il a été appliqué à l'ensemble des cours d'eau du modèle du territoire VECTOR25 de SwissTopo en prenant en compte douze variables pour chacun des tronçons (minimum, maximum, moyenne et écart-type pour l'altitude, la pente et le débit spécifique). La méthode statistique utilisée est décrite dans Leathwick et al. (2005). Les résultats des modèles statistiques étant des probabilités

(entre 0 et 1), un seuil à partir duquel les tronçons sont déclarés «potentiellement favorables» a été défini en prenant la valeur minimale englobant 95 % des probabilités obtenues pour les tronçons où une observation a effectivement été faite.

La distribution potentielle a été contrainte géographiquement en conservant uniquement les tronçons dans les bassins versants situés dans un rayon de 5 km (en règle générale les affluents) autour des points d'observation relevés après 1980 (Trichoptères et Plécoptères) et 1990 (Ephémères).

Afin de convertir les longueurs de rivières en surfaces et respecter les critères de l'UICN, la somme des longueurs des tronçons potentiellement favorables selon le modèle statistique a été divisée par la somme des longueurs de l'ensemble des tronçons dans les bassins versants retenus. Ce rapport a été multiplié par la somme des surfaces de ces bassins versants pour obtenir la zone d'occupation de chacune des espèces et en déduire le statut de menace provisoire selon le critère B2 (< 2000 km²: VU, < 500 km²: EN, < 50 km²: CR, 0 km²: RE).

Le statut provisoire attribué aux espèces grâce à l'analyse initiale, cohérent et très structurant, a été examiné à l'aide de critères complémentaires afin de:

- > confirmer le statut d'une espèce menacée (CR, EN, VU);
- > justifier le changement de catégorie de menace d'une espèce vers une catégorie supérieure ou inférieure;
- > justifier l'attribution d'une espèce à la catégorie potentiellement menacée (NT).

Les critères utilisés pour chaque espèce se basent principalement sur les critères B2 de l'UICN (2001). Ceux-ci considèrent l'analyse de l'évolution récente de la répartition géographique des espèces et plus particulièrement de leurs zones d'occupation (critères B2a-b). Un déclin continu peut-être constaté, déduit ou prévu:

- > déclin de la zone d'occurrence par rapport à la distribution historique maximale (B2b i);
- > déclin de la zone d'occupation (B2b ii). Ce critère utilise le rapport entre les aires d'occupation récente et totale selon l'analyse du CSCF;
- > niveau de précarité des habitats principaux. Il peut s'agir du déclin de la superficie, de l'étendue et/ou de la qualité de l'habitat (B2b iii). Ce critère fait appel aux connaissances de terrain des spécialistes;
- > degré de fragmentation des populations nationales (B2b iv). Ce critère est évalué notamment par analyse visuelle des cartes de distribution;
- > zone d'occupation gravement fragmentée ou espèce présente dans une seule localité (EN 5, VU 10) (B2a).

Le critère UICN B2biii peut être affiné selon Ludwig et al. (2006), qui considèrent d'une part des menaces directes (D) concrètes et prévisibles, liées à l'activité humaine, pouvant mener à la réduction des habitats (corrections de cours d'eau, modification des débits...), et d'autre part des menaces indirectes (I) concrètes et prévisibles, liées à l'activité humaine, pouvant mener à la perte d'habitats (dégradation de la qualité des habitats, pollution). Cette distinction a été considérée de manière secondaire dans le

Adaptation du statut de liste rouge sur la base des critères complémentaires

classement des espèces et n'apparaît pas dans les listes des espèces et catégories de menaces.

Les critères pouvant permettre le «déclassement» d'une espèce (changement de catégorie de menace vers une catégorie inférieure) sont notamment:

- > expansion de l'aire d'occupation;
- > expansion à d'autres habitats principaux (par ex. colonisation de petits cours d'eau forestier).

Suite à l'application de ces critères complémentaires, 17 espèces d'Ephémères ont été classées dans une catégorie de menace plus élevée, deux dans une catégorie de menace plus faible et 59 espèces ont été maintenues dans leur catégorie initiale.

Ephémères

Suite à l'application de ces critères complémentaires, douze espèces de Plécoptères ont été classées dans une catégorie de menace plus élevée, 3 dans une catégorie de menace plus faible et 93 espèces ont été maintenues dans leur catégorie initiale.

Plécoptères

Suite à l'application de ces critères complémentaires, 25 espèces ont été attribuées à une catégorie de menace plus élevée et huit à une catégorie de menace plus faible. Quatre espèces ont été classées dans la catégorie DD. Le modèle a classé 285 espèces.

Trichoptères

A2-4.2 Exemples de reclassement sur la base des critères complémentaires

Rhithrogena germanica a une aire d'occupation actuelle qui justifierait son classement dans la catégorie VU. Or l'espèce n'a été retrouvée qu'accidentellement depuis 20 ans alors que sa répartition était bien documentée. Une partie des stations bien colonisées dans le passé ont été revisitée en vain. Son reclassement en catégorie CR se justifie donc largement.

Potamanthus luteus est une espèce liée aux grandes rivières de plaines. Son aire d'occupation lui a d'abord valu le classement en catégorie VU. Pourtant, une analyse plus fine montre qu'elle est non seulement présente dans une bonne partie des biotopes lui convenant et qu'elle supporte bien des eaux de qualité diverses, mais qu'en plus elle a été trouvée dans quelques stations lacustre. Elle a donc été mise en catégorie NT.

Besdolanus imhoffi présente une aire d'occupation suffisante (553 km²) pour être classée initialement dans la catégorie vulnérable (VU). Cette espèce vivant au siècle passé dans les grands cours d'eau de plaine du Plateau et du Jura a vu son aire d'occupation régresser fortement et n'est plus présente aujourd'hui que dans l'Aar et le Doubs. Cette situation justifie son classement dans la catégorie de menace plus élevée EN.

Nemoura uncinata a une aire d'occupation actuelle qui justifierait son classement dans la catégorie VU. La forte fragmentation de celle-ci, ainsi que la précarité de ses habitats principaux face aux activités humaines justifie son classement dans la catégorie de menace plus élevée EN.

Leuctra meridionalis est une espèce du sud des Alpes ayant une aire d'occupation limitée qui l'a tout d'abord classé dans la catégorie de menace VU. Le nombre de localités a cependant augmenté significativement durant le projet de LR, d'où son classement dans la catégorie de menace inférieur NT.

Rhadicoleptus ucenorum est une espèce endémique des Alpes dont l'aire de répartition européenne est très faible. En Suisse, les deux seules mentions récentes proviennent de marais alpins. Les marais sont des milieux généralement menacés, ce qui justifie son reclassement dans une catégorie de menace plus élevée, CR au lieu de EN.

Rhyacophila rectispina est une espèce endémique (du sud) des Alpes dont l'aire de répartition atteint le nord de l'Italie. En Suisse, les localités sont concentrées au Tessin, où l'espèce a été fréquemment trouvée dans les petits ruisseaux et les ruisselets de sources. Cette situation, associée au fait que l'aire de répartition s'étende jusqu'au nord de l'Italie, explique le déclassement de VU en NT.

A3 Les listes rouges de l'UICN

A3-1 Principes

L'UICN établit depuis 1963 des listes rouges d'espèces animales ou végétales menacées au niveau mondial. Pour y parvenir, elle répartit les espèces dans diverses catégories de menace sur la base de critères préétablis. Assez subjectifs, ces critères choisis dans les années 1960, ont été révisés en 1994 afin d'obtenir un système plus objectif de classification des espèces, basé sur des directives claires, assurant une meilleure cohérence entre les listes dressées par des personnes différentes dans des pays différents et facilitant ainsi la comparaison à grande échelle et dans le temps (listes révisées).

Les listes rouges de l'UICN sont uniquement basées sur l'**estimation de la probabilité d'extinction** d'un taxon dans un laps de temps donné. A l'échelle d'un pays, elles expriment donc la probabilité d'extinction d'une espèce dans ses limites territoriales. Si l'unité taxinomique la plus souvent utilisée est l'espèce, cette estimation peut s'appliquer à toute entité de niveau taxinomique inférieur.

Cette procédure ne doit pas être confondue avec le choix de priorités nationales en matière de conservation des espèces. Celui-ci est en effet tributaire d'autres facteurs, comme la responsabilité du pays concerné pour la conservation d'une espèce.

Les critères adoptés par l'UICN pour répartir les espèces dans les différentes catégories de menace sont **quantitatifs** et sont reconnus pour avoir une influence déterminante sur leur probabilité d'extinction. Pour une période et une région données, ils touchent à la taille ou aux fluctuations de taille des populations, à la surface ou à la variation de surface de l'aire de distribution (aire d'occurrence) ou au nombre ou à l'évolution du nombre d'unités géographiques qu'elles colonisent (aire d'occupation). A cela s'ajoutent d'autres variables, tels le degré d'isolement ou de fragmentation de leurs populations, la qualité de leurs habitats ou leur éventuel confinement sur de très petits territoires. Le complément d'informations peut englober le recours à l'avis d'experts quand l'application stricte des critères de l'UICN à seuils quantitatifs produit un statut de menace mal justifié. Celui-ci est donc reconsidéré sur la base de critères supplémentaires dans une deuxième étape de l'évaluation.

