INSECTA HELVETICA

us:

Plecoptera, par J. Aubert, 1959, 140 pages, 456 fig. ..... Fr. 20.–
Coleoptera Buprestidae, von H. Pochon, 1964, 88 Seiten, 174 Abb. Fr. 16.–
Hymenoptera Sphecidae, par J. de Beaumont, 1964, 169 pages, 551 fig. Fr. 30.–
Hymenoptera Heloridae, Proctotrupidae, von H. Pschorn-Walcher, 1971, 64 Seiten, 103 Abb. ..... Fr. 11.–
Hymenoptera Pompilidae, von H. Wolf, 1972, 176 Seiten, 489 Abb. ..... Fr. 31.–
Hymenoptera Formicidae, von H. Kutter, 1977, 298 Seiten, 627 Abb. ..... Fr. 57.–
Ergänzungsband zu 6, 1978 (404 Abb., Selbstverlag des Verfassers) ..... Fr. 20.–
Diptera Drosophilidae, von G. Bächli und H. Burla, 1985, 116 Seiten, 216 Abb. und 4 Tafeln ..... Fr. 20.–
Diptera Limoniidae 1: Limoniinae, par W. Geiger, 1986, 131 pages, 255 figures ..... Fr. 20.–

volumes en préparation

logus

Siphonaptera, von F.G.A.M. Smit, 1966, 107 Seiten, 36 Abb. ..... Fr. 19.–
Coleoptera Scarabaeidae und Lucanidae, von V. Allenspach, 1970, 186 Seiten, 13 Karten ..... Fr. 33.–
Coleoptera Cerambycidae, von V. Allenspach, 1973, 216 Seiten, 29 Karten Fr. 35.–
Coleoptera Cantharoidea, Cleroidea, Lymexylonoidea, von V. Allenspach und W. Wittmer, 1979, 137 Seiten, 30 Karten ..... Fr. 38.–
Diptera, Limoniidae 1: Limoniinae, par W. Geiger, 1986, 160 pages, 84 cartes ..... Fr. 25.–
Coleoptera Scolytidae, Platypodidae, par P. Bovey, 1987, 96 pages, 4 figures, 105 cartes ..... Fr. 37.–

ication de la série des «Catalogus» n'est plus reconduite

nbres de la SES profitent d'un rabais de 10%.

ndes à adresser à:

Helvetica, Musée d'histoire naturelle
stale 284
1 Genève 6

INSECTA HELVETICA
Fauna

Edité par la **Société entomologique suisse**

Rédacteur: Prof. Dr W. Sauter

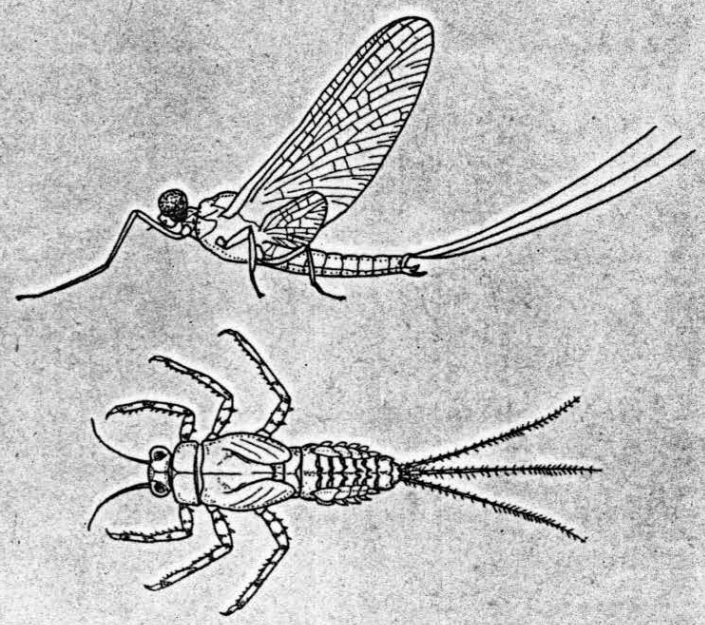
9

EPHEMEROPTERA

(version française)

par

Denise Studemann • Peter Landolt • Michel Sartori • Daniel Hefti • Ivan Tomka



Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier très sincèrement les collègues suivants pour leur lecture critique du manuscrit: Prof. Dr Charles Degrange (Grenoble) et Prof. Dr Gerolf Lampel (Fribourg), ainsi que Dr Daniel Cherix (Lausanne), Dr Michel Dethier (Genève), Dr Peter Malzacher (Ludwigsburg) et Dr Andreas Zurwerra (Fribourg).

La réalisation graphique des figures est l'œuvre de Mme Rita Schoepfer (Fribourg) à qui nous adressons nos chaleureux remerciements pour son enthousiasme et sa disponibilité. Grâce à l'autorisation de M. John Goddard (Londres), le présent ouvrage a pu être complété par des photographies en couleur réalisées par lui-même et par l'un des auteurs, I. Tomka.

Ce travail a bénéficié de subsides du Fonds national suisse pour la recherche scientifique (N° 31-8857.86/4), du Conseil de l'Université de Fribourg, ainsi que de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage.

INSECTA HELVETICA

Fauna

Edité par la **Société entomologique suisse**

Rédacteur: Prof. Dr W. Sauter

9

EPHEMEROPTERA

(version française)

par

Denise Studemann • Peter Landolt • Michel Sartori • Daniel Hefti • Ivan Tomka

1992

Préface

Après plusieurs années d'attente, nous pouvons présenter un volume supplémentaire de la série faunistique. Quelques spécialistes se sont rencontrés et ont élaboré un ouvrage consacré aux éphémères. Cet ouvrage trouvera certainement un écho bien au-delà de nos frontières puisqu'il traite d'un groupe pour lequel aucun travail moderne n'existe en Europe. Les anciens travaux sont tous dépassés dans la mesure où de nombreuses espèces nouvelles ont été décrites ces dernières années et que de nouveaux critères d'identification ont vu le jour. De nombreuses espèces se sont également révélées être plus largement distribuées qu'on ne l'imaginait initialement. Les larves d'éphémères occupent une position centrale dans la biocénose des cours d'eau et elles constituent un groupe important par leur abondance et leur valeur bio-indicatrice. A ce titre, un ouvrage moderne de détermination utilisable par les écologistes était urgent. Le présent ouvrage devrait être en mesure de combler cette lacune, tout au moins pour l'Europe centrale puisqu'il ne se limite pas strictement à la faune de la Suisse mais considère également ses régions périphériques: le Jura français, le nord de la Savoie, le versant sud des Alpes centrales, le Vorarlberg, la partie sud-ouest de la Bavière, le Württemberg et le Südbaden, ce qui représente un total de 90 espèces. L'ouvrage devrait ainsi être utilisable pour la faune d'autres régions d'Europe centrale. Les nombreuses illustrations fournissent également au non-spécialiste une aide importante pour la détermination.

Contrairement au principe employé jusqu'à maintenant qui voulait que chaque volume soit publié dans la langue maternelle de l'auteur, le présent ouvrage fait l'objet de deux versions, française et allemande. Cela n'implique aucune modification générale du concept des «Insecta Helvetica». Dans ce cas, la décision a été prise, en plus du fait que les auteurs aient élaboré leurs manuscrits dans les deux langues, en fonction du groupe faunistique qui est susceptible d'intéresser également un public non entomologiste (particulièrement les bureaux privés d'écologie qui effectuent des expertises sur les cours d'eau). Nous espérons ainsi leur faciliter la tâche.

A cette occasion, je désire par contre faire part d'une modification importante: **la publication de la série des «Catalogus» est abandonnée.** Le dernier volume paru est le numéro 6: Scolytidae, Platypodidae de Paul Bovey. De tels travaux seront désormais publiés par le «Centre suisse de cartographie de la faune (CSCF)» à Neuchâtel dans la série «**Documenta Faunistica Helvetiae**» où les données faunistiques seront centralisées.

Prof. Dr W. SAUTER
RÉDACTEUR

I. INTRODUCTION

«Près du fleuve Hypanis qui se jette dans le détroit du Bosphore, on voit pendant le solstice d'été des follicules plus grands qu'un grain de raisin qui, en se rompant, donnent naissance à un animal ailé muni de quatre pattes. Ces êtres vivent et volent jusqu'au soir, s'affaiblissent lorsque le soleil s'incline vers l'occident, et meurent quand il se couche, leur vie n'ayant duré qu'un jour. De là, on les nomme éphémères.» Cette citation d'Aristote datant d'environ trois siècles av. J.-C. constitue la première observation d'un éphémère que la littérature nous ait léguée (FRANCISSEN & MOL, 1984). Tout ami de la nature connaît les vols crépusculaires typiques des éphémères. Le pêcheur à la mouche nomme ces insectes entre autres appellations «mouches de mai» et il en imite les couleurs et l'allure pour préparer ses appâts. Le mot Ephemeroptera (du grec: ephemeros = qui dure un jour, pteron = aile) se rapporte à la brièveté de vie des stades ailés. On oublie trop souvent pourtant qu'un éphémère passe des mois voire des années dans l'eau douce où il effectue son développement au cours de stades larvaires successifs.

Les Ephemeroptera, appelés en français éphémères ou éphéméroptères, constituent dans la classe des insectes un ordre qui compte environ 2000 espèces (HUBBARD & PETERS, 1976; MCCAFFERTY & EDMUNDS, 1979) groupées en 231 genres (HUBBARD, 1990) et réparties sur toute la planète à l'exception de l'Antarctique, des régions arctiques et de quelques îles isolées. Certaines îles océaniques et monts isolés sont assez pauvres en espèces, la plus grande diversité se trouvant dans les cours d'eau des zones tempérées (EDMUNDS, 1972). On estime le nombre d'espèces européennes à environ 300, dont 90 en Suisse et dans les régions avoisinantes. Dans nos eaux courantes, les éphémères représentent environ 60% des espèces et de la biomasse animales. Dans nos eaux stagnantes par contre, ces valeurs sont nettement moindres: le nombre d'espèces d'éphémères n'atteint que 1% des espèces animales et leur biomasse moins de 5% (HARPER & CLOUTIER, 1985).

Grâce à leurs stades ailés, les éphémères sont parmi les premiers macroinvertébrés colonisateurs des systèmes d'eau douce (LADLE *et al.*, 1980). En outre le phénomène de dérive des larves favorise le peuplement de nouveaux milieux (MÜLLER, 1974). Les larves d'éphémères occupent une place importante dans la chaîne alimentaire; la plupart d'entre elles sont des consommateurs primaires. Larves et adultes constituent de plus un réservoir nutritif conséquent pour les organismes prédateurs (araignées, poissons, oiseaux). Etant donné leurs exigences écologiques spécifiques, certaines espèces d'éphémères constituent d'excellents bioindicateurs (ZELINKA & MARVAN, 1961; VERNEAUX & TUFFERY, 1967; SOLDAN & LANDA, 1989; HEFTI & TOMKA, 1991). Les nuisances subies par un milieu naturel (déversement d'eaux d'origine industrielle, agricole ou domestique; aménagement de cours d'eau) se répercutent sur la composition faunistique de ce milieu.

Délaissés par les entomologistes durant des siècles, les éphémères sortent de l'ombre lorsque le Suisse François-Jules Pictet publie le premier ouvrage scientifique sur cet ordre d'insectes (PICTET, 1843-1845). Il y décrit et illustre remarquablement de nombreuses espèces, principalement des environs de Genève. Ce n'est qu'une trentaine d'années plus tard que les bases taxonomiques nécessaires à l'étude des éphémères sont posées par EATON (1883-1888). Le début du XXe siècle voit apparaître en Europe les ouvrages assez complets de KLAPALEK (1909), ULMER (1929) et SCHÖNEMUND (1930). Les ouvrages faunistiques et taxonomiques plus récents traitent de régions européennes limitées géographiquement et n'incluant pas la Suisse (MIKULSKI, 1936; UJHELYI, 1966; BOGOESCU, 1958; GRANDI, 1960; LANDA, 1969; BELFIORE, 1983; ELLIOTT & HUMPESCH, 1983; ELLIOTT *et al.*, 1988). Les travaux faunistiques concernant l'ensemble des éphéméroptères de Suisse consistent en listes faunistiques (ZURWERRA & TOMKA, 1984; SARTORI, 1988) et en une étude taxonomique (SARTORI, 1987). Le présent ouvrage est le premier à offrir des clés de détermination pour les espèces trouvées en Suisse.

II. MORPHOLOGIE

La morphologie des éphéméroptères reflète la bonne adaptation des larves au mode de vie aquatique et celle des subimagos et imagos à la vie aérienne. De plus, de nombreux caractères morphologiques sont déterminants pour l'identification des taxons.

Chez les larves, la forme des branchies trachéennes permet de distinguer les familles européennes. Pour déterminer les genres et les espèces, les pièces buccales sont souvent de première importance (forme des pièces, disposition des soies). La pilosité (soies, épines, écailles, microtriches) des tergites, des pattes ou des branchies trachéennes est utilisée dans de nombreux cas (Caenidae, Heptageniidae, Baetidae). L'observation de ces caractères nécessite souvent une préparation microscopique de la pièce. La configuration des tergites (prolongements latéro-postérieurs, protubérances), ainsi que les griffes tarsales fournissent parfois des indications utiles. La pigmentation est plus délicate à utiliser. D'une part elle est soumise à de grandes variations en fonction du substrat ou de la nourriture, comme chez *Ephemerella ignita* ou de nombreuses espèces du genre *Ecdyonurus*. D'autre part, les teintes d'un individu s'intensifient avec l'âge, alors qu'elles tendent à disparaître avec le temps sur les individus conservés en alcool. La pigmentation permet cependant la distinction des espèces de *Ephemera* et de certains *Caenis*.

En règle générale, la détermination des adultes (ou imagos) se fait à l'aide des pièces génitales des mâles (gonopodes, pénis). Les caractères spécifiques communs aux deux sexes sont rares (nervures alaires, proportions des articles des pattes), si bien qu'il est souvent difficile voire impossible de déterminer les femelles. L'observation des œufs permet parfois d'identifier les femelles (par exemple chez *Caenis* et *Rhithrogena*). Il est important de conserver et de préparer l'exuvie larvaire dans le cas d'élevage, afin de prendre en considération à la fois les caractères larvaires et adultes d'un individu.

1. Morphologie des larves

De cylindrique à comprimée dorso-ventralement, la forme générale des larves varie d'une famille à l'autre. Néanmoins, la présence de deux ou trois longs filaments caudaux, de branchies trachéennes abdominales et d'une seule griffe à chaque patte sont des caractères typiques et communs à toutes les larves d'éphéméroptères (fig. 1).