En 1996, l'UICN publiait une liste rouge de plus de 15 000 espèces établie sur la base de ces critères (Baillie et Groomebridge 1996). Suite aux expériences faites, le système a encore été légèrement révisé. La nouvelle version a été publiée quelques années plus tard (UICN 2001, voir aussi Pollock et al. 2003).

Au départ, ces critères ont été développés pour évaluer le statut mondial des espèces. Pour leur utilisation au niveau régional, l'UICN (2003, SPWG 2010) a publié certaines lignes directrices issues des travaux de Gärdenfors et al. (2001). Le présent document se fonde sur ces considérations et directives de l'UICN qui peuvent être consultés à l'adresse www.iucnredlist.org.

A3-2 Catégories de menace

Les textes de ce chapitre et ceux du chapitre suivant proviennent de l'UICN (2001) et ont été traduits de l'anglais. Pour assurer l'homogénéité des listes rouges de Suisse, les traductions françaises, allemandes et italiennes des catégories de l'UICN ont été maintenues depuis 2001 (www.bafu.admin.ch/listesrouges).

EX (Extinct): éteint

Un taxon est dit *éteint* lorsqu'il ne fait aucun doute que le dernier individu est mort. Un taxon est présumé éteint lorsque des études exhaustives menées dans son habitat connu et/ou présumé, à des périodes appropriées (rythme diurne, saisonnier, annuel), et dans l'ensemble de son aire de répartition historique n'ont pas permis de noter la présence d'un seul individu. Les études doivent être faites sur une durée adaptée au cycle et aux formes biologiques du taxon. Cette catégorie s'applique seulement aux listes mondiales et n'est pas transposable aux listes rouges nationales ou régionales.

EW (Extinct in the Wild): éteint à l'état sauvage

Un taxon est dit *éteint à l'état sauvage* lorsqu'il ne survit qu'en culture, en captivité ou dans le cadre d'une population (ou de populations) naturalisée(s), nettement en dehors de son ancienne aire de répartition. Un taxon est présumé éteint à l'état sauvage lorsque des études détaillées menées dans ses habitats connus et/ou probables, à des périodes appropriées (rythme diurne, saisonnier, annuel), et dans l'ensemble de son aire de répartition historique n'ont pas permis de noter la présence d'un seul individu. Cette catégorie s'applique seulement aux listes mondiales et doit être remplacée par la catégorie **RE** (regionally extinct) dans les listes rouges nationales ou régionales.

RE (Regionally Extinct): éteint en Suisse

Un taxon est dit *éteint en Suisse*, lorsqu'il ne fait aucun doute que le dernier individu adulte a disparu du pays, resp. de la région concernée. Les études doivent être réalisées sur une durée adaptée au cycle et aux formes biologiques du taxon.

CR (Critically Endangered): au bord de l'extinction

Un taxon est dit *au bord de l'extinction* (synonymes: *en danger critique d'extinction* ou *menacé d'extinction*) lorsque les meilleures données disponibles indiquent qu'il remplit l'un des critères A à E correspondant à la catégorie CR (cf. chap. A3-3) et, en conséquence, qu'il est confronté à un risque extrêmement élevé d'extinction à l'état sauvage.

EN (Endangered): en danger

Un taxon est dit *en danger* (synonymes: *très menacé* ou *fortement menacé*) lorsque les meilleures données disponibles indiquent qu'il remplit l'un des critères A à E (cf. chapitre A3-3) correspondant à la catégorie *en danger* et, en conséquence, qu'il est confronté à un risque très élevé d'extinction à l'état sauvage.

VU (Vulnerable): vulnérable

Un taxon est dit *vulnérable* (synonyme: *menacé*) lorsque les meilleures données disponibles indiquent qu'il remplit l'un des critères A à E (cf. chapitre A3-3) correspondant à la catégorie *vulnérable* et, en conséquence, qu'il est confronté à un risque élevé d'extinction à l'état sauvage.

NT (Near Threatened): potentiellement menacé

Un taxon est dit *potentiellement menacé* (synonyme: *quasi menacé*) lorsqu'il a été évalué d'après les critères A à E (cf. chapitre A3-3) et ne remplit pas, pour l'instant, les critères correspondant aux catégories *au bord de l'extinction*, *en danger* ou *vulnérable*, mais qu'il est près de remplir les critères du groupe menacé ou qu'il les remplira probablement dans un proche avenir.

LC (Least Concern): non menacé

Un taxon est dit *non menacé* (synonyme: *de préoccupation mineure*) lorsqu'il a été évalué d'après les critères A à E et ne remplit pas, pour l'instant, les critères correspondant aux catégories *au bord de l'extinction*, *en danger*, *vulnérable* ou *potentiellement menacé*. Dans cette catégorie sont inclus les taxons largement répandus et abondants.

DD (Data Deficient): données insuffisantes

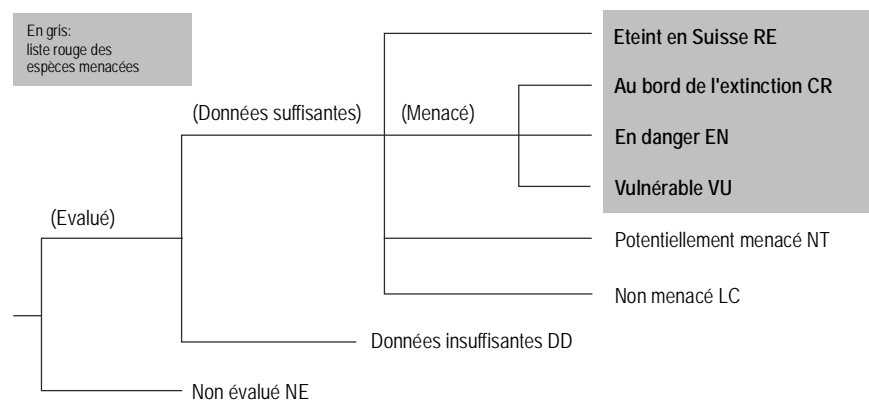
Un taxon entre dans la catégorie à *données insuffisantes* lorsqu'on ne dispose pas d'assez de données pour évaluer directement ou indirectement le risque d'extinction en fonction de sa distribution et/ou de l'état de sa population. Un taxon inscrit dans cette catégorie peut avoir fait l'objet d'études approfondies et sa biologie peut être bien connue, sans que l'on dispose pour autant de données pertinentes sur l'abondance et/ou la distribution. Il ne s'agit donc pas d'une catégorie de menace. L'inscription d'un taxon dans cette catégorie indique qu'il est nécessaire de rassembler davantage de données et n'exclut pas la possibilité de démontrer, grâce à de futures recherches, que le taxon aurait pu être classé dans une catégorie de menace. Il est impératif d'utiliser toutes les données disponibles. Dans de nombreux cas, le choix entre l'attribution d'un statut à données insuffisantes et d'une catégorie de menace doit faire l'objet d'un examen très attentif. Si l'on soupçonne que l'aire de répartition d'un taxon est relativement circonscrite, s'il s'est écoulé un laps de temps considérable depuis la dernière observation d'un taxon, le choix d'une catégorie de menace peut parfaitement se justifier. Il suffit d'ajouter les espèces classées sous «données insuffisantes» (DD) au total des espèces évaluées pour obtenir le nombre d'espèces autochtones (indigènes) connues (remarque de l'OFEV).

NE (not evaluated): non évalué

Un taxon est dit non évalué lorsqu'il n'a pas été confronté aux critères en raison d'incertitudes taxinomiques. Les espèces exotiques (néobiontes), hôtes de passage et espèces migratrices sont aussi laissés de côté avec les espèces non évaluées (remarque de l'OFEV).

La liste rouge proprement dite réunit les espèces des catégories EX (éteint), EW (éteint à l'état sauvage) ou RE (éteint régionalement), CR (au bord de l'extinction), EN (en danger) et VU (vulnérable), alors que la liste des espèces menacées réunit celles des catégories CR, EN et VU uniquement (fig. 20). La catégorie NT (potentiellement menacé) figure entre la liste rouge et la liste des espèces non menacées (LC).

Fig. 20 > Catégories de menace des listes rouges de Suisse



Selon les critères UICN 2001, version 3.1

A3-3 Critères de classement dans les catégories CR, EN et VU

Les critères adoptés pour la classification des espèces dans les catégories CR, EN et VU sont identiques, seuls les seuils varient. Dans ce qui suit, ne sont repris que les textes concernant la catégorie CR et les seuils correspondants des catégories EN et VU.

Un taxon est dit *au bord de l'extinction* (respectivement *en danger* ou *vulnérable*) lorsque les meilleures données disponibles indiquent qu'il remplit l'un des critères suivants (A à E) et, en conséquence, qu'il est confronté à un risque extrêmement élevé (respectivement très élevé ou élevé) d'extinction à l'état sauvage:

A. Réduction de la taille de la population prenant l'une ou l'autre des formes suivantes:

1. Réduction des effectifs $\geq 90\%$ (EN 70 %; VU 50 %) constatée, estimée, déduite ou supposée, depuis dix ans ou trois générations, selon la plus longue des deux périodes, lorsque les causes de la réduction sont clairement réversibles ET comprises ET ont cessé, en se basant sur l'un des éléments suivants (à préciser):
 - a) observation directe;
 - b) indice d'abondance adapté au taxon;
 - c) réduction de la zone d'occupation, de la zone d'occurrence et/ou de la qualité de l'habitat;
 - d) niveaux d'exploitation réels ou potentiels;
 - e) effets de taxons introduits, de l'hybridation, d'agents pathogènes, de substances polluantes, d'espèces concurrentes ou parasites.
2. Réduction des effectifs $\geq 80\%$ (EN 50 %; VU 30 %) constatée, estimée, déduite ou supposée, depuis dix ans ou trois générations, selon la plus longue des deux périodes, lorsque la réduction ou ses causes n'ont peut-être pas cessé OU ne sont peut-être pas comprises OU ne sont peut-être pas réversibles, en se basant sur l'un des éléments a – e mentionnés sous A1 (à préciser).

3. Réduction des effectifs $\geq 80\%$ (EN 50 %; VU 30 %) prévue ou supposée dans les dix années ou trois générations prochaines, selon la période la plus longue (maximum de 100 ans), en se basant sur l'un des éléments b – e mentionnés sous A1 (à préciser).
4. Réduction des effectifs $\geq 80\%$ (EN 50 %; VU 30 %) constatée, estimée, déduite ou supposée, pendant n'importe quelle période de dix ans ou trois générations, selon la plus longue des deux périodes (maximum 100 ans dans l'avenir), la période de temps devant inclure à la fois le passé et l'avenir, lorsque la réduction ou ses causes n'ont peut-être pas cessé OU ne sont peut-être pas comprises OU ne sont peut-être pas réversibles, en se basant sur l'un des éléments a – e mentionnés sous A1 (à préciser).

B. Répartition géographique, qu'il s'agisse de B1 (zone d'occurrence) OU de B2 (zone d'occupation) OU des deux:

1. Zone d'occurrence estimée inférieure à 100 km² (EN 5000 km², VU 20 000 km²) et estimations indiquant au moins deux des possibilités a – c suivantes:
 - a) Population gravement fragmentée ou présente dans une seule localité (EN 5, VU 10)
 - b) Déclin continu, constaté, déduit ou prévu de l'un des éléments suivants:
 - (i) zone d'occurrence
 - (ii) zone d'occupation
 - (iii) superficie, étendue et/ou qualité de l'habitat
 - (iv) nombre de localités ou de sous-populations
 - (v) nombre d'individus matures
 - c) Fluctuations extrêmes de l'un des éléments suivants:
 - (i) zone d'occurrence
 - (ii) zone d'occupation
 - (iii) nombre de localités ou de sous-populations
 - (iv) nombre d'individus matures
2. Zone d'occupation estimée inférieure à de 10 km² (EN 500 km², VU 2000 km²), et estimations indiquant au moins deux des possibilités a – c suivantes:
 - a) Population gravement fragmentée ou présente dans une seule localité (EN 5, VU 10)
 - b) Déclin continu, constaté, déduit ou prévu de l'un des éléments suivants:
 - (i) zone d'occurrence
 - (ii) zone d'occupation
 - (iii) superficie, étendue et/ou qualité de l'habitat
 - (iv) nombre de localités ou de sous-populations
 - (v) nombre d'individus matures

c) Fluctuations extrêmes de l'un des éléments suivants:

- (i) zone d'occurrence
- (ii) zone d'occupation
- (iii) nombre de localités ou de sous-populations
- (iv) nombre d'individus matures

C. Population estimée à moins de 250 individus matures (EN 2500, VU 10 000) et présentant:

1. Un déclin continu estimé à 25 % au moins en trois ans ou une génération, selon la période la plus longue (maximum de 100 ans dans l'avenir) (EN 20 % en cinq ans ou deux générations, VU 10 % en 10 ans ou 3 générations), OU
2. Un déclin continu, constaté, prévu ou déduit du nombre d'individus matures ET l'une au moins des caractéristiques (a, b):
 - a) Structure de la population se présentant sous l'une des formes suivantes:
 - (i) aucune sous-population estimée à plus de 50 individus matures (EN 250, VU 1000) OU
 - (ii) 90 % au moins des individus matures (EN 95 %, VU 100 %) sont réunis en une sous-population
 - b) Fluctuations extrêmes du nombre d'individus matures.

D. Population estimée à moins de 50 individus matures (EN 250).

VU: Population très petite ou limitée, sous l'une ou l'autre des formes suivantes:

1. Population estimée à moins de 1000 individus matures.
2. Population dont la zone d'occupation est très réduite (en règle générale moins de 20 km²) ou le nombre d'habitats très limité (en règle générale 5 au maximum) à tel point que la population est exposée aux impacts d'activités anthropiques ou d'évènements stochastiques sur une très brève période et dans un avenir imprévisible. Par conséquent, elle pourrait devenir CR ou RE en très peu de temps.

E. Analyse quantitative montrant que la probabilité d'extinction à l'état sauvage s'élève à 50 % au moins en l'espace de 10 ans ou 3 générations (EN 20 % en 20 ans ou 5 générations; VU 10 % en 100 ans) selon la période la plus longue (maximum 100 ans).

A3-4 Directives pour établir une liste rouge régionale/nationale

Les critères de l'UICN ont été établis dans le but d'évaluer le degré de menace des espèces sur le plan mondial. Les valeurs seuil proposées pour l'attribution à une catégorie donnée ne sont donc pas toujours adaptées à des unités géographiques de moindre taille telles que continents ou pays. L'UICN a de ce fait initié le développement d'une procédure d'évaluation adaptée à des unités géographiques plus petites (Gärdenfors 2001, Gärdenfors et al. 2001) qui est maintenant officiellement reconnue (UICN 2003).

A l'échelle d'un pays, seules les espèces indigènes et les hôtes réguliers (hivernants p. ex.) doivent être pris en compte. Cette recommandation sous-entend que la mise en évidence des espèces dont les populations sont instables (à reproduction exceptionnelle ou très irrégulière) ou qui ont été introduites dans la région sont un préalable indispensable à toute entrée en matière. Assez aisée à appliquer à la plupart des vertébrés, cette recommandation peut s'avérer beaucoup plus complexe pour certains groupes d'invertébrés. Gärdenfors (2000) a retenu les critères suivants pour la réalisation des listes rouges suédoises dans lesquelles de nombreux groupes d'invertébrés sont traités:

1. l'espèce doit s'être reproduite avec succès dans la région concernée depuis 1800;
2. si l'espèce y a été introduite de manière passive (transport p. ex.), elle doit l'avoir été avant 1900 et sa reproduction subséquente doit y être prouvée;
3. si l'espèce y a été activement introduite, elle doit l'avoir été avant 1800 et doit y avoir développé certaines adaptations locales;
4. les espèces apparues par immigration naturelle (sans intervention humaine) sont prises en compte dès que leur reproduction régulière dans la région est prouvée.

Dans les listes rouges établies, une distinction claire doit être faite entre les espèces reproductrices et les simples hôtes réguliers (non reproducteurs) de la région considérée. Le moyen le plus sûr d'y parvenir est de réaliser deux listes séparées.

Les catégories à utiliser au niveau national ou régional doivent être les mêmes que celles utilisées au niveau mondial, à l'exception de la catégorie *éteint à l'état sauvage* (EW) qui est remplacée par la catégorie *éteint régionalement* (RE). La catégorie *non évaluée* (NE) s'applique également aux hôtes irréguliers et aux espèces récemment introduites.

La procédure proposée passe par deux étapes successives. La première consiste à évaluer le statut de chaque espèce en appliquant les critères UICN comme si la population considérée était la population mondiale. La seconde vise à pondérer le résultat ainsi obtenu par la prise en compte de la situation nationale en considérant la dynamique des populations locales des espèces considérées en fonction de leur degré d'isolement par rapport à celles des pays limitrophes. On part de l'hypothèse que, pour de nombreuses espèces, les populations des pays voisins peuvent alimenter les populations indigènes et diminuer d'autant leur degré de menace. Pour chaque espèce, cette seconde étape peut se traduire par son maintien dans la catégorie initialement définie (espèces endémiques ou dont les populations locales sont isolées p. ex.), par son déclassement (*downgrading*) dans une catégorie de menace moins aiguë (espèces dont les populations locales sont nombreuses et alimentées par les populations des pays limitrophes

et/ou appartenant à une espèce en expansion p. ex.) ou, dans de rares cas, par son surclassement (*upgrading*) dans une catégorie de menace plus aiguë (espèces dont les populations locales sont en régression bien qu'alimentées par celles des régions limitrophes p. ex.).