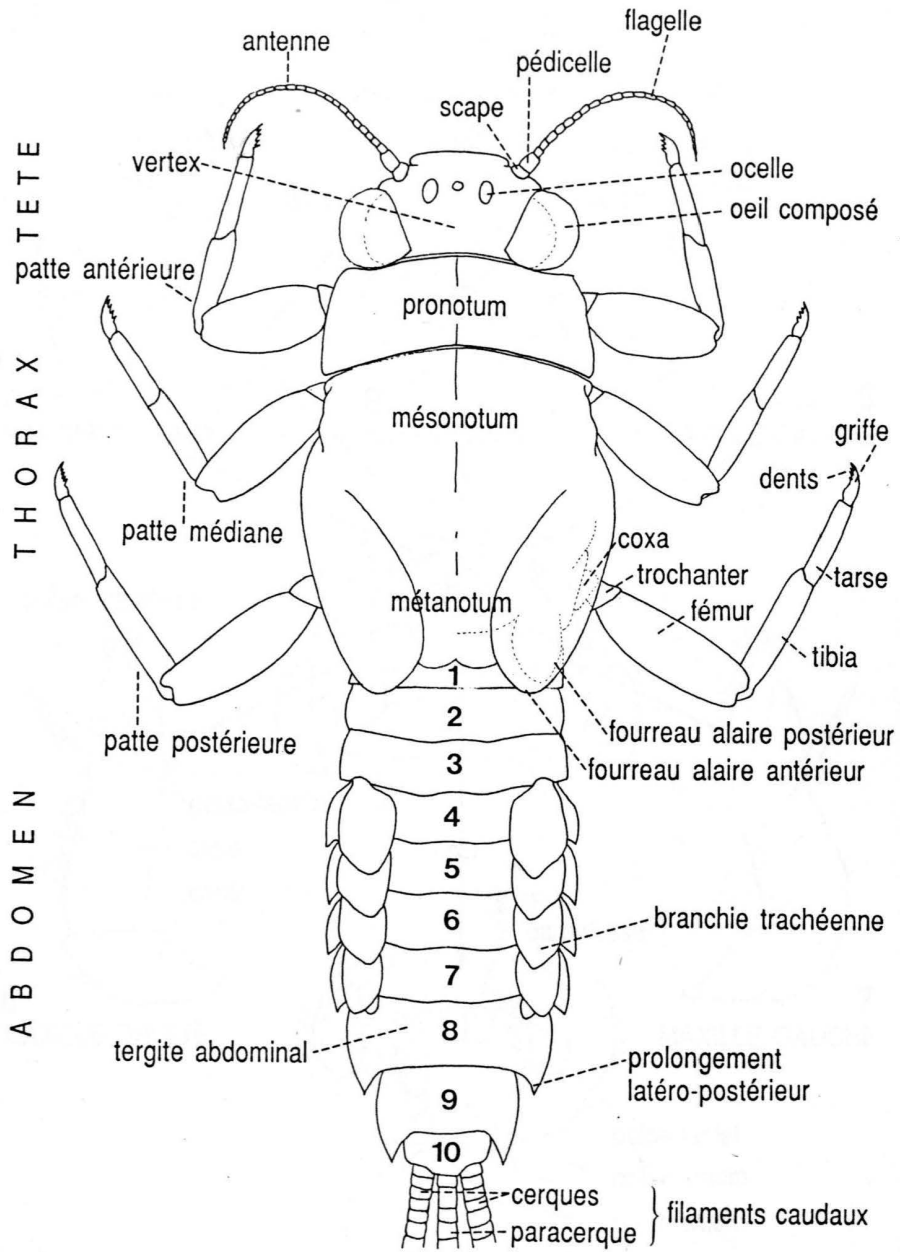


Fig. 1.
Schéma d'une larve (*Ephemerella*), vue dorsale (d'après EDMUNDS, 1984).

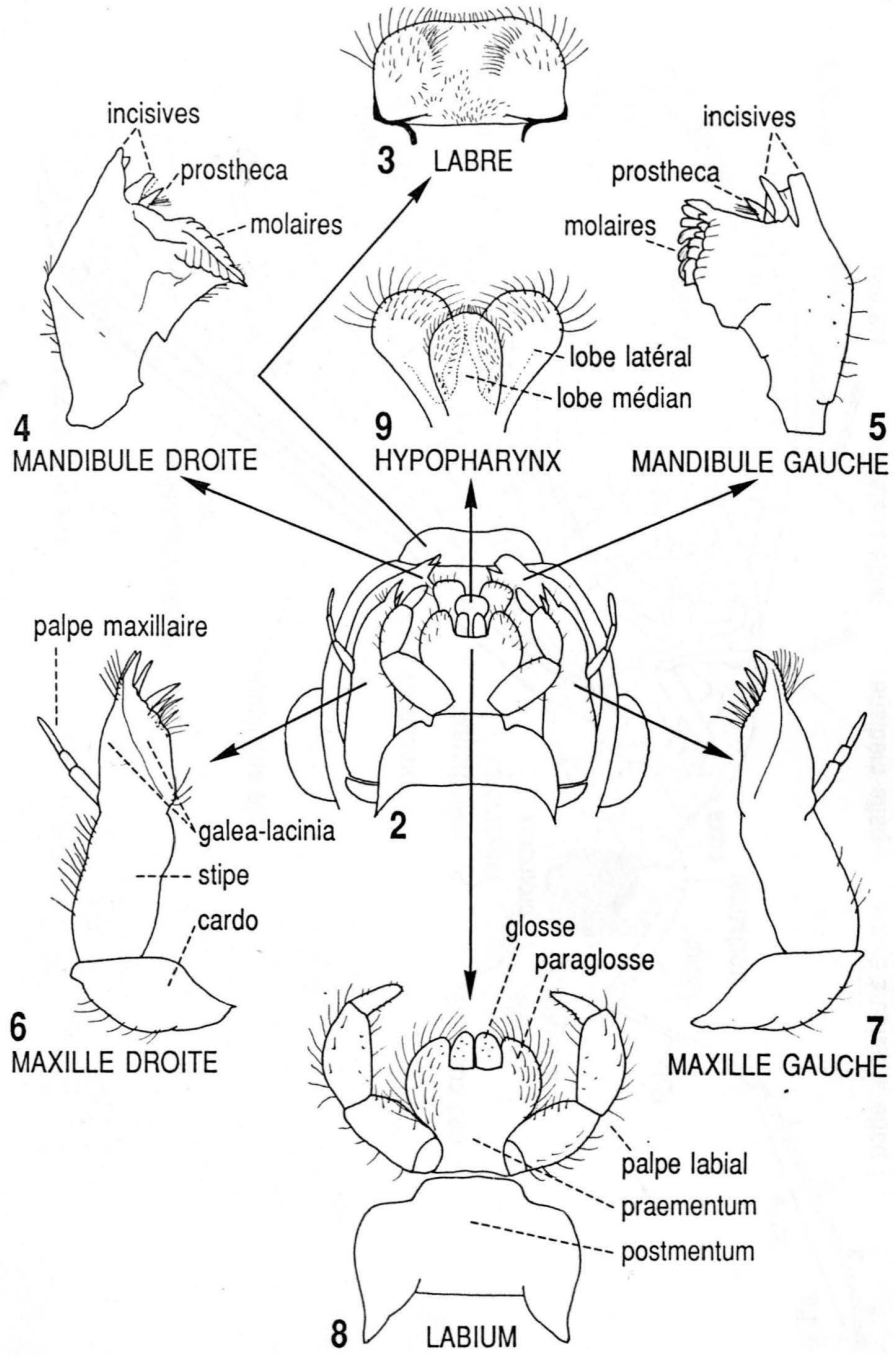
Tête. La tête porte deux yeux composés, situés latéralement (par exemple chez les Ephemerellidae et les Baetidae) ou dorsalement (chez les Heptageniidae et les Oligoneuriidae) et présentant souvent déjà le dimorphisme sexuel des adultes: yeux composés plus grands chez les mâles que chez les femelles. Les trois ocelles sont situés sur la partie dorsale de la tête, tandis que les antennes filiformes et de longueur variable sont insérées à la partie antérieure.

L'appareil buccal (fig. 2-9) de type broyeur comprend sept pièces bien développées. En position frontale se trouve le labre, lèvre supérieure de forme rectangulaire. Les deux mandibules sont asymétriques, fortement sclérifiées et portent chacune une partie incisive, une prostheca et une partie molaire. La partie incisive est formée de plusieurs dents, la prostheca porte une touffe de soies et la partie molaire est constituée de nombreux bourrelets et replis. La forme des mandibules varie en fonction du mode de vie. Les genres fouisseurs par exemple, comme *Ephemera* et *Ephoron*, présentent vers l'avant de longs prolongements mandibulaires. Les deux maxilles symétriques comprennent une pièce basale (le cardo), une pièce médiane (le stipe) et une pièce apicale (la galea-lacinia), les deux dernières étant le plus souvent peu séparées l'une de l'autre. La galea-lacinia porte dans sa partie apicale des structures de forme variable (peignes, brosses, denticules) et un palpe composé généralement de deux ou trois articles, mais pouvant être totalement absent. Chez *Oligoneuriella rhenana*, les maxilles portent à leur base une touffe de branchies trachéennes. Il s'agit dans nos régions du seul éphémère possédant des branchies céphaliques. Le labium forme la partie ventrale de l'appareil buccal. Il provient de la fusion des secondes maxilles et porte les glosses et les paraglosses. Les palpes labiaux comprennent deux ou trois articles. Palpes, glosses et paraglosses sont recouverts de soies. L'hypopharynx, pièce membraneuse densément ciliée, est fixé à la partie dorsale du labium. Il est constitué d'un lobe médian (lingua) et de deux lobes latéraux (superlinguae).

Thorax. Les larves possèdent un thorax généralement bien segmenté en trois parties (pro-, méso- et métathorax). Les faces dorsales (pro-, méso- et métanotum) sont reliées aux faces ventrales (pro-, méso- et métasternum) par les pleures latérales.

Chaque segment thoracique porte une paire de pattes bien développées, formées de cinq articles (coxa, trochanter, fémur, tibia et tarse) et munies d'une seule griffe pouvant être denticulée. Les pattes, notamment les antérieures, peuvent jouer un rôle autre que locomoteur, en portant des peignes ou des brosses utilisés dans le filtrage des particules nutritives en suspension

Fig. 2-9.
2-9: pièces buccales d'une larve (*Ephemerella ignita*), vue ventrale sauf labre en vue dorsale. 2: vue générale; 3: labre, vue dorsale; 4: mandibule droite; 5: mandibule gauche; 6: maxille droite; 7: maxille gauche; 8: labium; 9: hypopharynx.



dans l'eau comme c'est le cas chez *Oligoneuriella rhenana*. Pendant la vie larvaire, les ailes se développent dans des fourreaux portés par le méso- et le métanotum. Au dernier stade larvaire (nymphe), la coloration cuticulaire des fourreaux alaires disparaît et on peut entrevoir l'aile repliée, de couleur gris-noir.

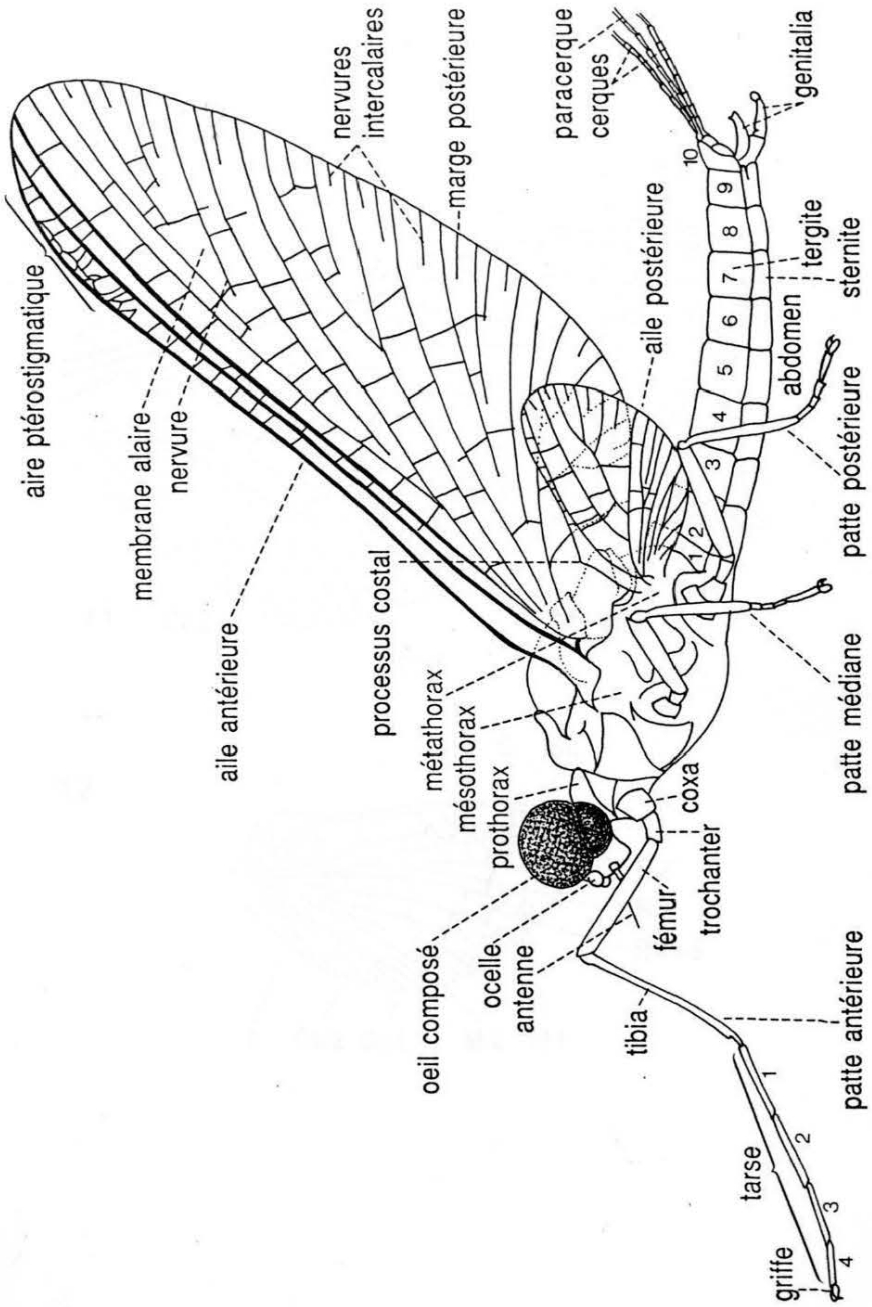
Abdomen. L'abdomen est constitué de dix segments visibles dorsalement (les tergites) et ventralement (les sternites). Le dixième tergite porte deux longs cerques et un troisième filament caudal au milieu, le paracerque ou filament terminal, pouvant être plus ou moins réduit. Du point de vue évolutif, le paracerque provient de la réduction du onzième segment abdominal. Les filaments caudaux peuvent être munis de longues soies ou de courtes brosses. Les segments abdominaux antérieurs portent des branchies trachéennes (appelées simplement **branchies** par la suite) permettant d'absorber l'oxygène dissous dans l'eau pour l'amener aux organes par un système de trachées très fines. Ces branchies, au nombre de cinq à sept paires, présentent une forme et une position variant énormément d'une famille à l'autre ou même d'un genre à l'autre.

2. Morphologie des stades ailés

Des ailes maintenues verticalement au repos ainsi que deux ou trois longs filaments caudaux sont des caractères typiques d'éphéméroptères adultes et subimagos (fig. 10). La distinction entre subimago et adulte est généralement aisée (photos I-IV). Les subimagos possèdent des ailes opaques, frangées de fines soies et recouvertes de microtriches. Chez les adultes par contre, les ailes sont transparentes, non frangées (sauf celles des Caenidae) et dépourvues de microtriches. Les pattes antérieures et les filaments caudaux sont plus courts chez les subimagos que chez les adultes, ce qui se remarque plus particulièrement chez les mâles. Les yeux et les pièces génitales des mâles n'atteignent leurs dimensions, structures et formes définitives, qu'au stade adulte.

Tête. Petite et d'aspect triangulaire, la tête porte deux yeux composés, nettement plus volumineux chez les mâles que chez les femelles (photos III-IV), sauf chez les Polymitarcyidae, les Caenidae et les Ephemeridae. Dans plusieurs familles (par exemple les Leptophlebiidae et les Ephemerellidae), les yeux des mâles sont partagés en deux zones de couleurs distinctes. Chez les Baetidae la séparation est si marquée que l'œil semble double: la partie dorsale hypertrophiée s'élève en un cylindre coloré, d'où l'appellation d'«œil en turban» (fig. 264).

Fig. 10.
Imago mâle, vue latérale (*Ephemerella ignita*).



Les trois ocelles sont disposés en triangle au sommet de la tête et sont généralement aussi plus grands chez les mâles que chez les femelles. Dans sa partie antérieure, la tête porte deux antennes courtes constituées de deux segments basaux (le scape et le pédicelle) et d'une série de petits articles réunis en un court flagelle. Les pièces buccales des adultes sont atrophiées et non fonctionnelles, en conséquence les éphémères ne s'alimentent pas durant leur courte vie aérienne.

Thorax. Le thorax est formé de trois segments: le prothorax nettement plus petit que les deux autres dont il est bien distinct, le mésothorax fortement dilaté par la musculature alaire et recouvert de nombreux sclérites, et le métathorax souvent difficile à distinguer du mésothorax. Chaque segment du thorax porte une paire de pattes longues et grêles, constituées en principe de cinq parties: la coxa, le trochanter, le fémur, le tibia et le tarse (composé de trois à cinq articles visibles et portant une griffe double). Chez les mâles, les pattes antérieures sont extrêmement longues et servent à maintenir les ailes de la femelle lors de l'accouplement. Le mésothorax porte une paire d'ailes antérieures bien développées. Les ailes postérieures sont toujours plus petites, souvent réduites (chez *Baetis, Centroptilum, Pseudocentroptilum, Acentrella*) ou même absentes (chez *Procloeon, Cloeon, Caenis*). La nervation alaire (fig. 11-12) est bien développée et se compose de nombreuses nervures longitudinales et transversales (sauf chez les Oligoneuriidae). Il n'existe aucun mécanisme de couplage des ailes qui augmenterait l'efficacité du vol.