L'hypothèse sur laquelle repose cette procédure n'est toutefois plausible que pour des espèces à fort pouvoir de dispersion et/ou susceptibles de trouver dans la région concernée une densité suffisante d'habitats dont la qualité répond à leurs exigences. Or l'expérience montre que la dégradation, respectivement la disparition, des habitats est une des principales causes de raréfaction des espèces, et notamment des espèces d'invertébrés. Par ailleurs, l'application de cette procédure implique que le niveau de connaissances en matière de dynamique des populations, tout comme celui concernant l'évolution de la qualité et de la taille des habitats disponibles, est très élevé, non seulement dans la région concernée mais également dans les régions voisines, ce qui est rarement le cas, notamment pour les invertébrés.

La procédure finalement adoptée (cf. chap. A2-3), identique à celle appliquée aux odonates (Gonseth et Monnerat 2002), peut, à première vue, paraître assez différente de celle proposée par l'UICN. En réalité, ces deux procédures sont très proches l'une de l'autre, leurs principales différences émanant davantage du poids et du contenu attribués à chaque étape que de la nature du raisonnement et des critères appliqués.

A4 Remerciements

Nos remerciements vont en premier lieu à Pascal Stucki (Aquabug, Neuchâtel), qui a fait partie de notre groupe dès le début de la planification du projet «MEPT» (Mollusques, Ephémères, Plécoptères, Trichoptères) et qui a également pris une part importante aux travaux de terrain et aux rapports intermédiaires. Il s'est occupé des mollusques aquatiques, qui ont été regroupés avec les mollusques terrestres peu avant l'établissement de la version définitive de la liste rouge.

Nous remercions chaleureusement toutes les personnes qui nous ont permis d'approfondir les connaissances sur la présence et la répartition des trois groupes grâce à leurs collections personnelles. Nos remerciements vont également à tous ceux qui ont collaboré aux récoltes dans le terrain et à la détermination de l'important matériel rassemblé ainsi qu'à ceux qui ont assuré le soutien logistique et accordé les autorisations de récolte:

Jérôme Fournier, Lukas Indermaur, Jean-Paul Reding, Heinrich Schiess-Bühler, Chris Schwitz, Claudia Zaugg, Blaise Zaugg; Hans Riget (Amt für Jagd und Fischerei des Kantons St. Gallen); Mario Camani (Sezione per la protezione dell'aria, dell'acqua e del suolo, Lugano TI); Xaver Jutz, Jacqueline Stalder, Hanspeter Tschanz (Fachstelle Naturschutz Kanton Zürich); Felix Leiser (Amt für Natur des Kantons Bern); Heinz Maag (Zoologisches Museum der Universität Zürich), Urs Meyer (Amt für Natur- und Landschaftsschutz des Kantons Luzern), Bruno Polli (Ufficio Caccia e Pesca, Bellinzona TI), Nicola Patocchi (Fondazione Bolle di Magadino TI), Polo Poggiati (Ufficio della natura e del paesaggio, Bellinzona TI), Andreas Scholtis (Amt für Umwelt Kanton Thurgau), Marco Simona (Laboratorio di studi ambientali, Lugano TI), Mike Sturm (EAWAG).

Un grand merci va aux spécialistes qui nous ont aidés à résoudre les problèmes liés à des espèces difficiles:

Michel Brulin (F-Paris), Wolfram Graf (A-Vienne), Peter Neu (D-Kassel), Hans Malicky (A-Lunz am See), Gilles Vinçon (F-Grenoble).

Nous sommes également reconnaissants aux musées et aux institutions qui nous ont généreusement permis de consulter leurs collections:

Collection d'entomologie de l'EPFZ (Andreas Müller), Musée cantonal de zoologie Lausanne (Jean-Luc Gattolliat), Museo cantonale di storia naturale Lugano (Lucia Pollini Paltrinieri), Muséum d'histoire naturelle Genève (Peter Schwendinger), Naturmuseum Chur (Jürg Paul Müller), Naturmuseum Luzern (Ladislaus Rezbanyai-Reser), Naturhistorisches Museum Basel (Michel Brancucci, Daniel Burckhardt), Naturhistorisches Museum der Burggemeinde Bern (Charles Huber, Hannes Baur), Naturhistorisk Museum Arhus (Frank Jensen), Zoologische Museum der Universität Zürich (Gerhard Bächli).

Nous remercions également l'équipe du CSCF pour la prise en charge de la banque de données, pour l'analyse des données et pour la gestion de l'ensemble du projet: Emanuella Leonetti, François Claude, Fabien Fivaz et Yves Gonseth.

Nous remercions finalement toutes les personnes qui ont mis à disposition leurs données de terrain:

Felix Amiet, Georg Artmann-Graf, Jacques Aubert (†), Yves Bader, Alain Badstuber, Sylvie Barbalat, Peter Baumann, Lutz Behne, Carlo Belfiore, Régine Bernard, Daniel Berner, Jean-Rémy Berthod, Claude Besuchet, Albin Bischof, Hermann Blöchlinger, Daniel Bolt, Christine Breitenmoser-Würsten, Simon Capt, Gilles Carron (†), Marie-France Cattin-Blandenier, François Catzeflis, Daniel Cherix, Arielle Cordonier, Eliane Delarue, Raymond Delarze, Michel Dethier, Gérard Donzé, Christophe Dufour, Nathalie Dupont, Klaus Enting, Olivier Epars, Philippe Falcy, Cécile Feller, Janett Florin (†), Alessandro Vasil Focarile, James Gagneur, Anne-Sophie Gamboni, Antoine Gander, B. Gautschi, Olivier Glaizot, Pierre Goeldlin, A. Graf, Simone Graute, Kurt Grimm, Ernst Grütter-Schneider, Meret Gut, Jean-Paul Haenni, Heinz Handschin, K. Hanselmann, Werner Hauenstein, Daniel Hefti, Peter Herger, Hélène Hinden, Michel Hivet, René Hoess, Peter Hättenschwiler, Nicola Indermuehle, Christophe Jaberg, Willi Jakob, Beatrice Jann, Jean-Paul Jeanneret, J.B. Jörger, Laurent Juillerat, Arthur Kirchhofer, Natacha Koller, Angela von Känel, Daniel Küry, Peter Landolt, Sophie Lavigne, Brigitte Lods-Crozet, Alain Maibach, Sandro Marcacci, Heinz Marrer, J.C. Matthieu, Claude Meier, Bernhard Merz, Martina Metzler, Christian Monnerat, Uta Mürle, Najla Naceur, Pius Niederhauser, W. Näf, Beat Oertli, Johannes Ortlepp, Rudolf Osterwalder, Sereina Parpan, Jean Perfetta, Nathalie Perrottet, Jean-Daniel Pilotto, Eugen Pleisch, Jérôme Plomb, Chiara Pradella, Corinne Pulfer, Carlalberto Ravizza, Olivier Reymond, Christopher Robinson, Timm Rohmig, Andreas Rotach, Anni Rotzer, Laurence Ruffieux, Pauline Sartori, Antoine Sartori, Willy Sauter, Beat Schlätti, Beat Schlegel, Werner Schümperlin, Vladimir Sekaly, Noam Shani, Claudine Siegenthaler, Steffen Pauls, Jean Steffen (†), Pascale Steiner, Patrick Steinmann, Aurélien Stoll, Denise Studemann, Heinz Suter, Ivan Tomka, Béla Turcsanyi, Jean Verneaux, André Vincent, Nicolas von Roten, Nadia Vuillemier, François Wagner, Jakob Walter, E. Waser, Julien Walther, Armin Weinzierl, Hansruedi Wildermuth, Peter Wiprächtinger, Sibylle Wohlgemuth, Matthias Wolf (†), Jens Martin Zollhöfer, Samuel Zschokke, Andreas Zurwerra, Peter Zwick.

> Bibliographie

Littérature générale

- Baillie J., Groomebridge B. (Eds) 1996: IUCN Red List of Threatened Animals, IUCN, Gland, Switzerland: 312 p.
- Boschi C., Bertiller R., Coch T. 2003: Die kleinen Fließgewässer – Bedeutung, Gefährdung, Aufwertung – vdf Hochschulverlag an der ETH Zürich, Zürich: 119 S.
- Brändli R. 1991: Historische Gewässerkarte des Kantons Zürich. Veränderungen des zürcherischen Gewässernetzes seit dem 19. Jahrhundert. Amt für Raumplanung des Kantons Zürich.
- Buffagni A., Cazzola M., Lopez-Rodriguez M.J., Alba-Tercedor J., Armanini D.G. 2009: Distribution and Ecological Preferences of European Freshwater Organisms. Volume 3. Ephemeroptera. Schmidt-Kloiber A. et Hering D. (eds.). Pensoft.
- Fivaz F., Angst C., Gonseth Y. A novel method for assessing the Red List status of aquatic species, applied to the European Beaver (*Castor fiber* L. 1758) in Switzerland. In Vorb.
- Gärdenfors U. (ed.) 2000: The 2000 Red List of Swedish Species. ArtDatabanken, SLU, Uppsala. 397 p.
- Gärdenfors U. 2001: Classifying threatened species at national versus global level. *Trends in Ecology and Evolution* 16(9): 511–516.
- Gärdenfors U., Hilton-Taylor C., Mace G., Rodríguez J.P. 2001: The application of IUCN Red List Criteria at regional levels. *Conservation Biology* 15: 1206–1212.
- Guisan A., Zimmermann N.E. 2000: Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135: 147–186.
- Graf W., Murphy J., Dahl J., Zamora-Munoz C., Lopez-Rodriguez M.J. 2008: Distribution and Ecological Preferences of European Freshwater Organisms. Volume 1. Trichoptera. Schmidt-Kloiber A. et Hering D. (eds.). Pensoft.
- Graf W., Lorenz A.W., Tierno de Figueroa J.M., Lücke S., Lopez-Rodriguez M.J., Davies C. 2009: Distribution and Ecological Preferences of European Freshwater Organisms. Volume 2. Plecoptera. Schmidt-Kloiber A. et Hering D. (eds.). Pensoft.
- Karaus U., Guillon H., Tockner K. 2006: The Contribution of lateral aquatic Habitats to Macroinvertebrate Diversity along River corridors. In: *Ecology of braided rivers*. Blackwell, Oxford: 123–146.
- Klaus G. (Red.) 2007: Zustand und Entwicklung der Moore in der Schweiz. Ergebnisse der Erfolgskontrolle Moorschutz. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 0730: 97 S.
- Lachat T., Blaser F., Bösch R., Bonnard L., Gimmi U., Grünig A., Roulier C., Sirena G., Stöcklin J., Volkart G. 2010: Verlust wertvoller Lebensräume. In: Lachat, T., Pauli D., Gonseth Y., Klaus G., Scheidegger C., Vittoz P., Walter T. (Red.). *Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht?* Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Stuttgart, Wien, Haupt: S. 22–63.
- Leathwick J.R., Rowe D., Richardson J., Elith J., Hastie T. 2005. Using multivariate adaptive regression splines to predict the distributions of New Zealand's freshwater diadromous fish. *Freshwater Biology* 50: 2034–2052.
- Ludwig G., Haupt H., Gruttke H., Binot-Hafke M. 2006: Methodische Anleitung zur Erstellung Roter Listen gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze. BfN-Skripten 191: 97 p.
- OFEV (édit.), OFAG, ARE 2003: «Cours d'eau suisses: idées directrices». Objectifs selon le principe du développement durable. Office fédéral de l'environnement, Berne: 12 p.
- OFEV 2010: Kleinseen in der Schweiz – ein Überblick (Petits lacs en Suisse – un aperçu). Office fédéral de l'environnement, Berne. Données et bases hydrologiques: systèmes d'information et méthodes, réseau hydrographique (www.bafu.admin.ch/hydrologie)
- OFEV/OFAG 2008: Objectifs environnementaux pour l'agriculture. A partir de bases légales existantes. Office fédéral de l'environnement, Berne. Connaissance de l'environnement n° 0820: 221 p.
- Peter A., Lubini-Ferlin V., Roulier C., Scheidegger C. 2010: Gewässer und ihre Nutzung. In: Lachat T., Pauli D., Gonseth Y., Klaus G., Scheidegger C., Vittoz P., Walter T. (Red.) 2010: *Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht?* Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Stuttgart, Wien, Haupt: S. 196–222.
- Pollock C., Mace G., Hilton-Taylor C. 2003: The revised IUCN Red List categories and criteria. In: de Longh H.H., Bánki O.S., Bergmans W., van der Werff ten Bosch M.J. [eds]. *The harmonization of Red Lists for threatened species in Europe*. Commission for International Nature Protection, Leiden: 33–48.
- Rüetschi J., Stucki P., Müller P., Vicentini H., Claude F. 2011: Liste rouge Mollusques (escargots et bivalves). Espèces menacées en Suisse, état 2010. Office fédéral de l'environnement, Berne, et Centre Suisse de Cartographie de la Faune, Neuchâtel. L'environnement pratique (en prép.).
- SPWG 2010: IUCN Standards and Petitions Subcommittee. 2010. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 8.1. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee in March 2010: 85 p.
- IUCN 2001: IUCN Red List Categories and Criteria, Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. (www.iucnredlist.org)
- IUCN 2003: Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional Levels, Version 3.0. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. (www.iucnredlist.org)

Vittoz P., Cherix D., Gonseth Y., Lubini V., Magini R., Zbinden N., Zumbach S. 2010: Klimawandel In: Lachat T., Pauli D., Gonseth Y., Klaus G., Scheidegger C., Vittoz P., Walter T. (Red.) Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Stuttgart, Wien, Haupt: 351–377.

Wildermuth H., Kury D. 2009: Libellen schützen, Libellen fördern. Leitfaden für die Naturschutzpraxis. Schweizerische Arbeitsgemeinschaft Libellenschutz. Pro Natura (Hrsg.) Beiträge zum Naturschutz in der Schweiz 31: 88 p.

Woolsey S., Weber C. Gonser T., Höhn E., Hostman M., Junker B., Roulier C., Schweizer S., Tiegs S., Tockner K., Peter A. 2005: Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fliessgewässerrevitalisierungen. Publikation des Rhone-Thur-Projektes. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ: 122 p.

Zollhöfer J.M. 1997: Quellen die unbekanntes Biotop im Schweizer Jura und Mittelland. Erfassen – bewerten – schützen. Bristol-Schriftenreihe 6: 153 p.

EPHEMEROPTERA

Bauernfeind E., Moog O. Weichselbaumer P. 2002: Ephemeroptera (Eintagsfliegen). Teil III, 24 pp. In: Moog O. (Ed.) Fauna Aquatica Austriaca, Lieferung 2002, Wasserwirtschaftskadaster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.

Belfiore C. 2006: Insecta Ephemeroptera In: Ruffo S., Stoch F. (eds). Checklist and distribution of the Italian Fauna. Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, 2. Serie, Sezione Scienze della Vita. 17: 127–129.

Brown L.E., Hannah D.M., Milner A.M. 2007: Vulnerability of alpine stream biodiversity to shrinking glaciers and snowpacks. Global Change Biology 13: 958–966.

Bruhin M. 2007: Atlas de distribution des Ephémères de France. 1ère partie: hors Baetidae et Heptageniidae (Insecta, Ephemeroptera). Ephemera 8 (2006): 1–73.

Dorn A. 1999: Einige bemerkenswerte Heptageniidae aus Bayern (Insecta: Ephemeroptera). Lauterbornia 37: 11–18.

Eiseler B., Haybach A. 2006: Eitaxonomie der deutschen Arten der Gattung *Rhithrogena* Eaton, 1881, *diaphana*- und *semicolorata*-Verwandtschaft (Ephemeroptera, Heptageniidae). Lauterbornia 58: 23–39.

Haybach A. 1998: Die Eintagsfliegen (Insecta: Ephemeroptera) von Rheinland Pfalz. Zoogeographie, Faunistik, Ökologie, Taxonomie und Nomenklatur unter besonderer Berücksichtigung der Familie der Heptageniidae und unter Einbeziehung der übrigen aus Deutschland stammenden Arten. Dissertation Johannes Gutenberg-Universität Mainz: 417 S.

Haybach A., Fischer J. 1994: Zur Kenntnis der Eintagsfliegenfauna (Insecta: Ephemeroptera) von Rheinland-Pfalz. Lauterbornia 19: 173–189.

Gattolliat J.-L., Hughes S.J., Monaghan M.T., Sartori M. 2008: Revision of Madeiran mayflies (Insecta, Ephemeroptera). Zootaxa 1957: 52–68.

Gattolliat, J.-L. Sartori M. 2008: What is *Baetis rhodani* (Pictet 1843) (Insecta, Ephemeroptera, Baetidae)? Designation of a neotype and redescription of the species from its original area. Zootaxa 1957: 69–80.

Hauer F.R., Baron J.S., Campbell D. H., Fausch K.D., Hostetler S.W., Leavesley G.H., Leavitt P.R., McKnight D.M., Stanford J.A. 1997: Assessment of climate change and freshwater ecosystems of the Rocky Mountains, USA and Canada. Hydrological Processes 11: 903–924.