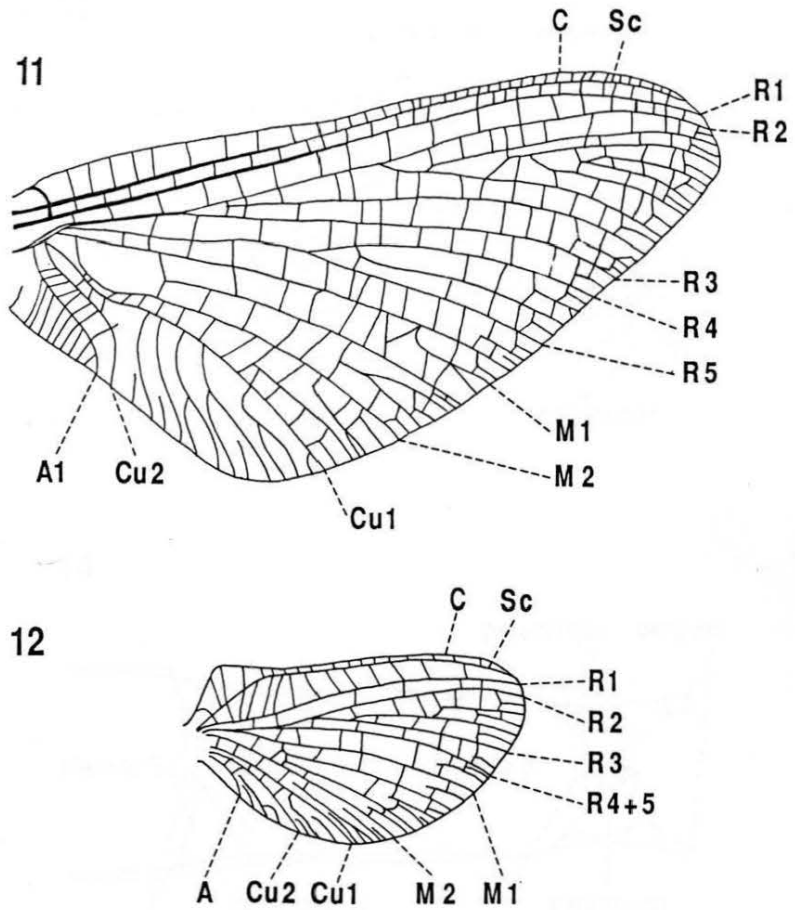


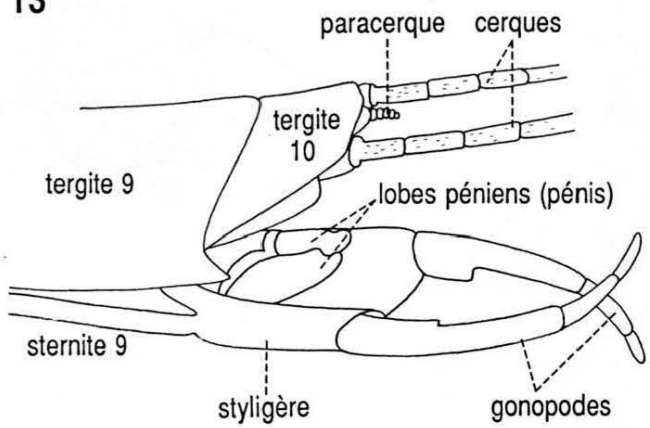
Fig. 11-12.
11-12: schéma des ailes (*Ephemera*), nomenclature selon KIMMINS (1972).
11: aile antérieure; 12: aile postérieure. C=costa, Sc=subcosta, R=radius, M=média, Cu=cubitus; A=nervure anale.

Abdomen. L'abdomen est composé de dix segments. Les neuf premiers sont très semblables et formés chacun d'un tergite et d'un sternite. Le dixième segment est réduit (fig. 13-14), il ne possède pas de sternite et porte deux ou trois filaments caudaux: les cerques à l'extérieur et le paracerque qui peut être atrophié comme chez les Baetidae ou les Heptageniidae. Les huit premiers segments abdominaux portent chacun une paire de stigmates respiratoires.

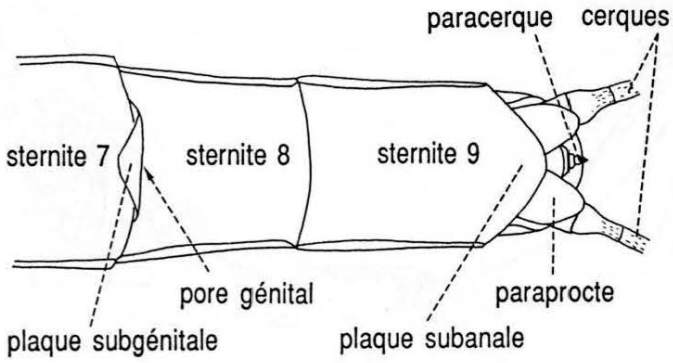
La partie postérieure du neuvième sternite est appelée styligère chez les mâles (fig. 13) et plaque subanale chez les femelles (fig. 14). Le styligère porte deux gonopodes constitués en général de trois à quatre articles, servant à maintenir l'abdomen de la femelle lors de l'accouplement (fig. 15). Le pénis est bien développé sauf chez les Baetidae. Il est formé de deux lobes symétriques et se situe dorsalement par rapport au styligère qui peut le cacher complètement, comme chez *Siphlonurus*. Chez la femelle, les deux oviductes aboutissent entre le septième et le huitième sternite, les orifices eux-mêmes étant masqués par une plaque subgénitale.

Fig. 13-14.
13-14: partie apicale de l'abdomen (*Siphlonurus*).
13: mâle, vue latérale; 14: femelle, vue ventrale.

13



14



III. BIOLOGIE

1. Développement

Les éphéméroptères sont des insectes hémimétaboles, c'est-à-dire que la morphologie des larves se rapproche progressivement de celle de l'imago au cours de la croissance et que le passage au stade imaginal s'effectue sans métamorphose complète. Toutefois le stade imaginal est précédé d'un stade ailé unique dans la classe des insectes: la subimago. Ce type de développement est appelé prométabolie (WEBER & WEIDNER, 1974).

Le développement embryonnaire (fig. 15, O=œuf) dure en moyenne dix à vingt jours en fonction de la température de l'eau (ELLIOTT & HUMPESCH, 1983). Certaines espèces, comme *Baetis vernus* ou *Ephemerella ignita*, effectuent une diapause dans l'œuf (BOHLE, 1969; 1972). Les œufs d'éphémères sont microscopiques (200 µm×100 µm) et de forme ovoïde. Ils peuvent être recouverts d'une substance qui gonfle au contact de l'eau. Aussitôt pondus dans l'eau, les œufs sont emportés par le courant. Des structures spéciales fixatrices ou une couche externe adhésive permettent un ancrage sur le substrat (KOSS & EDMUNDS, 1974).

La phase postembryonnaire commence avec l'éclosion de la larve néonate (fig. 15, l=jeune larve). Pour certaines espèces (*Rhithrogena loyolaea* p. ex.), on a pu établir une relation mathématique entre le taux d'éclosion d'une population et la température de l'eau (HUMPESCH, 1980a). Le pourcentage d'éclosion varie d'une espèce à l'autre, il peut atteindre 90% chez *Baetis rhodani*, et moins de 50% chez certaines espèces de Heptageniidae (HUMPESCH, 1980b). Les larves nouvellement écloses mesurent moins d'un millimètre de longueur et sont dépourvues de branchies visibles. Durant leurs premiers stades, les jeunes larves se tiennent enfouies dans le substrat jusqu'à un mètre de profondeur. Au cours de leur développement les larves (fig. 15, L=larve) croissent de manière discontinue par mues successives. A chaque mue, la larve abandonne la partie externe de son ancien tégument appelée exuvie. Ce remplacement périodique de l'exosquelette (enveloppe de chitine) permet également le renouvellement de cette cuticule externe qui peut être endommagée ou parasitée. Le développement larvaire complet comprend en général de 15 à 25 mues (FINK, 1980). Les caractères morphologiques et physiologiques propres aux adultes (ailes, appareil reproducteur fonctionnel) se réalisent peu à peu, notamment au cours du dernier stade larvaire (=stade nymphal).

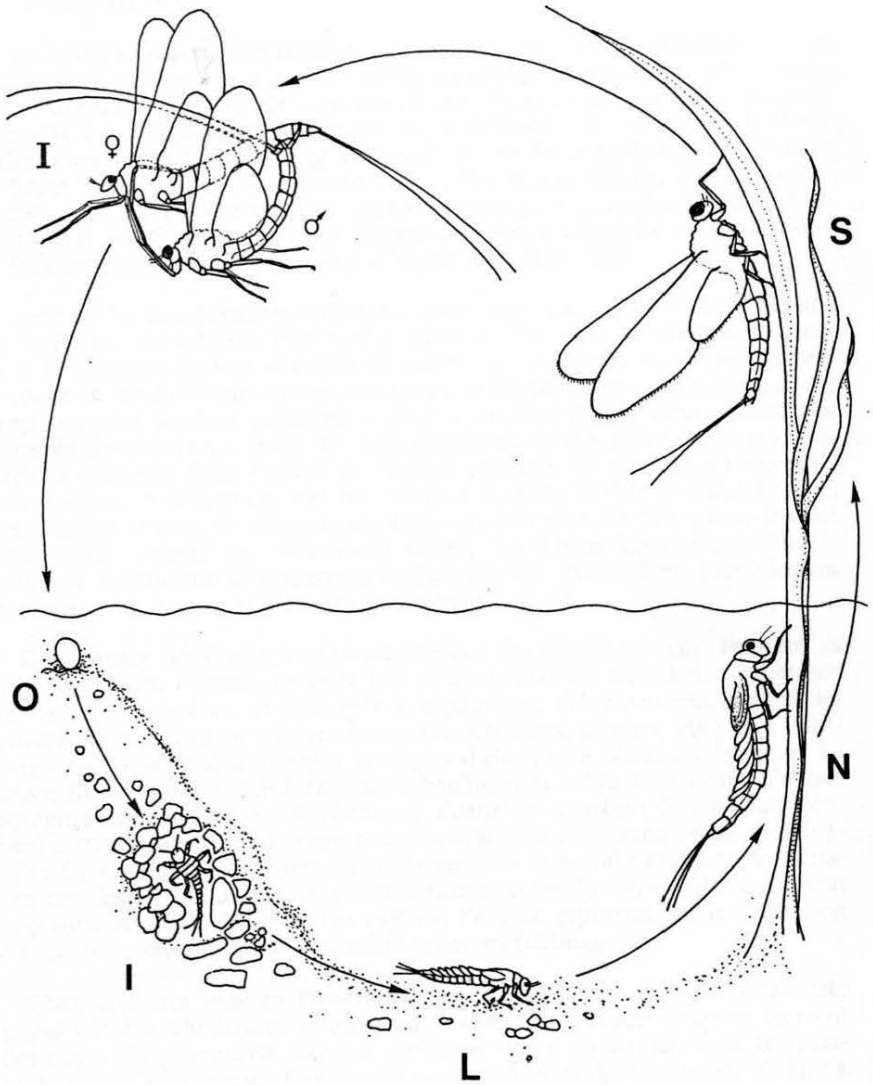


Fig. 15.
Cycle de développement.
O=œuf; l=jeune larve; L=larve; N=nymphe; S=subimago; I=imago.

Lorsque la larve a atteint son dernier stade (fig. 15, N=nymphe), elle présente souvent des couleurs plus foncées, particulièrement dans la région thoracique et les ailes repliées dans les fourreaux alaires apparaissent noires. Cette pigmentation favorise une élévation de la température du corps par absorption de lumière et pourrait ainsi activer la transformation. Peu avant la mue subimaginale, la nymphe cesse de s'alimenter. Elle se transforme enfin en un stade ailé, la subimago (fig. 15, S=subimago). Ce processus est appelé émergence. Le stade subimaginal dure de quelques minutes (chez *Oligoneuriella rhenana, Ephoron virgo, Caenis spp.*) à quelques jours (chez les Heptageniidae et les Siphlonuridae). La température ambiante influence la durée du stade subimaginal qui se termine au moment de la mue imaginale. Le fait qu'un stade ailé subisse encore une mue est un cas unique dans la classe des insectes. Plusieurs hypothèses ont été proposées à ce phénomène. Le stade subimaginal pourrait être un caractère primitif qui a pu se maintenir grâce à sa brièveté le soustrayant à la pression sélective (SCHAEFER, 1975). D'autres suppositions se fondent sur la morphologie: les longs filaments caudaux et les longues pattes antérieures des mâles ne pourraient pas se distendre en une seule étape, de la nymphe à l'imago (MAIORANA, 1979). Par ailleurs les ailes des subimagos sont recouvertes de fines soies formant une couche hydrofuge, si bien que les ailes restent fonctionnelles même après un contact avec l'eau. Cette pilosité par contre est une entrave au vol (EDMUNDS & MCCAFFERTY, 1988).

La mue imaginale (photos V-VIII) dure quelques minutes et se déroule en principe à couvert (végétation, habitations). Le stade adulte ou imaginal (fig. 15, I=imago) n'assume qu'une seule fonction: la reproduction. L'accouplement a toujours lieu en vol. Les mâles fécondent les femelles le plus souvent au cours d'un vol nuptial caractéristique. Ni les subimagos ni les imagos ne se nourrissent, leur appareil buccal et leur tube digestif étant atrophiés. Ce dernier est souvent rempli d'air et ne joue plus qu'un rôle aérostatique. Cette atrophie fait ainsi que la grande dépense d'énergie (provenant des réserves de lipides et de glycogène) pour le vol nuptial expliquent la brièveté du stade imaginal. En effet, un éphémère adulte ne vit en moyenne qu'une trentaine d'heures dans le milieu naturel.

Certaines espèces se reproduisent non seulement par mode bisexué, mais également par parthénogenèse. Dans ce cas, les mâles sont extrêmement rares (par exemple chez *Ephemerella notata*). Des expériences d'élevage (DEGRANGE, 1960) ont montré que par parthénogenèse peuvent naître soit les deux sexes (par exemple chez *Centroptilum luteolum*), soit uniquement des femelles (par exemple chez *Cloeon simile*). Enfin, dans nos régions, il existe une espèce ovovivipare, *Cloeon dipterum*. L'embryogenèse s'effectue à l'intérieur du système reproducteur de la femelle. Après une quinzaine de jours, la femelle gagne un plan d'eau à la surface duquel elle largue des œufs contenant des larves prêtes à éclore.

2. Ethologie

Au terme de son développement, l'embryon occupe dans l'œuf une position caractéristique, le corps arqué, les pattes repliées en S. L'éclosion est précédée de la déglutition du liquide amniotique puis de l'eau qui a pénétré à l'intérieur de l'œuf. L'**éclosion** débute par la perforation des enveloppes de l'œuf grâce à un «ruptor ovi» (=dent de l'œuf), et elle s'accompagne du rejet de la cuticule larvaire. La larve néonate sort sa tête et son thorax, fixe ses pattes sur le bord de l'ouverture puis dégage le reste de son corps. Sa taille s'est considérablement accrue par les absorptions d'eau successives. Le processus d'éclosion dure environ 5 minutes (DEGRANGE, 1956; 1961).

Pendant les tout premiers stades, les jeunes larves se tiennent enfouies dans les interstices du substrat. Plus tard l'activité des larves se différencie, en fonction notamment de leur stratégie de nutrition. Les jeunes larves se trouvent souvent en faciès lotique, tandis que les nymphes préfèrent le calme des zones lentiques pour attendre l'émergence, c'est le cas chez *Ecdyonurus venosus* par exemple (IMHOF *et al.*, 1988). La plus grande partie des larves présentent une activité nocturne. Sous l'action du courant, certaines larves sont arrachées de leur substrat et emportées par lui. D'après WATERS (1972) et ALLAN (1978) cette dérive larvaire devrait être plus importante la nuit. Ce fait a toutefois été récemment contesté par WILZBACH (1990). La dérive larvaire constitue le principal mécanisme de dispersion de l'espèce vers l'aval. Il est partiellement compensé par une migration des larves vers l'amont.