Haybach A., Malzacher P. 2003: Verzeichnis der Eintagsfliegen (Ephemeroptera) Deutschlands. Entomofauna Germanica 6: 33–46.

Hogg I.D., Williams D.D. 1996. Response of stream invertebrates to a global-warming thermal regime: An ecosystem-level manipulation. Ecology 77: 395–407.

Kureck A. 1992: Das Massenschwärmen der Eintagsfliegen am Rhein: zur Rückkehr von *Ephoron virgo* (Olivier 1791). Natur und Landschaft 67: 407–409.

Kureck A., Fontes R.J. 1996: The life cycle and emergence of *Ephoron virgo*, a large potamal mayfly that has returned to the river Rhine. Archiv für Hydrobiologie 113: 319–323.

Lubini V. 1994: Hydrobiologische Untersuchungen am Unterlauf der Thur (Kanton Zürich, Schweiz) 1. Libellen, Eintags-, Stein-, Köcher- und Schlammfliegen (Insecta: Odonata, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Megaloptera). Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 139: 23–31.

Lubini V., Sartori M. 1994: Current status, distribution, life cycle and ecology of *Rhithrogena germanica* Eaton, 1885 in Switzerland: preliminary results (Ephemeroptera, Heptageniidae). Aquatic Sciences 56: 388–397.

Malzacher P. 1986: Rote Liste Baden-Württemberg: Eintagsfliegen (Stand: 1986). 5–7.

Malzacher P., Jacob U., Haybach A., Reusch, H. 1998: Rote Liste der Eintagsfliegen (Ephemeroptera). In: Naturschutz, B. f. (Ed.) Rote Liste gefährdeter Tiere in Deutschland, Bonn: 264–267.

Masselot G., Bruhin M. 2001: Les Ephémères d'intérêt patrimonial pour la France. 1. Première liste: espèces éteintes et espèces en situation critique (Ephemeroptera). Ephemera 2 (2000): 59–65.

McKee D., Atkinson D. 2000: The influence of climate change scenarios on populations of the mayfly *Cloeon dipterum*. Hydrobiologia 441: 55–62.

- Menetrey N., Oertli B., Sartori M., Wagner A., Lachavanne J.B. 2008: Eutrophication: are mayflies (Ephemeroptera) good bioindicators for ponds? *Hydrobiologia* 597: 125–135.
- Metzler M., Tomka I., Zurwerra A. 1985a: Beitrag zur Kenntnis der europäischen *Rhithrogena*-Arten: *nivata*, *hybrida* und *hercynia* sowie Beschreibung von zwei neue Arten. *Folia Entomologica Hungarica* 46: 117–135.
- Metzler M., Tomka I., Zurwerra A. 1985b: Erstbeschreibung der Larve und Subimago von *Rhithrogena puthzi* Sowa, 1984, sowie Diskussion der morphologischen Merkmale von *R. puthzi* und *R. endenensis* (Ephemeroptera). *Entomologische Berichte, Luzern* 13: 105–106.
- Puthz V. 1973: Zwei neue Synonyme in der Gattung *Epeorus* Eaton (Insecta, Ephemeroptera: Heptageniidae). Sur les Ephéméroptères du Muséum d'histoire naturelle de Genève.III. *Revue Suisse de Zoologie* 80: 577–580.
- Reding J.-P. 2006: Notes faunistiques sur *Metreletus balcanicus* (Insecta: Ephemeroptera) et *Ironoquia dubia* (Insecta: Trichoptera), deux espèces d'insectes aquatiques du Jura nouvelles pour la Suisse. *Bulletin de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles* 129: 73–86.
- Robinson C.T., Matthaei S., Logue J.B. 2006: Rapid response of alpine streams to climate induced temperature change. In: Jones, J. (Ed.) *International Association of Theoretical and Applied Limnology*, Vol 29, Pt 3, Proceedings: 1565–1568.
- Sartori M., Landolt P. 1999: Atlas de distribution des Ephémères de Suisse – Verbreitungsatlas der Eintagsfliegen der Schweiz (Insecta, Ephemeroptera). SEG-CSCF, Neuenburg: 214 S.
- Sartori M., Landolt, P. Zurwerra, A 1994: Rote Liste der Eintagsfliegen der Schweiz (Ephemeroptera). In: Duelli P. (Ed.) *Rote Liste der gefährdeten Tierarten in der Schweiz*. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Bern: 72–74.
- Sartori M., Zabriz D., Jann B. 1996: Trois espèces d'éphémères nouvelles pour la faune de Suisse (Ephemeroptera: Baetidae, Leptophlebiidae). *Bulletin de la société entomologique suisse* 69: 135–139.
- Sowa R., Degrange C. 1987: Sur quelques espèces européennes de *Rhithrogena* du groupe *semicolorata* (Ephemeroptera: Heptageniidae). *Acta Hydrobiologica* 29: 523–534.
- Sweeney B.W. 1984: Factors affecting life-history patterns of aquatic insects. In: Resh V., Rosenberg D.M. (Eds.): *The ecology of aquatic insects*. Praeger Publisher, New York: 56–100.
- Sweeney B.W., Vannote R.L. 1978: Variation and the distribution of hemimetabolous aquatic insects: two thermal equilibrium hypotheses. *Science* 200: 444–446.
- Thomas A., Belfiore C. 2004: Fauna Europaea: Ephemeroptera. Fauna Europaea version 1.1 (www.faunaeur.org)
- Thomas A., Marie V., Brulin M. 2000: Corrections à la Faune des Ephémères d'Europe occidentale: 2. *Epeorus assimilis* Eaton, 1885 est une espèce valide, distincte d'*E. sylvicolus* (Pictet 1865) (Ephemeroptera, Heptageniidae). *Ephemera* 1 (1999): 85–91.
- Voigt H., Küttner R., Haybach A. 2006: Ein Nachweis von *Rhithrogena iridina* (Kolenati 1859) in Sachsen (Insecta: Ephemeroptera), neu für Deutschland?! *Lauterbornia* 58: 67–70.
- Vuataz L., Sartori M., Wagner A., Monaghan M.T. 2011: Species delineation using mixed Yule-coalescent analysis of protein-coding nuclear DNA in Alpine *Rhithrogena* (Ephemeroptera: Heptageniidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. *PLoS ONE* 6(5): e19728. doi:10.1371/journal.pone.0019728
- Wagner A. 2005: Inventaire des Ephémères de France: quelques citations d'espèces rares ou nouvelles pour le Massif du Jura (Ephemeroptera). *Ephemera* 6 (2004): 65–71.
- Wagner A., Mürle U., Ortlepp J. 2011: *Baetis pentaplebedes* Ujhelyi, 1966, (Ephemeroptera: Baetidae) nouvelle espèce pour la faune de Suisse. *Bulletin de la société entomologique suisse* 84: 35–44.
- Wagner A. (2011): *Habrophlebia fusca* (Curtis 1834), (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) nouvelle espèce pour la faune de Suisse. *Bulletin de la société entomologique suisse*.
- Wagner A., Lubini V., Vicentini H. 2007: *Habrophlebia eldae* Jacob et Sartori, 1984 (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) neu für die Schweizer Fauna. *Bulletin de la société entomologique suisse* 80: 91–98.
- Wechselbaumer P. 1997: Die Eintagsfliegen Nordtirols. *Berichte der naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins in Innsbruck* 84: 321–341.
- Wechselbaumer P., Hutter G. 2007: Eintagsfliegen aus Vorarlberg (Österreich) (Insecta: Ephemeroptera). *Vorarlberger Naturschau* 20: 95–118.

Clés de détermination:

Bauernfeind E., Humpesch U.H. 2001: Die Eintagsfliegen Zentraleuropas (Insecta: Ephemeroptera): Bestimmung und Ökologie. AV-Druck, Wien: 239 S.

Studemann D., Landolt P., Sartori M., Hefti D., Tomka I. 1992: Ephemeroptera. Schweizerische Entomologische Gesellschaft SEG (Ed.). *Insecta Helvetica Fauna* 9: 173 S.

PLECOPTERA

Aubert J. 1959: Plecoptera. Société entomologique suisse (Ed.). *Insecta Helvetica. Fauna* 1: 1–140.

Aubert J. 1985: *Brachyptera braueri* Klapalek 1900, Plécoptère nouveau pour la Suisse, mais espèce disparue de ce pays. *Bulletin de la société entomologique suisse*. 58: 529.

- Aubert J. 1986: Quelques Plécoptères nouveaux pour la faune de Suisse. Bulletin de la société entomologique suisse. 59: 407–408.
- Braasch D. 2003: Rückkehr der Steinfliegen (Plecoptera) an Oder und Lausitzer Neisse. Lauterbornia 46: 93–101.
- Despax R. 1951: Plécoptères. Faune de France 55. 280 p.
- DeWalt R.E., Neu-Becker U., Stueber G. 2010: Plecoptera Species File Online. Version 1.1/4.0. [4. August 2010]. (<http://Plecoptera.SpeciesFile.org>)
- Dorn A., Weinzierl A. 1999: Nochmals: Stein- und Köcherfliegen-Nachweise entlang der Münchner Isar (Insecta: Plecoptera, Trichoptera). Lauterbornia 36: 3–7.
- Fochetti R. 2006: Notes on diversity and conservation of the European fauna of Plecoptera (Insecta). Journal of Natural History 40: 2361–2369.
- Fochetti R. 2006: In: Ruffo S., Stoch F (eds.) Checklist and distribution of the Italian fauna. Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, 2. Serie, Sezione Scienze della Vita 17: 143–145 with data on CD-ROM.
- Fochetti R. 2010: Fauna Europaea: Plecoptera. Fauna Europaea version 1.1, (www.faunaeur.org)
- Graf W. 1999: Checklist of Plecoptera (Insecta: Plecoptera) from Austria. Lauterbornia 37: 35–46.
- Graf W. 2010: Aktualisierte Checkliste der Steinfliegen (Insecta: Plecoptera) Österreichs. Lauterbornia 71: 175–183.
- Hari R., Livingstone D.M., Siber R., Burkhardt-Holm P., Güttinger H. 2006: Consequences of climatic change for water temperature and brown trout populations in Alpine-rivers and streams. Global Change Biology 12: 10–26.
- Hohmann M. 2004: Nachweise von *Brachyptera braueri* (Plecoptera, Taeniopterygidae) in der Mulde/Elbe, Sachsen und Sachsen-Anhalt. Lauterbornia 50: 75–78.
- Illies J. 1955: Steinfliegen oder Plecoptera. Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. 43: 150 S.
- Knispel S., Lubini V., Vinçon G., Reding J-P. 1998: Four Plecoptera species new for the Swiss fauna. Bulletin de la société entomologique suisse 71: 165–168.
- Küttner R., Hohmann M., Plesky B., Voigt H. 2008: Zur Verbreitung und Ökologie von *Brachyptera braueri* (Klapalek 1900) (Insecta: Plecoptera) in Mitteldeutschland unter Berücksichtigung weiterer Plecoptera-Arten des zeitigen Frühjahrs. Lauterbornia 63: 31–50.
- Lubini V., Knispel S., Vinçon G. (sous presse): Die Steinfliegen der Schweiz – les Plécoptères de Suisse. CSCF (Ed.). Fauna Helvetica.
- Meyer-Dür R. 1874: Die Neuropterenfauna der Schweiz. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 4: 290–304.
- Pictet F.-J. 1841: Histoire naturelle générale et particulière des insectes Névroptères. Famille des Perlides 1. Partie: 1–423; 1–23; 53 pl. Genève.
- Ravizza Dematteis E., Vinçon G. 1994: *Leuctra ravizzaei*, an orophilic new species of *Leuctra* from the Western Alps (Plecoptera). Aquatic Insects 16: 91–94.
- Ravizza C., Ravizza Dematteis E. 1994: *Leuctra vinconii aubertorum*, a new subspecies of *Leuctra* from the Ticino canton, Switzerland (Plecoptera, Leuctridae). Bulletin de la société entomologique suisse. 67: 37–41
- Ravizza C., Vinçon G. 1998: Les Leuctridés (Plecoptera, Leuctridae) des Alpes. Bulletin de la société entomologique suisse 71: 285–342.
- Reding J-P. 1998: Les Plécoptères du bassin de l'Areuse (Val de Travers, Canton de Neuchâtel, Suisse). Bulletin Romand d'Entomologie 16: 23–55.
- Reusch H., Weinzierl A. 1998: Rote Liste der Steinfliegen (Plecoptera). In: Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. Schriftenreihe f. Landschaftspflege und Naturschutz 55: 255–259.
- Reusch H., Weinzierl A. 1999: Regionalisierte Checkliste der aus Deutschland bekannten Steinfliegenarten (Plecoptera). Lauterbornia 37: 87–96.
- Ris F. 1896: Die schweizerischen Arten der Perlidengattung *Dictyopteryx*. Bulletin de la société entomologique suisse. 9 (7): 303–313.
- Ruffoni A., Le Doaré J. 2009: Nouvelles citations de présence d'*Isogenus nubecula* Newman, 1833 en France [Plecoptera, Perlodidae]. Ephemera 10 (2) 2008: 95–102.
- Sivec I., Stark B. 2002: The Species of *Perla* (Plecoptera: Perlidae): Evidence from Egg Morphology. Scopolia 49: 1–33.
- Verneauux J. 1973: Cours d'eau de Franche-Comté (massif du Jura). Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs. Essai de biotypologie. Mémoire de Thèse de Doctorat, Université de Besançon: 260 p.
- Vinçon G., Muranyi D. 2009: Revision of the *Rhabdiopteryx neglecta* species group (Plecoptera: Taeniopterygidae). In Staniczek 2009. International Perspectives in Mayfly and Stonefly Research, Proceedings of the 12th International Conference on Ephemeroptera and the 16th International Symposium on Plecoptera, Stuttgart. Aquatic Insects 31 Supplement 1: 203–218.
- Vinçon G., Ravizza C., Aubert J. 1995: *Leuctra subalpina*, a New Species of Leuctridae (Insecta, Plecoptera) from the Western Alps and the Apennines. Aquatic Insects 17: 181–186.
- Weinzierl A. 1994: Die Steinfliegen (Plecoptera) Bayerns. Lauterbornia 17: 79–87.

Westermann F. 1999: Restpopulationen von *Taeniopteryx nebulosa* (Plecoptera: Taeniopterygidae) in unbelasteten Berg- und Flachlandbächen des Pfälzerwaldes und Bienwaldes (Rheinland-Pflanz). *Lauterbornia* 35: 1–7.

Westermann F. 2003: *Capnia bifrons* (Insecta, Plecoptera) als Leitart sommertrockener Bäche in Rheinland-Pfalz. *Lauterbornia* 44: 107–119.

Clés de détermination:

Lubini V., Knispel S., Vinçon G. (sous presse): Die Steinfliegen der Schweiz – Les Plécoptères de Suisse. CSCF (Ed.). Fauna Helvetica.

TRICHOPTERA

Arcott D.B., Tockner K., Ward V. 2005: Lateral organization of aquatic invertebrates along the corridor of a braided floodplain river. *Journal of the North American benthological Society*. 24(4): 934–954.

Argerich A., Puig M.A., Pupilli E. 2004: Effect of floods of different magnitude on the macroinvertebrate communities of Matarrany stream (Ebro river basin, NE Spain). *Limnetica* 23 (3–4): 103–114.

Aistleitner U., Malicky H. 2009: Vorläufiges Verzeichnis der Köcherfliegen des Fürstentums Liechtenstein (Insecta: Trichoptera). *Entomofauna* 30 (15): 257–264.

Berenzen N., Schulz R., Liess M. 2001: Effects of chronic Ammonium and Nitrite contamination on the Macroinvertebrate community in running water microcosms. *Water Research* 35 (14): 3478–3482.

Buholzer H. 1978: Larvenmorphologie und Verbreitung der Schweizerischen Rhyacophila-Arten (Trichoptera, Rhyacophilidae). Doktorarbeit ETHZ: 146 p.

Cianficconi F., Corallini C., Todini B. 2005: Triccopterofauna delle Alpi e Prealpi Centrali. *Biogeographia* vol. XXXVI: 447–497.

Cianficconi F. 2006: Trichoptera. In: Ruffo S., Stoch F (eds.) Checklist and distribution of the Italian fauna. *Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, 2. Serie, Sezione Scienze della Vita 17: 249–251 with data on CD-ROM.

Daufresne M., Bady P., Fruget J.-F. 2007: Impacts of global changes and extreme hydroclimatic events on macroinvertebrate community in the French Rhône River. *Oecologia* 151: 544–559.

Felber J. 1908: Die Trichopteren von Basel und Umgebung mit Berücksichtigung der Trichopteren-Fauna der Schweiz. Dissertation Universität Basel: 90 S.

Florin J. 1980: Die Insektenfauna des Hochmoores Balmoos bei Hasle, Kanton Luzern. *Entomologische Berichte Luzern* 3: 86–91.

Florin J. 1991: Zur Insektenfauna des Siedereiteiches bei Hochdorf, Kt. Luzern VII. Trichoptera (Köcherfliegen). *Entomologische Berichte Luzern* 25: 41–50.

Florin J. 1992. Beitrag zur Kenntnis der Köcherfliegenfauna von Flums, Kanton St. Gallen, Ostschweiz (Trichoptera). *Opuscula zoologica fluminensia* 78: 1–7.

Fochetti R., Aragno R., Tierno de Figueroa J.M. 2008: Feeding ecology of various age-classes of brown trout in River Nera, Central Italy. *Belgian Journal of Zoology* 138 (2): 128–131.