L'émergence représente une phase critique du développement. Pendant sa transformation, l'insecte ne peut fuir ni les prédateurs aquatiques (poissons, larves de trichoptères, de plécoptères, d'odonates, de coléoptères, etc.) ni les prédateurs terrestres ou aériens (araignées, libellules, oiseaux, etc.). Les éphémères ont développé différentes stratégies d'émergence. Chez les nymphes du genre *Electrogena* la transformation en subimagos a lieu sous l'eau; d'autres nymphes (Ephemerellidae, *Rhithrogena, Baetis*) se détachent du substrat, viennent flotter à la surface de l'eau et se transforment en subimagos en une vingtaine de secondes; les Ephemeridae nagent vers la surface et muent instantanément; les Siphlonuridae, les *Habroleptoides* et les *Paraleptophlebia* utilisent une autre stratégie: les nymphes quittent l'eau en grimpant sur la végétation ou sur les pierres où elles se transforment en subimagos.

Chez certaines espèces l'émergence est synchronisée, si bien qu'un très grand nombre d'individus éclosent en l'espace de quelques jours et forment des nuées (*Oligoneuriella rhenana, Ephoron virgo*). La lumière et la température peuvent agir comme facteurs de synchronisation (SAVOLAINEN, 1978). La présence simultanée d'un très grand nombre d'individus favorise la rencontre entre mâles et femelles; elle pourrait aussi contribuer à la survie d'une population d'éphémères en rassasiant les prédateurs (SWEENEY & VANNOTE, 1982). Chez certaines espèces par contre, comme *Cloeon dipterum*, les émergences peuvent se poursuivre durant plusieurs semaines; les larves se transforment une à une en subimagos. Les individus restant dans l'eau permettent à

la population de supporter des conditions défavorables. De longues périodes d'émergence ou de vol contribuent à réduire l'action des facteurs climatiques défavorables. Les subimagos qui ne muent pas aussitôt en imagos gagnent la végétation riveraine dans laquelle elles se tiennent quelques jours.

La mue imaginale terminée, les mâles effectuent un **vol nuptial** en attendant les femelles pour l'accouplement. Les facteurs qui induisent le vol sont nombreux, mais les plus importants sont l'intensité lumineuse, la température de l'air, l'humidité relative et la force du vent (SAVOLAINEN, 1978). Dans nos régions, la plupart des espèces volent de préférence dans le cours de l'après-midi jusqu'en début de soirée, et même après le coucher du soleil. Certaines espèces volent exclusivement au lever du soleil, comme *Caenis macrura* (MALZACHER, 1986). On peut observer un décalage dans la période de vol en fonction de l'altitude. Dans les localités de l'étage montagnard par exemple, pour une espèce donnée le vol peut commencer plus tôt dans la journée qu'en plaine (SARTORI, 1987).

Le type de danse effectuée par les mâles dans l'attente des femelles est assez caractéristique et consiste le plus souvent en mouvements alternatifs verticaux, plus rarement horizontaux comme chez *Caenis pusilla* ou *Oligoneuriella rhenana*. L'amplitude de ces mouvements varie d'un groupe à l'autre, pouvant aller jusqu'à plusieurs mètres. Le mouvement se compose d'une phase ascensionnelle active, suivie d'une descente plus ou moins passive.

Le vol peut se dérouler sur l'eau ou à proximité immédiate de l'eau, comme pour *Oligoneuriella rhenana, Baetis spp., Centroptilum luteolum, Epeorus spp.* Mais des essaims peuvent également être observés à plusieurs kilomètres des lieux d'émergence, comme par exemple ceux d'*Ephemerella ignita, Rhithrogena semicolorata, Ecdyonurus venosus, Ephemera danica*. Il convient de signaler toutefois qu'il n'existe pas de conditions précises quant à la localisation du vol qui est surtout fonction des milieux favorables (clairière, chemin forestier, buissons, etc.). Il arrive même qu'une route soit prise pour un lieu de ponte par exemple par *Ephemerella ignita* ou *Rhithrogena semicolorata*. La hauteur à laquelle se déroulent ces vols est très variable, elle est influencée par des paramètres environnementaux comme le vent ou la pression atmosphérique. Le vol se déroule à hauteur variable, parfois à une dizaine de mètres au-dessus du sol, ou à quelques centimètres seulement au-dessus du plan d'eau pour *Oligoneuriella rhenana*.

Le nombre d'individus et la formation de vol adoptée par les mâles durant l'attente des femelles varient également d'un groupe à l'autre. Chez certaines espèces, comme *Caenis luctuosa, Habroleptoides spp., Baetis spp.*, les mâles forment de petits essaims compacts et bien distincts, comptant quelques dizaines d'individus. Chez d'autres espèces en revanche, comme *Epeorus spp., Ecdyonurus spp., Siphlonurus spp., Ephemera spp.*, les essaims sont beaucoup plus lâches et diffus et ils peuvent comprendre plusieurs centaines, voire plusieurs milliers d'individus. Enfin pour certaines espèces, comme celles du genre *Electrogena*, les imagos mâles semblent moins grégaires et ne forment pas d'essaims très caractérisés.

Après la transformation en imagos, les femelles quittent la végétation et se dirigent vers l'essaim où elles sont saisies par les mâles. L'**accouplement** se déroule en vol et ne dure que quelques secondes: le mâle se place sous la femelle, ses pattes antérieures recourbées sur les sclérites axillaires des ailes antérieures de la femelle, en maintenant l'abdomen de sa partenaire au moyen de ses gonopodes (BRINCK, 1957) (fig. 15, I). Le plus souvent, les femelles commencent à pondre aussitôt. Cependant chez certaines espèces, elles peuvent entreprendre auparavant un vol particulier. Elles remontent activement le cours d'eau sur plusieurs centaines de mètres, voire sur plusieurs kilomètres. Ce comportement est connu sous le nom de vol de compensation des femelles, car il est supposé compenser la dérive larvaire qui entraînerait à long terme un dépeuplement de l'amont de la rivière. De plus il permet à l'espèce de coloniser d'éventuels biotopes nouveaux (MÜLLER, 1954; THOMAS, 1975).

Après avoir choisi le site adéquat, les femelles commencent leur **ponte**. Certaines femelles volent très près de la surface de l'eau et relâchent leurs œufs en frappant l'eau de l'extrémité de leur abdomen. C'est le cas par exemple pour les *Rhithrogena, Heptagenia, Ephemerella* (photo XXVIII), *Ephemera* ou encore certains *Ecdyonurus*. Les femelles de *Oligoneuriella* et de *Siphlonurus* libèrent leurs œufs en volant au-dessus de l'eau. Chez les *Epeorus*, les *Habroleptoides* ou certains *Ecdyonurus*, les femelles se posent sur une pierre, plongent leur abdomen dans l'eau et relâchent leurs œufs. La plupart des femelles du genre *Baetis* présentent un comportement de ponte tout à fait particulier, puisqu'elles s'immergent entièrement pour fixer leurs œufs sur le substrat adéquat (généralement le dessous d'une pierre). Quant à *Cloeon dipterum*, espèce ovovivipare, la femelle largue dans l'eau des œufs contenant des larves prêtes à éclore (DEGRANGE, 1961).

La fécondité des femelles varie en fonction de l'espèce et de la taille de l'individu (HUMPESCH, 1984; SARTORI & SARTORI-FAUSEL, 1991), ainsi qu'en fonction de la génération pour les espèces multivoltines (HUMPESCH & ELLIOTT, 1984). Les espèces les plus fécondes dans nos régions, comme celles de *Epeorus* ou *Ephemera*, peuvent pondre plus de 7000 œufs, tandis que les moins fécondes, comme celles de *Ephemerella, Habrophlebia, Caenis* ou certains *Baetis* par exemple, pondent généralement moins de 1000 œufs (DEGRANGE, 1960).

3. Cycles de développement

Les cycles de développement ou cycles vitaux comprennent deux étapes: la période de croissance des larves, y compris l'émergence, et la période de vol des insectes ailés (subimagos et imagos). Les cycles vitaux sont sous la dépendance plus ou moins étroite de facteurs abiotiques.

Types de cycles vitaux. Au cours de l'évolution, les éphémères ont développé différents types de cycles vitaux (CLIFFORD, 1982; BRITTAIN, 1982). A la

grande distinction entre les cycles annuels (univoltins), inférieurs à un an (multivoltins) et se déroulant sur plusieurs années (partivoltins), s'ajoute la distinction basée sur la période de vie larvaire. Pour les éphémères de Suisse et des régions avoisinantes, on peut distinguer les types de cycles suivants:

- cycles univoltins

Uw	cycle univoltin hivernal	hibernation sous forme de larve
Us	cycle univoltin estival	développement larvaire et éclosion durant l'été; hibernation sous forme d'œuf
Us-Uw	cycle univoltin	hibernation sous forme d'œuf pour la majorité de la population, sous forme de larve pour une petite partie de la population

- cycles multivoltins

MB	cycle bivoltin	deux générations par an
MBss	cycle bivoltin estival	développement larvaire et éclosion de deux générations en été, hibernation sous forme d'œuf
MBws	cycle bivoltin hivernal/estival	éclosion de deux générations, l'une généralement printanière, l'autre estivale
MP	cycle polyvoltin	au moins trois générations par an, le plus souvent avec au moins deux générations estivales et une génération hivernant sous forme de larve

- cycle partivoltin

2Y	cycle semivoltin	durée d'une génération: environ deux ans

Certaines espèces ne peuvent être classées dans aucun des types de base; elles présentent des cycles variables d'une année à l'autre ou d'un habitat à l'autre, ou n'offrent des cycles spéciaux que dans certaines populations isolées. Suivant les régions dans lesquelles elles se trouvent, des populations d'une même espèce peuvent présenter des cycles différents: par exemple *Baetis alpinus* est bivoltin en dessous de 1000 m d'altitude et univoltin en dessus de 1000 m (HUMPESCH, 1984).

4. Habitats et types morpho-écologiques des larves

Les larves d'éphéméroptères colonisent pratiquement tous les milieux d'eau douce, aussi bien les eaux courantes (torrents, ruisseaux, rivières et fleuves) que les eaux stagnantes (étangs, lacs). Elles appartiennent typiquement au benthos, c'est-à-dire aux communautés qui vivent en contact direct avec le fond de l'eau. Toutefois dans les eaux calmes certaines espèces peuvent vivre en pleine eau. D'après la nature des substrats colonisés, on peut grossièrement diviser les éphéméroptères en deux types. On distingue, d'une part, les espèces lithophiles qui vivent sur des substrats durs (blocs de pierres), meubles (graviers et sables) ou mous (limon, argile) et, d'autre part, les espèces phytophiles qui affectionnent plutôt la végétation ou les supports recouverts de débris organiques.

La majorité des larves d'éphéméroptères manifestent une propension marquée pour les **eaux courantes**. La structure d'un cours d'eau naturel présente une diversité d'habitats remarquable (fig. 16) que les éphémères exploitent grâce à des adaptations physiologiques et comportementales (HEFTI *et al.*, 1985). Les radiers par exemple sont des zones lotiques d'érosion caractérisées par des vitesses d'écoulement importantes et par une faible profondeur. Les espèces adaptées à un tel environnement sont appelées rhéophiles (par exemple celles des genres *Epeorus* ou *Rhithrogena*) et certaines ne peuvent survivre que dans ces faciès. Les mouilles au contraire caractérisent des zones lentiques. A ce niveau, les faibles vitesses d'écoulement permettent aux sédiments fins de s'accumuler localement tout en modifiant la morphologie du lit. Les zones lentiques se retrouvent notamment aux bords des cours d'eau où elles forment entre le milieu terrestre et le milieu aquatique une zone de transition d'une importance considérable pour l'émergence.

Certaines espèces d'éphéméroptères vivent en **eaux stagnantes** et constituent des communautés limnophiles typiques. Ces dernières sont généralement limitées à la zone littorale ou à la ceinture de macrophytes. Peu d'espèces vivent exclusivement en eau stagnante (*Cloeon dipterum, Caenis lactea, C. robusta, Leptophlebia marginata*). Ce fait semble indiquer que la vie en eau stagnante est une adaptation secondaire. Certaines espèces typiquement lotiques se retrouvent par contre dans les zones littorales des lacs balayées par le flux et le reflux des vagues (par exemple des espèces des genres *Ecdyonurus, Caenis* ou *Baetis*).

Types morpho-écologiques. Du point de vue de leur morphologie, les larves d'éphéméroptères peuvent être classées en différents types en fonction de leur habitat. Cette classification n'est toutefois pas exclusive puisque l'habitat de certaines espèces peut se modifier pendant le développement larvaire. Le système suivant s'inspire de celui de ELLIOTT *et al.* (1988) qui distingue les types nageur, agrippeur, rampant, grimpeur et fouisseur.

Type nageur (fig. 18-20, 23-26). Les larves de ce type présentent un corps allongé, hydrodynamique et généralement prolongé par des filaments caudaux portant de longues soies. Par des ondulations rapides de l'abdomen, les larves se propulsent à grande vitesse dans l'eau libre ou entre la végétation. Ces frétillements continuent d'ailleurs à se manifester dans le filet où les larves ainsi capturées rappellent par leur allure de petits alevins. Au repos, les larves se cachent sur la végétation ou sur les pierres du fond. Les espèces limnophiles et celles vivant au sein de zones lentiques appartiennent à ce groupe. C'est le cas des espèces de Siphlonuridae, Rallidentidae, Baetidae (à l'exception des genres *Baetis* et *Acentrella*).

Type agrippeur (fig. 21-22, 27-32). Ce type de larves est sans doute le plus caractéristique pour les éphéméroptères. Bien que capables de nager activement, les larves demeurent en contact direct avec le substrat en s'y agrippant fermement. A cet effet, elles possèdent des griffes tarsales bien développées. Le type agrippeur regroupe essentiellement des espèces benthiques rhéophiles, il comprend notamment tous les représentants de la famille des Heptageniidae et des Oligoneuriidae, ainsi que les espèces des genres *Baetis* et *Acentrella* (Baetidae). Le type agrippeur présente toutefois plusieurs variantes morphologiques qui démontrent l'existence de micro-habitats spécifiques.

Chez les Heptageniidae et les Oligoneuriidae, les larves sont toutes caractérisées par un aplatissement dorso-ventral du corps et par la position latérale des pattes. Cette allure trapézoïdale permet aux larves de s'aplatir sur les pierres à l'intérieur de la zone de contact avec le courant (couche limite), là où la vitesse d'écoulement est beaucoup plus faible. Les larves, apparemment exposées en plein courant, sont en fait entourées par une enveloppe non turbulente. ? Chez les représentants de certains genres (*Rhithrogena, Epeorus*), les lamelles branchiales ont subi des modifications importantes: elles sont immobiles et celles de la première paire se rejoignent ventralement pour former une ventouse. ? Pour les autres genres (*Ecdyonurus, Electrogena, Heptagenia*), la spécificité d'habitat est moins marquée. Ces larves peuvent également survivre dans des zones plus lentiques, entre autres grâce aux mouvements des branchies qui favorisent l'apport d'oxygène.

Contrairement à celles des Heptageniidae, certaines larves de Baetidae ont développé une morphologie hydrodynamique leur permettant d'affronter des courants considérables. Agrippées au substrat à l'aide de leurs pattes, les larves placent leur abdomen dans les lignes du courant en utilisant leurs filaments caudaux comme un gouvernail.