Frutiger A. 2004: Ecological impacts of hydroelectric power production on the river Ticino. Part 2: Effects on the larval development of the dominant benthic macroinvertebrate (*Allogamus auricollis*, Trichoptera). *Archiv für Hydrobiologie* 159 (1): 56–75.

Liess M., von der Ohe P.C. 2005: Analyzing effects of pesticides on invertebrate communities in streams. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 24: 954–965.

Klima F. 1998: Rote Liste der Köcherfliegen (Trichoptera), in: Binot, M., Bless R., Boye P., Gruttke H., Pretschner P. (Bearb.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 55: 112–118.

Lods-Crozet B., Reymond O. 2006: Bathymetric expansion of an invasive gammarid (*Dikerogammarus villosus*, Crustacea, Amphipoda) in Lake Léman. *Journal of Limnology* 65 (2): 141–144.

Malicky H. 1996: Beschreibung und Verbreitung von *Hydroptila brissaga* n. sp., einer neuen europäischen Hydroptilidae (Trichoptera). *Entomologische Berichte Luzern* 36: 101–104.

Malicky H. 1999: Eine aktualisierte Liste der österreichischen Köcherfliegen (Trichoptera). *Braueria* 26: 31–40.

Malicky H. 2000. Arealdynamik und Biomgrundtypen am Beispiel der Köcherfliegen (Trichoptera). *Entomologica Basiliensia* 22: 235–259.

Malicky H. 2002: Ein Beitrag zur Biologie und Ökologie von *Platyphylax frauenfeldi* Brauer, 1857 (Trichoptera, Limnephilidae) mit Beschreibung der Larve. *Entomologische Nachrichten und Berichte* 46: 73–80.

Malicky H. 2004: Neue Köcherfliegen aus Europa und Asien. *Braueria* 31: 36–42.

Malicky H. 2005a: Ein kommentiertes Verzeichnis der Köcherfliegen (Trichoptera) Europas und des Mediterrangebietes. *Linzer biologische Beiträge* 37/1: 533–596.

Malicky H. 2005b: Bestimmungsprobleme bei europäischen Trichoptera. Vortrag 1st conference on faunistics and zoogeography of European Trichoptera. Luxemburg.

Malicky H. 2009: Rote Liste der Köcherfliegen Österreichs (Insecta, Trichoptera), in: Zulka, K.-P., Rote Liste gefährdeter Tiere Österreichs: Teil 3: Flusskrebse, Köcherfliegen, Skorpione, Weberknechte, Zikaden. Böhlau Verlag Wien, Köln, Weimar: 319–358.

Meyer-Dür R. 1882: Übersichtliche Zusammenstellung aller bis jetzt in der Schweiz einheimischen gefundenen Arten der Phryganiden. *Bulletin de la Société entomologique suisse* 6 (6): 301–333.

- Musso J.J., Prévot G., Légier P., Playoust C. 1991: Contribution à la connaissance des cours d'eaux méditerranéens de basse altitude: le réseau hydrographique de l'Arc (Bouches-du- Rhône, France). Etat des peuplements en référence aux perturbations anthropiques. *Annales de Limnologie* 27 (1): 75–85.
- Neu P. 2010: Checkliste der Köcherfliegen (Trichoptera) Deutschlands. (www.trichoptera-rp.de)
- Oertli B., Indermuehle N., Angélibert S., Hinden H., Stoll A. 2008: Macroinvertebrate assemblages in 25 high alpine ponds of the Swiss National Park (Cirque of Macun) an relation to environmental variables. *Hydrobiologia* 597: 29–41.
- Rahel F.J., Olden J.D. 2008: Assessing the Effects of Climate Change on Aquatic Invasive Species. *Conservation Biology* 22 (3): 521–533.
- Ris F. 1889: Beiträge zur Kenntniss der schweizerischen Trichopteren. *Bulletin de la Société entomologique suisse*. 8 (3): 102–145.
- Ris F. 1893: Vier schweizerische Hydroptiliden. *Bulletin de la Société entomologique suisse* 9: 131–134.
- Ris F. 1897: Neuropterologischer Sammelbericht 1894–96. *Bulletin de la Société entomologique suisse* 9 (10): 413–442.
- Robert B. 2003: Verbreitungs- und Häufigkeitsverzeichnis der Köcherfliegen-Arten Deutschlands. (www.trichoptera-rp.de)
- Robert B. 2007: Verzeichnis der Köcherfliegen (Trichoptera) Deutschlands. *Fortschreibung 08/2007*. *Lauterbornia* 61: 79–99.
- Sauter W. 1974: Der Stand der faunistischen Erforschung der Schweiz. *Folia Entomologica Hungarica* 27 Suppl.: 265–274.
- Schiess-Bühler H., Rezbanyai-Reser L. 2006: Zur Insektenfauna vom Hanenriet bei Giswil, 470 m, Kanton Obwalden. V. Trichoptera (Köcherfliegen). *Entomologische Berichte Luzern* 56: 65–82.
- Schröder H.G. 2008: AneBo – Aquatische Neozoen im Bodensee. Projekt 107, Schlussbericht. Interreg IIIA, Europ. Gemeinschaft: 12 p.
- Siegenthaler-Moreillon C. 1991: Les Trichoptères de Suisse occidentale (Insecta, Trichoptera). Thèse Université Lausanne: 196 p.
- Urbanic G. 2004: New records of the family Hydroptilidae for the caddisfly (Insecta: Trichoptera) fauna of Slovenia. *Natura Sloveniae* 6(2): 49–52.
- Weaver J.S, Nimmo A.P. 1999: Fernand Schmid. *Braueria* 29: 7–18.
- Clés de détermination:**
- Gorka M. 2006: Erstbeschreibung der Larve von *Ceraclea aurea* Pictet, 1834 (Trichoptera: Leptoceridae). *Lauterbornia* 56: 169–177.
- Graf W., Waringer J., Zika-Römer J. 2004: The Larva of *Microptila minutissima* Ris, 1897 (Trichoptera: Hydroptilidae). *Aquatic Insects*. 26 (1): 31–38.
- Graf W., Pauls S., Lubini V. 2004: Larval description of *Drusus muelleri* McLachlan, 1868 (Trichoptera: Limnephilidae) with some notes on its ecology and systematic position within the genus *Drusus*. *Annales de Limnologie* 41 (2): 93–98.
- Graf W., Waringer J., Pauls S.U. 2009: A new feeding group within larval Drusinae (Trichoptera: Limnephilidae): the *Drusus alpinus* Group, sensu Schmid, 1956, including larval description of *Drusus franzi* Schmid, 1956, and *Drusus alpinus* (Meyer-Dür 1875). *Zootaxa* 2031: 53–62.
- Malicky H., 2004: Atlas der Europäischen Köcherfliegen, Second Edition. Springer, Dordrecht: 359 S.
- Neu P., Tobias W., 2004: Die Bestimmung der in Deutschland vorkommenden Hydropsychidae (Insecta: Trichoptera). *Lauterbornia* 51: 68 p.
- Urbanic G., Waringer J., Rotar B. 2003: The Larva and Pupa of *Ceraclea riparia* (Albarda 1874) (Trichoptera: Leptoceridae). *Aquatic Insects* 25: 259–267.
- Waringer J., Graf W. 1997: Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven: unter Einschluss der angrenzenden Gebiete. *Facultas-Univ.-Verl.*, Wien: 286 S. (Ergänzungen und Berichtigungen, 2000, 2004).
- Waringer J., Graf W., Maier K.-J. 2000: The Larva of *Metanoea flavipennis* Pictet, 1834 (Trichoptera: Limnephilidae: Drusinae). *Aquatic Insects* 22: 66–70.
- Waringer J., Graf W., Vicentini H. 2007: The larva of *Diplectrona atra* McLachlan, 1878 (Trichoptera: Hydropsychidae), based on central European material. *Aquatic Insects*, 29(3): 181–186.
- Waringer J., Graf, W., Pauls S., Lubini V. 2007: The Larva of *Drusus nigrescens* Meyer-Dür, 1875 (Trichoptera: Limnephilidae: Drusinae) with notes on its ecology, genetic differentiation and systematic position. *Annales de Limnologie* 43 (3): 161–166.
- Waringer J., Graf W., Pauls S.U., Vicentini H., Lubini V. 2008: DNA based association and description of the larval stage of *Drusus melanchaetes* McLachlan, 1876 (Trichoptera: Limnephilidae: Drusinae) with notes on ecology and zoogeography. *Limnologica* 38: 34–42.
- Waringer J., Graf W., Pauls S., Cianficconi F. 2008: The larvae of *Drusus improvisus* McLachlan, 1884, *Drusus camerinus* Moretti, 1981 and *Drusus aprutiensis* Moretti, 1981 (Trichoptera: Limnephilidae: Drusinae). *Aquatic Insects* 30 (4): 269–279.