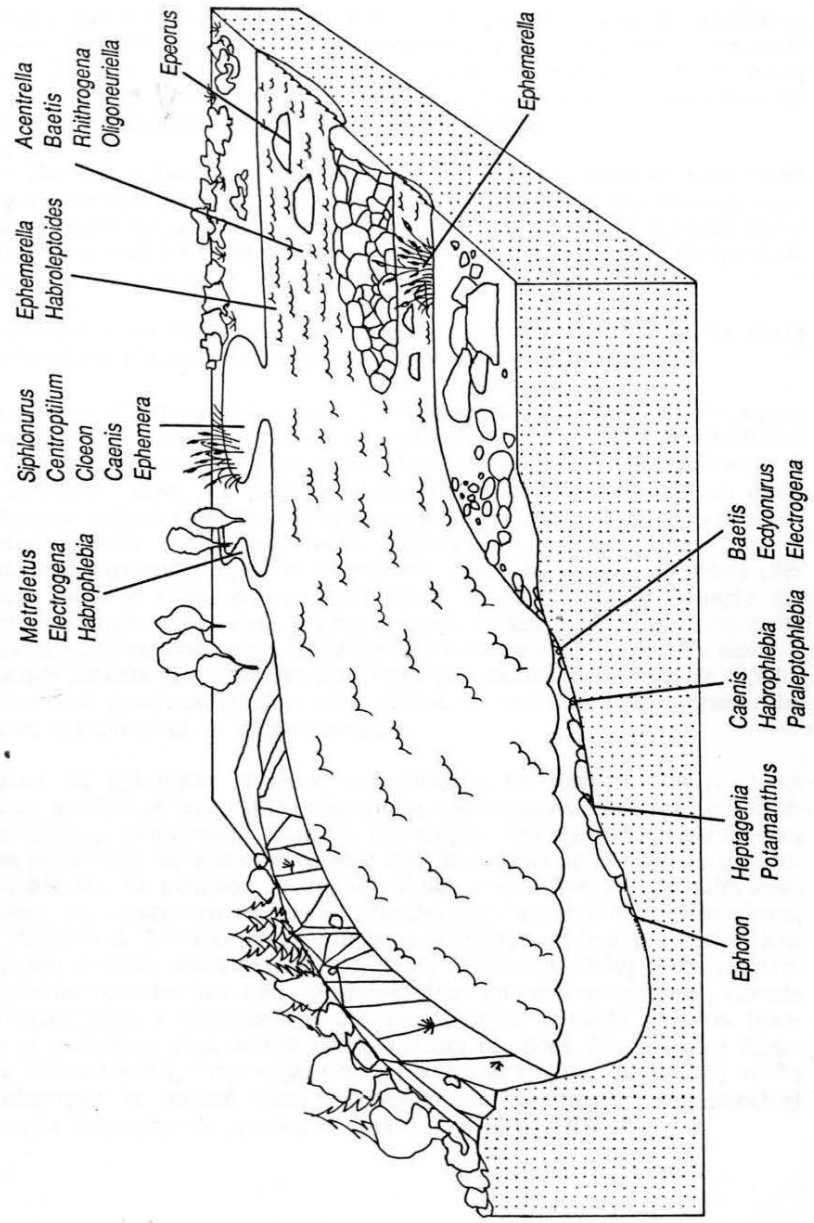


Fig. 16.
Localisation typique des larves de quelques genres.

Type rampant (fig. 34-39, 42). Les larves de ce type sont de médiocres nageuses qui doivent sans cesse éviter les contraintes du courant. Pour évoluer, elles se faufilent entre les différents éléments du substrat ou à la surface de débris organiques et de feuilles mortes. Leur niche écologique correspond aux zones situées entre les pierres du lit. Leur corps présente un aspect serpentiforme avec un abdomen et des branchies souples (Leptophlebiidae, *Potamanthus luteus*) ou une petite taille avec des branchies fonctionnelles protégées par une paire de branchies en forme de plaques (Caenidae).

Type grimpeur (fig. 33, 168-170). Les larves de ce type (Ephemerellidae) sont également des nageuses maladroites qui évitent le courant. Contrairement aux larves rampantes, les grimpeurs ne se limitent pas au lit du cours d'eau, mais pénètrent au sein de la végétation (mousses, algues, macrophytes). Leur corps est hérissé de petites protubérances plus ou moins développées qui leur permettent de s'accrocher dans la végétation.

Type fouisseur (fig. 40-41). Les larves de ce type (Ephemeridae, Polymitarcyidae) recherchent des substrats meubles ou mous dans lesquels elles s'enfouissent partiellement ou totalement. Ces larves présentent des pattes antérieures fouisseuses robustes ainsi qu'une paire de mandibules à longs prolongements externes. Le corps est allongé, il porte des branchies plumeuses et souples, rabattues dorsalement, adaptées au mode de vie en galeries. On les trouve aussi bien en milieu stagnant que dans les zones lentiques des cours d'eau.

Une étude comparée de morphologie fonctionnelle permet d'obtenir de précieuses informations quant à l'écologie de certains groupes. Cette classification morpho-écologique des larves illustre également les phénomènes de convergence intervenus dans l'évolution des éphéméroptères en fonction des contraintes de l'environnement. Elle n'a par contre aucune validité systématique puisque deux larves morphologiquement semblables et qui présentent apparemment le même type d'habitat peuvent appartenir à des groupes taxonomiques distincts (par exemple *Ephemera* et *Ephoron*).

5. Types de nutrition des larves

La nutrition des larves d'éphémères consiste principalement en particules organiques ou minérales, périphyton, bactéries et champignons. Ces derniers adhèrent souvent aux détritus ou au substrat par des organogels.

Les très jeunes larves ne sont pas spécialisées: elles se nourrissent de particules organiques, de bactéries et de champignons qu'elles trouvent dans les interstices du substrat. Aux stades plus avancés, les larves de Baetidae, Potamanthidae et Caenidae restent très peu spécialisées. On les nomme **collectrices** (STRENGER, 1973; 1979). Leur appareil buccal fonctionne de la façon

suivante: munis de soies fines et éparses, les palpes labiaux et maxillaires poussent la nourriture vers les galeae-laciniae puis vers les glosses et les paraglosses. De là, les particules nutritives sont dirigées vers les mandibules. Alors que les incisives s'entrecroisent, les molaires agglomèrent la nourriture en portions que l'hypopharynx pousse dans l'œsophage.

Les Baetidae prélèvent la nourriture à la surface du substrat sous forme de toutes petites particules, souvent déjà partiellement digérées par d'autres organismes comme les gammares. Les Potamanthidae fouillent les grandes zones interstitielles sous les grosses pierres plates, de même que les Caenidae dans les couches supérieures du substrat fin.

Au contraire, les larves âgées des autres familles sont plus spécialisées. Cette différenciation s'illustre au niveau de l'appareil buccal.

Les larves d'Heptageniidae sont des **brouteurs**, elles prélèvent les algues recouvrant les substrats solides au moyen de leurs palpes maxillaires et labiaux puissamment développés (STRENGER, 1953; MCSHAFFREY & MCCAFFERTY, 1986). Le palpe et l'apex des galeae-laciniae sont en outre pourvus de peignes et de brosses qui favorisent le grattage. Les larves d'Ephemerellidae de leur côté se nourrissent d'algues libres trouvées dans le substrat ou sur des fragments de plantes supérieures. Mais chez certaines espèces elles peuvent aussi se comporter en prédatrices, en capturant par exemple des larves de Chironomidae dans les zones interstitielles supérieures. L'extrémité apicale des galeae-laciniae des Ephemerellidae est pourvue de grandes dents et les palpes labiaux et maxillaires sont fortement réduits. Les larves de Siphlonuridae sont aussi spécialisées: elles râclent les végétaux pour recueillir les couches superficielles en décomposition.

Parmi les éphémères **filtreurs**, on distingue les filtreurs passifs et les filtreurs actifs. Les larves d'Oligoneuriidae appartiennent à la première catégorie. Elles se positionnent face au courant, la tête légèrement relevée. Les pattes antérieures redressées recueillent dans leurs soies de minuscules particules de détritus, du plancton ou des unicellulaires en dérive. A intervalles assez réguliers, ces pattes sont repliées et peignées par l'appareil buccal densément cilié (ELPERS & TOMKA, 1992). Les larves d'*Ephoron virgo* par contre font partie des filtreurs actifs (STRENGER, 1977; WALLACE, 1980). Elles creusent des galeries ouvertes aux deux extrémités dans un substrat compact, comme de l'argile. Elles y maintiennent un courant d'eau à l'aide de leurs branchies et récupèrent ainsi de fins détritus et des bactéries. Les larves de *Ephemera*, filtreurs actifs, s'enfouissent dans le substrat grossier (*E. danica*) ou fin (*E. glaucops*); le courant d'eau occasionné par le battement des branchies permet la formation de galeries et apporte les particules nutritives.

IV. RÉCOLTE, ÉLEVAGE ET CONSERVATION

1. Méthodes de récolte

Récolte des larves. Comme il a été précisé, les larves des différentes espèces d'éphémères colonisent les divers milieux aquatiques selon des modalités très variées. Il est donc nécessaire d'adapter les méthodes de récolte aux espèces recherchées et de prospecter les habitats appropriés: sous les pierres, dans la végétation ou directement dans le substrat.

Les larves qui s'agrippent au substrat caillouteux (par exemple Heptageniidae, *Baetis*) peuvent être capturées au moyen d'une pince souple directement sur les pierres que l'on retourne. En humectant la pierre, on réactive les larves immobiles, ce qui les rend plus visibles.

En général néanmoins, on utilise un filet (fig. 17a). Les dimensions du filet et la largeur des mailles doivent être adaptées au type de cours d'eau et au courant. Pour un ruisselet forestier, l'ouverture du filet ne doit pas dépasser 20 cm sur 20 cm, alors que pour un grand ruisseau, elle peut atteindre 30 cm sur 30 cm ou même plus. Une largeur de mailles de 0.5 à 1 mm permet à la fois un bon écoulement de l'eau et la capture de presque tous les animaux présents à cet endroit. Les filets doivent être munis d'un manche afin de pouvoir être utilisés dans des eaux plus profondes.

Dans les eaux courantes, on tient le filet verticalement, le bord droit de l'ouverture posé sur le substrat que l'on agite mécaniquement, par des mouvements de pieds ou de mains dans la zone située en amont du filet, sur 20 à 50 cm. Les larves arrachées à leur substrat ou en fuite sont emportées par le courant et aboutissent dans le filet où on les prélève avec une pince souple. Pendant l'échantillonge, du gravier, des feuilles ou d'autres débris s'amassent dans le filet. Il est alors nécessaire de transvaser le contenu du filet dans un bac (par exemple un bac à photo en plastique de 30 cm × 20 cm × 5 cm) rempli d'eau afin de le trier. Au début, les larves immobiles passent inaperçues; mais après un bref temps de repos, elles reprennent leur activité et l'observateur peut les repérer facilement. Pour les eaux stagnantes, on utilise de préférence un filet troubleau pourvu d'une large armature

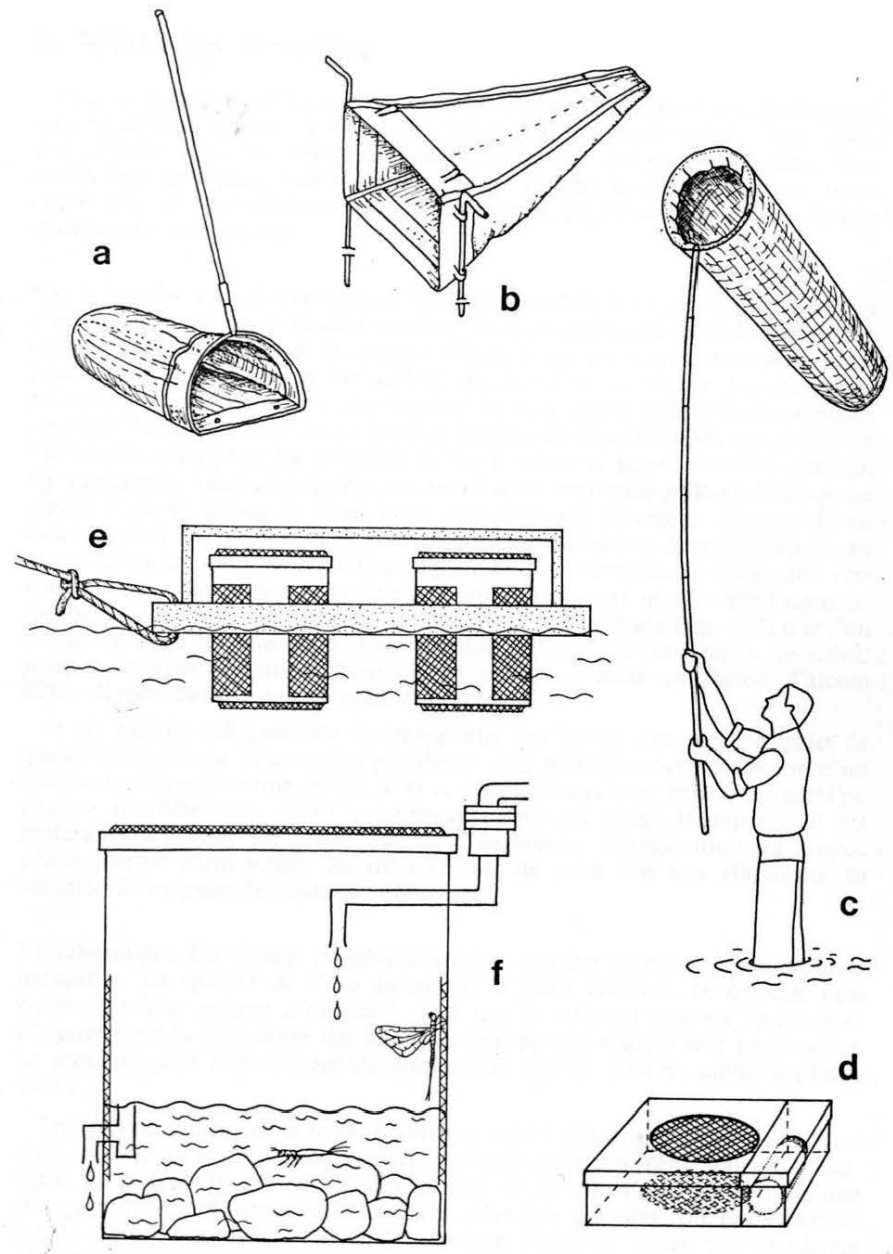


Fig. 17.
a: filet pour la récolte des larves; b: filet de dérive; c: filet pour la récolte des stades ailés; d: boîte à subimagos; e: support flottant muni de récipients d'élevage; f: récipient d'élevage en cascade.

métallique (comme sur fig. 17a) qu'on déplace dans l'eau libre ou sur le substrat. Pour déterminer les périodes d'activité des larves, on utilise des filets de dérive (fig. 17b), que l'on fixe dans le lit du cours d'eau durant un certain temps (de quelques minutes à quelques heures). Pour des études quantitatives, on peut employer la méthode de flottaison (MATTHEY *et al.*, 1984) qui consiste à déverser l'échantillon dans une solution de $MgS0_4$ à 350 g/l. Quelles que soient leurs dimensions, les larves flottent à la surface de cette solution, et on peut les prélever vivantes à la pince. La pose de substrats artificiels pendant plusieurs jours permet d'obtenir de bons résultats quantitatifs sur la faune colonisatrice.

Les larves capturées sont placées dans un récipient rempli d'eau si elles sont destinées à un élevage et en alcool 80% pour une collection.

Récolte des subimagos et imagos. Chez certaines espèces (par exemple *Metreletus balcanicus, Ephemera spp.*), les subimagos se laissent capturer sur la végétation riveraine (herbes, buissons), à l'aide d'un filet fauchoir ou une à une au moyen d'une pince souple. Mais souvent, les stades ailés sont de très bons voiliers et ne se laissent prendre qu'en vol, à l'aide d'un filet (fig. 17c). Ce dernier doit être léger, confectionné dans un tissu de rideau par exemple, à très petite largeur de mailles. On choisit de préférence un filet à grande ouverture (jusqu'à 1 m de diamètre). Comme les hauteurs de vol sont variables, il est tout à fait indiqué d'utiliser un manche télescopique léger (par exemple une canne à pêche). Une grande profondeur de filet (2.5 m) présente plusieurs avantages: d'une part les insectes y restent prisonniers, d'autre part le collecteur peut se recouvrir du filet pour capturer sans risque de pertes les insectes trop agiles.

Au cours des chaudes nuits estivales, certaines espèces peuvent être récoltées par pièges lumineux. On étend sur le sol un tissu blanc que l'on éclaire au moyen d'une lampe (par exemple à vapeurs de mercure) posée sur un trépied à 1.5 m environ au-dessus du drap. Les espèces actives la nuit sont attirées par la lumière et se rassemblent sur le tissu où elles peuvent être capturées. Certains éphémères sont aussi attirés par les phares des voitures. Les lampadaires publics et les fenêtres éclairées bordant un cours d'eau attirent souvent bon nombre d'insectes ailés. On peut utiliser des pièges adhésifs (papier collant); mais ces pièges doivent être contrôlés très fréquemment, car les insectes s'endommagent rapidement. Bon nombre d'éphémères se font prendre dans les toiles d'araignées, le plus souvent aux abords des ponts. Les pièges à émergence sont placés sur l'eau; ils permettent la capture des subimagos à leur éclosion et se révèlent ainsi particulièrement utiles pour les espèces dont l'élevage s'avère difficile.

Les subimagos doivent être transférées le plus délicatement possible dans des boîtes adéquates (fig. 17d).

2. Méthodes d'élevage

Le seul moyen d'établir une correspondance certaine entre les stades aquatiques et aériens consiste à élever des larves jusqu'au stade adulte. Les larves sont placées dans des récipients, individuellement ou par population. Aux stades âgés (nymphes, aux fourreaux alaires foncés) les individus ne se nourrissent plus et se transforment assez rapidement en subimagos, ce qui facilite grandement leur élevage.

Sur le terrain. Les récipients (par exemple gobelets à yogourt) sont pourvus d'ouvertures latérales et basales recouvertes d'un treillis, en tissu de rideau par exemple, qui laisse passer le courant d'eau. On y place quelques pierres qui alourdissent le récipient et permettent aux larves de se cacher. Les récipients peuvent être groupés sur un seul support flottant (en polystirène par exemple) posé sur l'eau (fig. 17e). Le revêtement interne du récipient avec un treillis fin s'avère très utile pour les nymphes prêtes à éclore et pour les subimagos qui s'y agrippent. Chaque récipient est muni d'un couvercle grillagé laissant un espace d'air au-dessus de l'eau pour les subimagos émergées. L'ensemble du montage doit être protégé du soleil, de la pluie, du vent et d'autres dangers au moyen d'un couvercle opaque (en polystirène par exemple). L'élevage doit être contrôlé au moins une à deux fois par jour, pour éviter que les subimagos ne tombent dans l'eau. On place les subimagos dans une boîte (fig. 17d) que l'on entrepose dans un endroit frais et humide, à l'abri de tout rayon de soleil, jusqu'à la mue imaginale. L'exuvie est conservée dans un flacon d'alcool 80%, déposé dans la même boîte (fig. 17d).

Il est parfois indispensable de transporter des larves vivantes. Un trajet de quelques heures ne pose aucun problème: une bouteille thermos munie d'un récipient grillagé (comme en fig. 17e) et remplie d'eau bien froide, ou que l'on change régulièrement, suffit amplement. Pour les longs transports, il est préférable d'utiliser un grand bac et d'augmenter l'oxygénation au moyen d'une pompe d'aquarium; les mouvements de l'eau dus aux vibrations du véhicule fournissent le courant nécessaire.

En laboratoire. Un élevage en laboratoire doit simuler au mieux les conditions naturelles. La qualité de l'eau (attention à l'eau chlorée), le courant (qui permet un bon apport d'oxygène) ainsi que le substrat (pierres recouvertes d'algues pour la nourriture des jeunes larves) prennent toute leur importance. Le montage peut être envisagé de nombreuses façons, plus ou moins sophistiquées.

Le système utilisé sur le terrain convient tout à fait à un élevage en laboratoire, pour autant qu'un courant d'eau renouvelant l'oxygène soit maintenu. Dans un bac de 50 cm sur 30 cm, rempli de 20 cm d'eau, on installe une pompe provoquant un courant circulaire, plus fort dans les couches supérieures du liquide. On peut ajouter du plancton filtré qui forme sur les pierres une couche de nourriture pour les larves. A 14° C, l'eau devrait être changée environ toutes les deux semaines.

Un autre système consiste en une cascade de récipients (fig. 17f). L'eau pénètre dans un récipient cylindrique (15 cm de diamètre, 30 cm de hauteur). Le niveau de l'eau est maintenu constant à environ 10 cm au moyen d'un trop-plein qui déverse le liquide dans un récipient identique placé en contrebas, et ainsi de suite. Le fond du récipient est recouvert de pierres qui offrent des cachettes aux larves et leur fournissent de la nourriture si elles sont recouvertes d'algues. L'intérieur du récipient est tapissé d'un fin grillage en tissu de rideau par exemple, qui permet aux nymphes et aux subimagos de s'agripper. Chaque récipient est fermé par un couvercle grillagé. Les subimagos peuvent rester dans ce récipient jusqu'à la mue imaginale.

Chaque type de dispositif d'élevage comporte des avantages et des inconvénients. Le taux de survie (de quelques pour-cent à 80%) dépend des conditions de laboratoire, de l'état physiologique des larves et de l'espèce considérée.

3. Méthodes de conservation

Les larves sont mises en alcool 80%. L'eau ajoutée involontairement lors de la mise en flacon ainsi que la forte teneur en eau des larves comparativement aux adultes abaissent la concentration de l'alcool en dessous de 70%. C'est pourquoi il est recommandé de changer cet alcool au moins une fois après la première mise en flacon. Pour remédier aux dégâts mécaniques engendrés lors du transport notamment, les flacons contenant les animaux doivent être complètement remplis d'alcool, sans bulles d'air.

Les adultes peuvent être conservés en alcool 80%, épinglés ou congelés, la première méthode étant la plus courante. Les éphémères épinglés conservent leurs couleurs, mais la technique comporte de nombreux désavantages importants: les régions fragiles de l'insecte (pattes, filaments caudaux, etc.) se dessèchent et se brisent; les structures molles comme les pièces génitales subissent de grandes distorsions en séchant; de plus, la préparation microscopique de certaines parties de l'insecte s'avère plus délicate à partir de matériel séché. La congélation de quelques individus par population est une bonne technique pour conserver intactes les couleurs et les structures. Dans tous les cas, la conservation en formol ou formaline est vivement déconseillée, du fait que les structures sclérifiées deviennent cassantes.

Certaines parties de l'insecte (pièces génitales du mâle, appareil buccal de la larve, exuvie, etc.) nécessitent une préparation microscopique entre lame et lamelle. Pour débarrasser les pièces buccales de leurs déchets, on peut les exposer brièvement à des ultrasons. Pour les exuvies, une macération de 15 minutes dans du chloralphénol (3,75 g de phénol crist., 20 g de chloralhydrate, 25 ml d'eau distillée) à température ambiante suffit avant de monter l'exuvie sur lame. Les larves entières et les pièces plus compactes nécessitent un traitement à chaud d'environ cinq minutes dans une solution de KOH 10%

afin de décomposer les tissus musculaires. Après refroidissement et rinçage à l'eau, on les place dix minutes dans chacune des solutions suivantes: HCl 10%, alcool 70%, alcool absolu, puis chloralphénol (dans lequel elles peuvent séjourner quelques heures en attendant le montage). Le milieu d'inclusion selon HEINZE (1952) contient: 10 g de polyvinylalcool, 20 g d'hydrate de chlorate, 50 ml d'eau distillée et les solutions aqueuses suivantes: 35 ml d'acide lactique 90%, 25 ml de phénol 15%, 10 ml de glycérine 87%. Ce milieu a l'avantage de rester transparent durant de très nombreuses années.

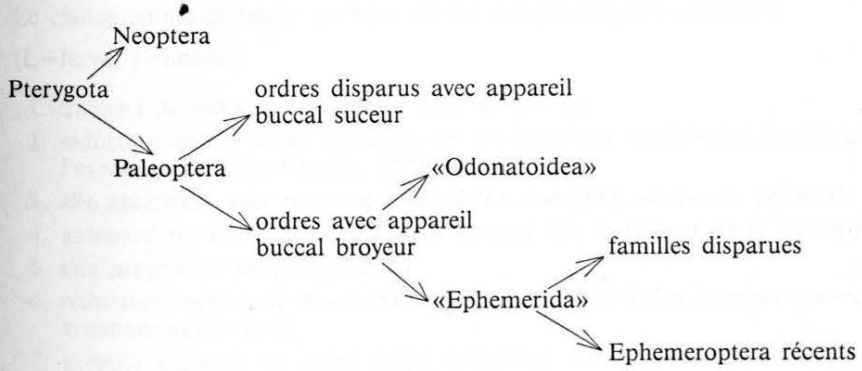
Les pièces destinées à la microscopie électronique à balayage doivent être déshydratées (méthode de dessication au point critique) puis recouvertes d'une fine couche de métal. Les œufs nécessitent une fixation préalable au glutaraldéhyde ou au tétroxyde d'osmium (STUDEMANN *et al.*, 1987). Pour éviter de procéder à cette fixation, il suffit de conserver dès la récolte une femelle dans une solution aqueuse de formaldéhyde 10% ou de glutaraldéhyde 4%.

L'étiquetage est indispensable. Il se fait sur papier, à l'encre de Chine ou au crayon à papier. Chaque flacon doit contenir deux étiquettes, l'une indiquant le lieu exact de la récolte (cours d'eau, localité, région, éventuellement coordonnées géographiques), la date de la capture et le nom du collecteur, et l'autre portant le nom de l'insecte déterminé.

V. SYSTÈME PHYLOGÉNÉTIQUE

Les éphémères sont parmi les insectes les plus anciens connus actuellement. Les premiers représentants sont probablement apparus au Carbonifère supérieur, il y a environ 275 millions d'années (McCafferty, 1990).

On considère aujourd'hui que les Pterygota font partie d'une branche monophylétique, leurs représentants actuels étant divisés en deux adelphotaxa: les Paleoptera et les Neoptera. L'ancienne séparation entre Hemimetabola et Holometabola ne convient pas à un système phylétique; en effet, la métamorphose complète est apparue de façon convergente dans plusieurs lignées déjà établies parmi les Pterygota (Kukalova-Peck, 1978). Les caractères synapomorphes des Paleoptera sont les suivants: galea et lacinia fusionnées (pour tous les types d'appareil buccal), séparation du radius et de la média de l'aile antérieure à la base, formation des nervures sur les faces soit dorsale, soit ventrale (au contraire des Neoptera chez qui la nervation se situe alternativement sur les faces dorsale et ventrale). Les Paleoptera se divisent en deux adelphotaxa: d'une part les ordres d'insectes à appareil buccal broyeur («Ephemerida», «Odonatoidea», nomenclature selon Kukalova-Peck, 1978), d'autre part les ordres disparus à appareil buccal suceur (groupe des haustellates).

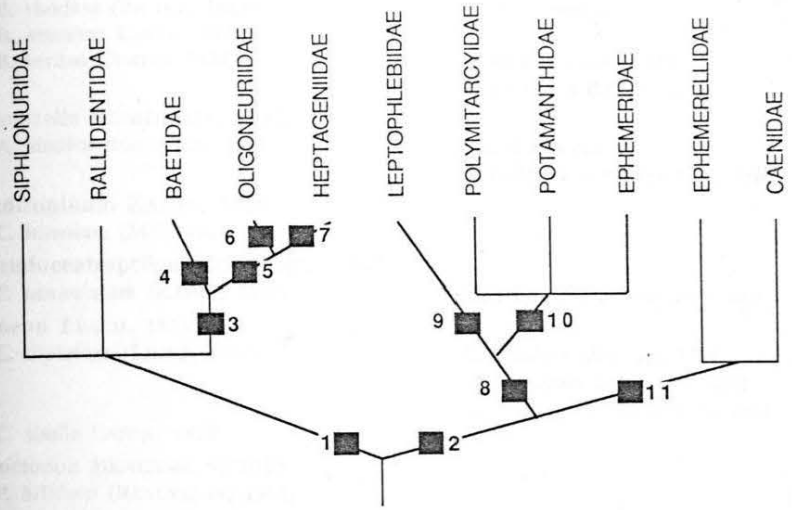


Les «Ephemerida» (Ephemeroptera récents et familles disparues) et les «Odonatoidea» (Odonata récents et familles disparues) forment deux adelphotaxa possédant en commun le caractère apomorphe suivant: les nervures AA, AA1 et AA2 (selon Kukalova-Peck, 1985) sont fusionnées en partie avec la nervure cubitale CuP, ce qui serait déterminant pour le type de vol. Ces deux adelphotaxa divergent sur le point suivant: chez les «Odonatoidea», CuP fusionne avec les nervures anales en formant un coude (synapomorphie

des «Odonatoidea»); chez les «Ephemerida», cette fusion forme une bulla (synapomorphie des «Ephemerida»). Les «Ephemerida» présentent encore d'autres synapomorphies: subcosta formant un arc fortement sclérifié, région basale des ailes desclérifiée, secteur anal des ailes agrandi. A cette évolution morphologique correspondrait une évolution du type de vol. En comparant la nervation alaire des «Ephemerida» du Carbonifère et du Permien avec celle des familles récentes, on constate les tendances évolutives suivantes: fortement ramifiée à peu ramifiée, symétrique à asymétrique, dichotomique à non dichotomique. Les larves des «Ephemerida» présentent aussi une transformation de caractères au cours de la phylogenèse: réduction du nombre de branchies trachéennes et de segments du corps, perte des styles du dernier segment abdominal.

Les Ephemeroptera actuels comptent 26 familles dans le monde. Les relations entre adelphotaxa pour les onze familles présentes en Suisse et dans les régions avoisinantes sont proposées selon la systématique phylogénétique de Tomka & Elpers (1991). Les synapomorphies non mentionnées concernent des caractères se rapportant à l'anatomie interne. Le cladogramme suivant fait apparaître quatre groupes parmi les familles prises en considération ici:

- Rallidentidae, Siphlonuridae, Baetidae, Oligoneuriidae, Heptageniidae;
- Leptophlebiidae;
- Polymitarcyidae, Potamanthidae, Ephemeridae;
- Caenidae, Ephemerellidae.



Le cladogramme ci-dessus est basé sur les synapomorphies suivantes: (L=larve; I=imago):

1. trachées dorsales non ramifiées dans la tête (L)
2. réduction de la bande sclérifiée sur les branchies trachéennes (subordo Furcotergalia selon KLUGE, 1989) (L)
3. aile antérieure avec nervures intercalaires cubitales reliées par paires (I)
4. antennes au moins deux fois aussi longues que la largeur de la tête (L)
5. tête prognathe, corps aplati (L)
6. réduction secondaire des nervures intercalaires cubitales (comparer avec synapomorphie 3) (I)
7. premier segment du palpe labial présentant un épaississement sur son bord antérieur (L)
8. paraglosses fortement élargies, plus grandes que les glosses (L)
9. apex de la galea-lacinia pourvu de soies disposées en rangées (L)
10. mandibule pourvue d'un prolongement sur son bord externe (L) (chez *Potamanthus luteus*, seule espèce européenne de Potamanthidae, le prolongement est fortement réduit)
11. fourreaux alaires fusionnés au moins jusqu'à la moitié de leur longueur (L)

VI. ESPÈCES CONSIDÉRÉES

1. Liste des espèces

La liste suivante comprend les éphéméroptères de Suisse avec leurs principaux synonymes (en italiques). Elle ne fait pas mention de deux espèces pour lesquelles les données anciennes n'ont pu être confirmées, soit *Baetis gemellus* EATON, 1885 et *Ecdyonurus forcipula* (PICTET, 1843). Le genre *Metreletus* DEMOULIN, 1951 est considéré comme valide. Les espèces entre [ ] ne sont pas encore citées pour la Suisse, mais sont connues de localités proches de la frontière. Dans les genres *Baetis* et *Rhithrogena*, la liste se restreint aux espèces dont la présence en Suisse est confirmée.

Siphlonuridae

Siphlonurus EATON, 1868
- **S. aestivalis (EATON, 1903)**
- **[S. armatus EATON, 1870]**
- **[S. croaticus ULMER, 1920]**
- **S. lacustris EATON, 1870**

Rallidentidae

Ameletus BENGTSSON, 1885
- **A. inopinatus EATON, 1887** — *A. alpinus* BENGTSSON, 1930

Metreletus DEMOULIN, 1951
- **[M. balcanicus (ULMER, 1920)]** — *Ameletus hessei* FIZAINE, 1931; *Metretopus goethgebueri* LESTAGE, 1938; *Metreletus hungaricus* UJHELYI, 1960

Baetidae

Baetis LEACH, 1815
- **B. alpinus (PICTET, 1843)** — *B. carpatica* MORTON, 1910; *B. dorieri* DEGRANGE, 1957; *B. grandii* GRANDI, 1948; *B. bioculatus* LINNÉ, 1758
- **B. buceratus EATON, 1870**
- **B. fuscatus (LINNÉ, 1761)**
- **B. lutheri MÜLLER-LIEBENAU, 1967**
- **B. melanonyx (PICTET, 1843)** — *B. kulindrophtalmus* BOGOESCU, 1933; *B. principii* GRANDI, 1949; *B. bengtssoni* MÜLLER-LIEBENAU, 1966

B. muticus (LINNÉ, 1758)	*B. pumilus* BURMEISTER, 1839
B. niger (LINNÉ, 1761)	
B. nubecularis EATON, 1898	
B. rhodani (PICTET, 1843)	
B. scambus EATON, 1870	
B. vernus CURTIS, 1834	*B. tenax* EATON, 1870
	B. finitimus EATON, 1871
Acentrella BENGTSSON, 1912	
A. sinaica BOGOESCU, 1931	*Baetis sinaicus auct.*
	B. subatrebatinus GRANDI, 1957
Centroptilum EATON, 1869	
C. luteolum (MÜLLER, 1776)	
Pseudocentroptilum BOGOESCU, 1947	
P. pennulatum (EATON, 1870)	*Centroptilum pennulatum auct.*
Cloeon LEACH, 1815	
C. dipterum (LINNÉ, 1761)	*C. rufulum* MÜLLER, 1776
	C. cognatum STEPHENS, 1835
	C. inscriptum BENGTSSON, 1914
C. simile EATON, 1870	
Procloeon BENGTSSON, 1915	
P. bifidum (BENGTSSON, 1912)	

Oligoneuriidae

Oligoneuriella ULMER, 1924	
O. rhenana (IMHOFF, 1852)	

Heptageniidae

Epeorus EATON, 1881	
E. alpicola (EATON, 1871)	
E. sylvicola (PICTET, 1865)	*E. assimilis* EATON, 1885
Rhithrogena EATON, 1881	
R. alpestris EATON, 1885	
R. beskidensis ALBA-TERCEDOR & SOWA, 1987	*R. diaphana* NAVAS, 1917 *pro parte*
R. carpatoalpina KLONOWSKA, OLECHOWSKA, SARTORI & WEICHSELBAUMER, 1987	*R. ferruginea* NAVAS, 1905 *pro parte*
R. colmarsensis SOWA, 1984	
R. degrangei SOWA, 1969	
R. dorieri SOWA, 1971	
R. endenensis METZLER, TOMKA & ZURWERRA, 1985	
R. germanica EATON, 1885	*R. haarupi* ESBEN-PETERSEN, 1909
R. gratianopolitana SOWA, DEGRANGE & SARTORI, 1986	
R. grischuna SARTORI & OSWALD, 1988	

R. hybrida EATON, 1885	
R. intermedia METZLER, TOMKA & ZURWERRA, 1987	*R. allobrogica* SOWA & DEGRANGE, 1987
R. iridina (KOLENATI, 1839)	
R. landai SOWA & SOLDAN, 1984	
R. loyolaea NAVAS, 1922	*R. tatrica* ZELINKA, 1953
	R. ? nivata GRANDI, 1960
R. nivata (EATON, 1871)	
R. puthzi SOWA, 1984	
R. puytoraci SOWA & DEGRANGE, 1987	*R. ferruginea* NAVAS, 1905 *pro parte*
R. savoiensis ALBA-TERCEDOR & SOWA, 1987	*R. diaphana* NAVAS, 1917 *pro parte*
R. semicolorata (CURTIS, 1834)	*R. semitincta* (PICTET, 1853)
Ecdyonurus EATON, 1865	
E. alpinus HEFTI, TOMKA & ZURWERRA, 1987	
E. dispar (CURTIS, 1834)	*E. fluminum* (PICTET, 1843) *pro parte*
E. helveticus EATON, 1885	*E. bollenganus* NAVAS, 1933
E. insignis (EATON, 1870)	*E. rhenanus* NEERACHER, 1910
E. parahelveticus HEFTI, TOMKA & ZURWERRA, 1986	
E. picteti (MEYER-DÜR, 1864)	
E. torrentis KIMMINS, 1942	
E. venosus (FABRICIUS, 1775)	
E. zelleri (EATON, 1885)	
Electrogena ZURWERRA & TOMKA, 1985	
E. lateralis (CURTIS, 1834)	*Heptagenia lateralis auct.*
	Ecdyonurus lateralis auct.
[E. quadrilineata (LANDA, 1970)]	
E. rivuscellana SARTORI & LANDOLT, 1991	
Heptagenia WALSH, 1862	
H. coerulans Rostock, 1877	
[H. flava ROSTOCK, 1877]	
[H. fuscogrisea (RETZIUS, 1783)]	
H. longicauda (STEPHENS, 1836)	*H. flavipennis* (DUFOUR, 1841)
H. sulphurea (MÜLLER, 1776)	

Ephemerellidae

Ephemerella WALSH, 1862	
E. ignita (PODA, 1761)	
E. mucronata (BENGTSSON, 1909)	*Chitonophora mucronata auct.*
	Chitonophora krieghoffi ULMER, 1920
	C. sp. nympha unicolorata IKONOMOV, 1961
	E. krieghoffi intermedia KEFFER-MÜLLER, 1979
E. notata EATON, 1887	
Torleya LESTAGE, 1917	
T. major (KLAPALEK, 1905)	*Ephemerella major auct.*
	T. belgica LESTAGE, 1917

Caenidae

Caenis STEPHENS, 1835	
C. beskidensis SOWA, 1973	
C. horaria (LINNÉ, 1758)	*C. dimidiata* STEPHENS, 1835
	C. lactea sensu PICTET, 1843
	C. lactella EATON, 1884
C. lactea (BURMEISTER, 1839)	*C. nocturna* BENGTSSON, 1917
	C. undosa TIENSUU, 1939
C. luctuosa (BURMEISTER, 1839)	*C. moesta* BENGTSSON, 1917
	C. felsinea GRANDI, 1951
C. macrura STEPHENS, 1835	*C. halterata* EATON, 1884
C. pusilla NAVAS, 1913	*C. rhenicola* MALZACHER, 1976
C. rivulorum EATON, 1884	*C. nivea* BENGTSSON, 1912
C. robusta EATON, 1884	*C. incus* BENGTSSON, 1912

Leptophlebiidae

Choroterpes, EATON, 1881	
C. picteti EATON, 1871	
Leptophlebia WESTWOOD, 1840	
L. marginata (LINNÉ, 1767)	
L. vespertina (LINNÉ, 1758)	*L. meyeri* EATON, 1884
Paraleptophlebia LESTAGE, 1917	
[P. cincta (RETZIUS, 1783)]	
P. submarginata (STEPHENS, 1835)	
Habroleptoides SCHÖNEMUND, 1929	
H. auberti (BIANCHERI, 1954)	
H. confusa SARTORI & JACOB, 1986	*H. modesta* (HAGEN, 1864) *pro parte*
Habrophlebia EATON, 1881	
[H. fusca (CURTIS, 1834)]	*H. konjarensis* IKONOMOV, 1963
H. lauta EATON, 1884	

Polymitarcyidae

Ephoron WILLIAMSON, 1802	
E. virgo (OLIVIER, 1791)	*Polymitarcys virgo auct.*

Ephemeridae

Ephemera LINNÉ, 1758
- **E. danica** MÜLLER, 1764
- **E. glaucops** PICTET, 1843
- **E. lineata** EATON, 1870
- **E. vulgata** LINNÉ, 1758

Potamanthidae

Potamanthus PICTET, 1843
- **P. luteus** (LINNÉ, 1767)

2. Caractérisation écologique

La répartition concerne les régions géographiques en Suisse ou dans les régions avoisinantes, la distribution est le reflet du nombre de populations en Suisse, tandis que l'abondance représente le nombre d'individus dans une population.

Espèce	Période de vol	Cycle vital (cf. p. 26)	Zonation longitudinale, habitat, remarques	Altitude (en m), répartition	Distribution/ abondance
SIPHLONURIDAE					
Siphlonurus aestivalis	VI-X	Us	rhithral, zones lentiques, étangs, dans la végétation	300-1000, Plateau, Jura	rare/ localement abondant
S. armatus	V-VIII	Us	rhithral	400-600 D: sud du Baden-Württemberg	non répertorié en Suisse
S. croaticus	V-VI	?	rhithral	400-600 D: sud du Baden-Württemberg	non répertorié en Suisse
S. lacustris	V-IX	Us-Uw	rhithral, zones lentiques, lacs, étangs	400-2300, toute la Suisse	assez commun/ localement abondant
RALLIDENTIDAE					
Ameletus inopinatus	IV-VIII	Uw	rhithral	750 Thur, Nesslau	probablement disparu
Metreletus balcanicus	V-VI	?	rhithral, ruisselets	400-600 D: sud du Baden-Württemberg	non répertorié en Suisse
BAETIDAE					
Baetis alpinus	III-XI	Uw (< 1500 m) MBws (> 1500 m)	crénal-rhithral, eurytherme	200-2500 toute la Suisse	commun/ abondant
B. buceratus	V-IX	MBws	hyporhithral-épipotamal	200-500 Plateau	rare/ pas abondant
B. fuscatus	V-IX	MBss (MBws? lacs)	hyporhithral-épipotamal, lacs	300-700 Plateau, Préalpes	commun/ localement abondant
B. lutheri	IV-IX	MBws	épi-métarhithral	200-800 Plateau	commun/ localement abondant

Espèce	Période de vol	Cycle vital (cf. p. 26)	Zonation longitudinale, habitat, remarques	Altitude (en m), répartition	Distribution/ abondance
B. melanonyx	V-IX	Us	rhithral	400-1500 Plateau, Préalpes, Alpes calcaires, sud des Alpes	assez commun/ localement abondant
B. muticus	IV-IX	MBws	crénal-rhithral, dans la végétation	200-1300 Plateau, Jura, Préalpes, sud des Alpes	commun/ abondant
B. niger	V-IX	MBws	rhithral-épipotamal	400-1100 Plateau, Jura, vallée du Rhône	rare/ localement abondant
B. nubecularis	V-IX	?	rhithral	700-900 Jura	rare/ localement abondant
B. rhodani	II-XI	MBws	rhithral-épipotamal, zones de battement	200-1600 toute la Suisse	commun/ abondant
B. scambus	V-VII	MBss	rithral-épipotamal	300-700 Plateau	peu commun/ pas abondant
B. vernus	V-XI	?	rhithral	200-1500 toute la Suisse	commun/ localement abondant
Acentrella sinaica	VI-VIII	Us	rhithral	600-800 Plateau, Préalpes	rare/ pas abondant
Centroptilum luteolum	V-XI	MBws	rhithral-épipotamal, lacs, étangs	300-1100 Plateau, Jura	assez commun/ localement abondant
Pseudocentroptilum pennulatum	VII-IX	Us	rhithral-épipotamal	400-1000 Plateau, Jura	peu commun/ pas abondant
Cloeon dipterum	IV-XI	MBws	rhithral-épipotamal, lacs, étangs	300-1500 toute la Suisse	commun/ abondant
C. simile	VI-X	MBws	rhithral, zones lentiques, lacs, étangs	300-1000 toute la Suisse	assez commun/ localement abondant
Procloeon bifidum	V-IX	MBws	épipotamal, lacs	200-400 Plateau (Rhin)	rare/ pas abondant

Espèce	Période de vol	Cycle vital (cf. p. 26)	Zonation longitudinale, habitat, remarques	Altitude (en m), répartition	Distribution/ abondance
OLIGONEURIIDAE					
Oligoneuriella rhenana	VII-IX	Us	hyporhithral, courant fort	400-600 Plateau	rare/ localement abondant
HEPTAGENIIDAE					
Epeorus alpicola	VI-VIII	Uw	hypocrénal-rhithral, courant fort	1000-2000 toute la Suisse	commun/ pas abondant
E. sylvicola	V-VII	Uw	rhithral, courant fort	400-1200 toute la Suisse	commun/ abondant
Rhithrogena alpestris	VI-IX	Us	rhithral	800-2000 Alpes, Préalpes	commun/ localement abondant
R. beskidensis	VII-VIII	Us	hyporhithral-épipotamal	300-600 Plateau	assez rare/ localement abondant
R. carpatoalpina	V-VII	Uw	rhithral	600-1200 Préalpes	assez rare/ localement abondant
R. colmarsensis	VI-VII	Uw	rhithral	1000-1800 Préalpes, Alpes	rare/ localement abondant
R. degrangei	IV-VII	Uw	rhithral	500-1600 Alpes, Préalpes	commun/ assez abondant
R. dorieri	IV-V	Uw	rhithral	500-1000 Préalpes	très rare/ pas abondant
R. endenensis	VII-VIII	Uw	rhithral	1100-1800 Engadine	assez rare/ pas abondant
R. germanica	II-IV	Uw	épipotamal	300-600 Plateau	rare/ localement abondant
R. gratianopolitana	III-IV	Uw	rhithral-épipotamal	300-600 Plateau, Tessin	commun/ abondant
R. grischuna	VI	Uw	rhithral	850-1300 Suisse orientale	rare/ localement abondant
R. hybrida	VI-VIII	Uw	rhithral	500-1800 Alpes, Préalpes	commun/ assez abondant
R. intermedia	VI-IX	Us	rhithral	300-700 Plateau, Préalpes	rare/ pas abondant

Espèce	Période de vol	Cycle vital (cf. p. 26)	Zonation longitudinale, habitat, remarques	Altitude (en m), répartition	Distribution/ abondance
R. iridina	V-VII	Uw	rhithral	400-1200 toute la Suisse	commun/ abondant
R. landai	VI-IX	?	rhithral	300-1000 Préalpes	assez rare/ pas abondant
R. loyolaea	VII-IX	Uw	crénal-rhithral	1200-2900 Alpes	assez commun/ localement abondant
R. nivata	VIII-IX	Uw	crénal-rhithral	1800-2000 Alpes	assez rare/ localement abondant
R. puthzi	VII-VIII	Uw	rhithral	500-800 Préalpes	assez rare/ pas abondant
R. puytoraci	V-IX	Uw	rhithral	400-900 Plateau, Préalpes	assez rare/ localement abondant
R. savoiensis	IV-VIII	Us	rhithral	600-1100 Plateau, Préalpes	commun/ localement abondant
R. semicolorata	IV-VI	Uw	rhithral-épipotamal	300-2000 toute la Suisse	commun/ abondant
Ecdyonurus alpinus	VIII-IX	Uw	crénal-rhithral	1500-2000 Alpes, régions cristallines exclusivement	rare/ pas abondant
E. dispar	VII-IX	Us rivière Uw lacs	rhithral, zones lentiques, lacs	400-900 Plateau, Jura	assez rare/ pas abondant
E. helveticus	III-X	Uw	rhithral, zones lentiques	600-1600 Préalpes, Alpes, Jura	commun/ peu abondant
E. insignis	VI-VIII	(Us)	hyporhithral-épipotamal, zones lentiques	400-600 Rhin, Rheinfelden	probablement disparu
E. parahelveticus	VIII-IX	Uw	rhithral, zones lentiques	1200-1500 Préalpes, Alpes, régions calcaires	rare/ pas abondant
E. picteti	VIII-X	Uw	rhithral, zones lentiques	800-1600 Préalpes, Alpes	commun/ pas abondant
E. torrentis	III-X	Uw	rhithral, zones lentiques	500-800 Plateau	assez rare/ pas abondant
E. venosus	III-X	Uw	rhithral, zones lentiques	300-2000 toute la Suisse	commun/ abondant
E. zelleri	VIII-X	Uw	rhithral, zones lentiques, substrat calcaire	800-1200 Préalpes	rare/ pas abondant

Espèce	Période de vol	Cycle vital (cf. p. 26)	Zonation longitudinale, habitat, remarques	Altitude (en m), répartition	Distribution/ abondance
Electrogena lateralis	VII-IX	Us	rhithral, exclusivement en zones lentiques	400-1200 toute la Suisse	commun/ pas abondant
E. quadrilineata	VII-VIII	Us	rhithral, ruisselet	300-600 D: Lac de Constance	non répertorié en Suisse
E. rivuscellana	V-VI	Us	rhithral, ruisselet	300-700 Plateau	assez rare/ pas abondant
Heptagenia coerulans	VI-VII	Uw	épipotamal	300-400 Rhin	probablement disparu
H. flava	VI-VII	Uw	épipotamal	300-400 F: Haute Loire	non répertorié en Suisse
H. fuscogrisea	V-VI	Uw	rhithral	400-600 D: sud du Baden-Württemberg	non répertorié en Suisse
H. longicauda	V-VII	Uw	hyporhithral-épipotamal	300-500 Plateau	rare/ pas abondant
H. sulfurea	III-X	Uw	hyporhithral-épipotamal	300-500 Plateau	commun/ localement abondant
EPHEMERELLIDAE					
Ephemerella ignita	(V-) VII-IX	Us	rhithral-épipotamal, parmi cailloux et plantes	300-1200 toute la Suisse, sauf les Alpes	commun/ abondant
E. mucronata	IV-VI	Uw	rhithral	400-1300 Plateau, Jura, Préalpes	commun/ pas abondant
E. notata	V-VII	Uw	épipotamal	400-500 Rhin	rare/ localement abondant
Torleya major	IV-VI	Uw	rhithral-épipotamal	400-1000 Plateau, Jura, Préalpes	assez rare/ pas abondant
CAENIDAE					
Caenis beskidensis	VI-X	Us	rhithral-épipotamal, vol l'après-midi	300-1000 Plateau, Préalpes	commun/ abondant
C. horaria	V-IX	Uw (MBws)	épipotamal, zones lentiques, lacs, étangs, vol crépusculaire	200-1000 toute la Suisse	commun/ abondant
C. lactea	VIII-X	Us	lacs, zones d'atterrissement, vol crépusculaire	400-500 Préalpes	rare/ localement abondant

Espèce	Période de vol	Cycle vital (cf. p. 26)	Zonation longitudinale, habitat, remarques	Altitude (en m), répartition	Distribution/ abondance
C. luctuosa	V-VII	?	métarhithral-épipotamal, lacs, étangs, vol matinal	300-400 Plateau	commun/ abondant
C. macrura	V-VIII	MBws	rhithral-épipotamal, zones turbulantes des lacs, vol matinal et crépusculaire	300-1000 Plateau, Jura	assez commun/ localement abondant
C. pusilla	VI-VII	Uw	rhithral-épipotamal	300-400 Rhin, Thur	rare/ pas abondant
C. rivulorum	V-IX	Uw	rhithral-épipotamal, seulement dans les eaux courantes	300-1000 Plateau, Préalpes	rare/ pas abondant
C. robusta	V-VIII	Uw MBws	rhithral-épipotamal, zones lentiques, lacs, étangs, vol nocturne	400-500 nord des Alpes	assez commun/ localement abondant
LEPTOPHLEBIIDAE					
Choroterpes picteti	VIII-IX	Us	rhithral-épipotamal, lacs	300-400 Plateau	probablement disparu
Leptophlebia marginata	IV-VI	Uw	lacs, étangs	500-1000 Préalpes	rare/ pas abondant
L. vespertina	IV-IX	Uw	rhithral, zones lentiques, lacs, étangs	300-500 Plateau	probablement disparu
Paraleptophlebia submarginata	IV-VII	Uw	rhithral-épipotamal	300-1000 Plateau, Préalpes, Jura	commun/ localement abondant
P. cincta	IV-VII	?	rhithral	400-600 D: sud du Baden-Württemberg	non répertorié en Suisse
Habroleptoides auberti	IV-IX	?	rhithral	800-1500 Préalpes, Jura	assez commun/ pas abondant
H. confusa	III-IX	Uw	rhithral	200-1400 toute la Suisse	commun/ abondant

Espèce	Période de vol	Cycle vital (cf. p. 26)	Zonation longitudinale, habitat, remarques	Altitude (en m), répartition	Distribution/ abondance
Habrophlebia fusca	V-VI	Uw	rhithral	400-600 F: Vosges	non répertorié en Suisse
H. lauta	V-VIII	Uw	rhithral	300-1300 toute la Suisse, sauf les Alpes	commun/ abondant
POLYMITARCYIDAE					
Ephoron virgo	VII-IX	Uw, Us	rhithral-épipotamal, dans le sédiment	300-400 région zurichoise	probablement disparu
EPHEMERIDAE					
Ephemera danica	V-VIII (IX)	2Y et autres	rhithral-épipotamal, lacs	200-1000 toute la Suisse, sauf les Alpes	commun/ localement abondant
E. glaucops	VII-VIII	2Y	épipotamal, lacs, lacs de gravières	300-600 Lac Léman, lac de Constance	probablement disparu
E. lineata	VI-IX	2Y	épipotamal, lacs	400 Lac de Neuchâtel	rare/ pas abondant
E. vulgata	V-VIII	2Y	épipotamal, lacs	400-1000 Plateau, Jura	rare/ localement abondant
POTAMANTHIDAE					
Potamanthus luteus	V-VIII	Uw	épipotamal	300-500 bassin versant du Rhin	assez rare/ localement abondant

VII. CLÉS DE DÉTERMINATION

1. Larves

Les clés de détermination des **larves** s'appliquent principalement aux **larves des derniers stades** ou aux **nymphes**. La détermination des jeunes larves est parfois problématique car certains caractères morphologiques utilisés en systématique ne sont pas encore développés. Quelques clés font appel à des caractères variables qu'il faut utiliser avec précaution: les épines du fémur et de fines structures sur l'appareil buccal peuvent subir une altération due à l'usure; à tous les stades, les couleurs sont plus foncées et mieux marquées chez les individus âgés. Lors de détermination délicate, il est donc indispensable de comparer plusieurs individus d'une même population.

Clé des familles

1. – Branchies constituées de deux parties distinctes: une lamelle et un faisceau de fins filaments (=touffe trachéenne); yeux disposés dorsalement; larve plutôt aplatie **2**
   – Branchies de formes différentes; yeux latéraux; larve plutôt cylindrique **3**

2. – Branchies de petite taille, n'atteignant pas la marge postérieure des tergites correspondants; maxilles pourvues de branchies; aspect général fig. 27 **Oligoneuriidae** (page 114)
   – Branchies de grande taille, dépassant la marge postérieure des tergites correspondants; maxilles sans branchies; aspect général fig. 28-32 **Heptageniidae** (page 92)

3. – Au maximum 4 paires de branchies visibles; marge interne des fourreaux alaires fusionnée avec le mésonotum (fig. 33-34) **4**
   – 6 ou 7 paires de branchies visibles; marge interne des fourreaux alaires non fusionnée avec le mésonotum (fig. 21, 38, 42 p. ex.) **5**

4. – 4 paires de branchies visibles (chez Torleya, fig. 168, elles sont presque superposées); aspect général fig. 33, 169-170 **Ephemerellidae** (page 104)
   – 1re paire de branchies en forme de filaments, 2e paire en forme de plaques recouvrant les branchies fonctionnelles; aspect général fig. 34 **Caenidae** (page 106)

5. – Branchies des paires 2-7 formées de deux ramifications allongées, frangées de longues soies **6**
   – Branchies ramifiées ou non, sans longues soies **8**

6. – Branchies disposées latéralement; mandibules sans prolongement particulier; aspect général fig. 42 **Potamanthidae** page 114)
   – Branchies disposées dorsalement; mandibules pourvues d'un prolongement externe nettement visible (fig. 40-41) **7**

7. – Prolongement des mandibules recourbé vers l'intérieur et pourvu d'épines bien visibles; aspect général fig. 40 **Polymitarcyidae** (page 114)
   – Prolongement des mandibules recourbé vers l'extérieur, sans épines visibles; aspect général fig. 41 **Ephemeridae** (page 114)

8. – Cerques munis de soies courtes du côté interne et du côté externe; aspect général fig. 35-39 **Leptophlebiidae** (page 110)
   – Cerques munis de soies longues du côté interne seulement **9**

9. – Maxille tronquée à l'apex et pourvue d'un peigne racleur (fig. 54); aspect général fig. 19-20 **Rallidentidae** (page 82)
   – Maxille pointue à l'apex et pourvue d'une forte dent apicale (fig. 47, 64-65) **10**

10. – Antennes au moins deux fois aussi longues que la largeur de la tête; angles latéro-postérieurs des segments abdominaux 1-7 non prolongés; aspect général fig. 21-26 **Baetidae** (page 84)
    – Antennes au maximum aussi longues que la largeur de la tête; angles latéro-postérieurs des segments abdominaux prolongés (fig. 18) **Siphlonuridae** (page 80)

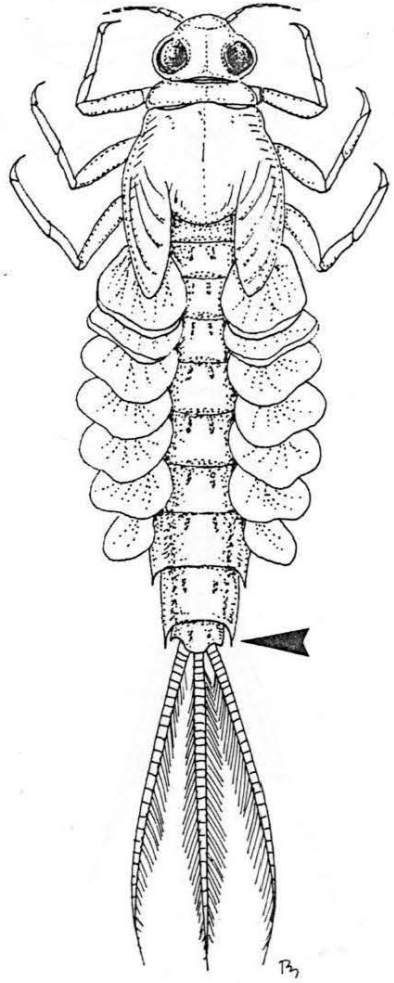


Fig. 18. *Siphlonurus aestivalis*

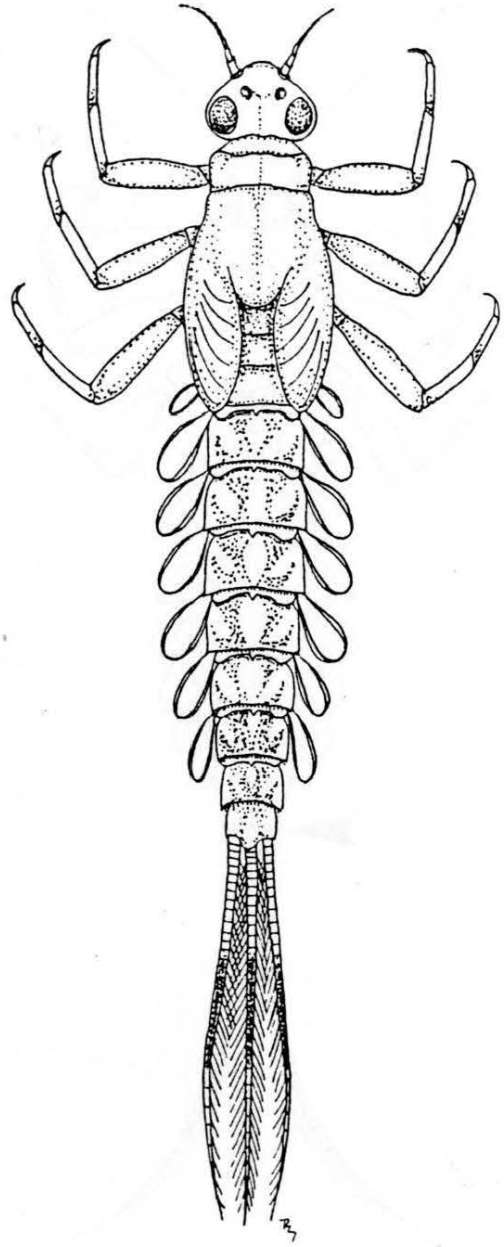


Fig. 19. *Ameletus inopinatus*

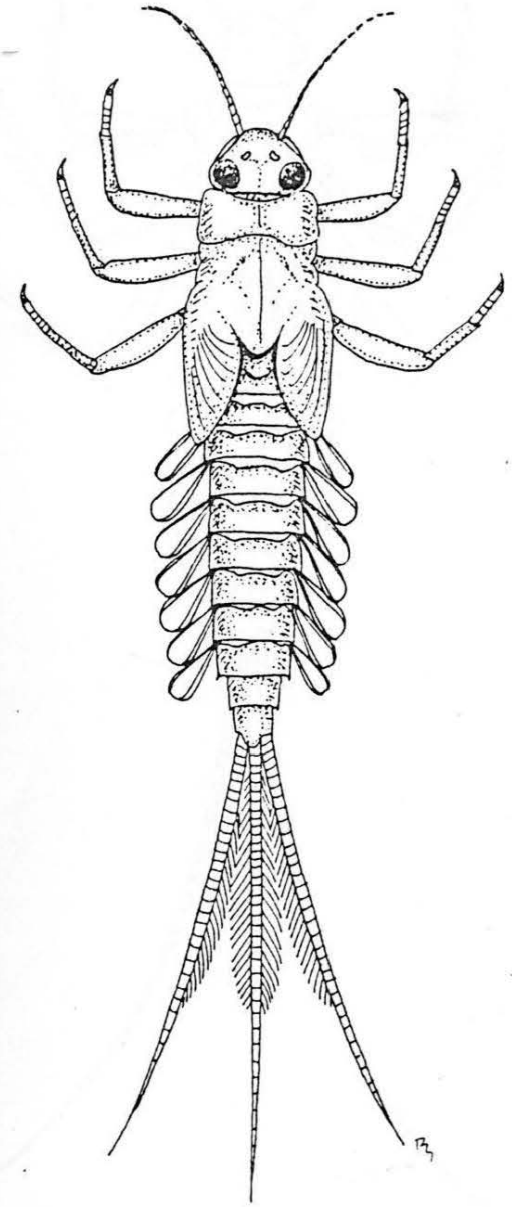


Fig. 20. *Metreletus balcanicus*

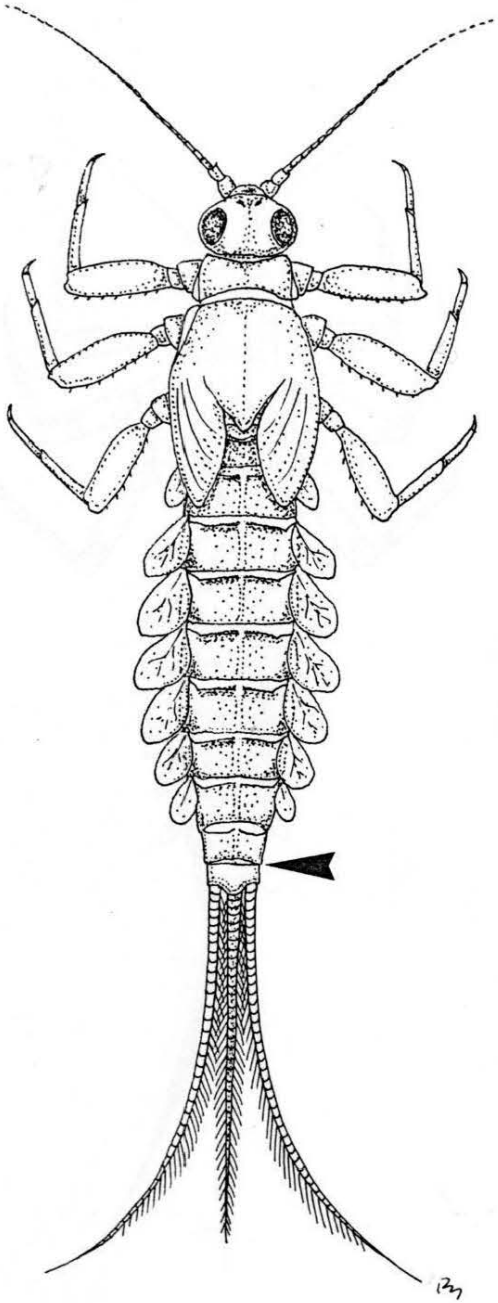


Fig. 21. *Baetis rhodani*

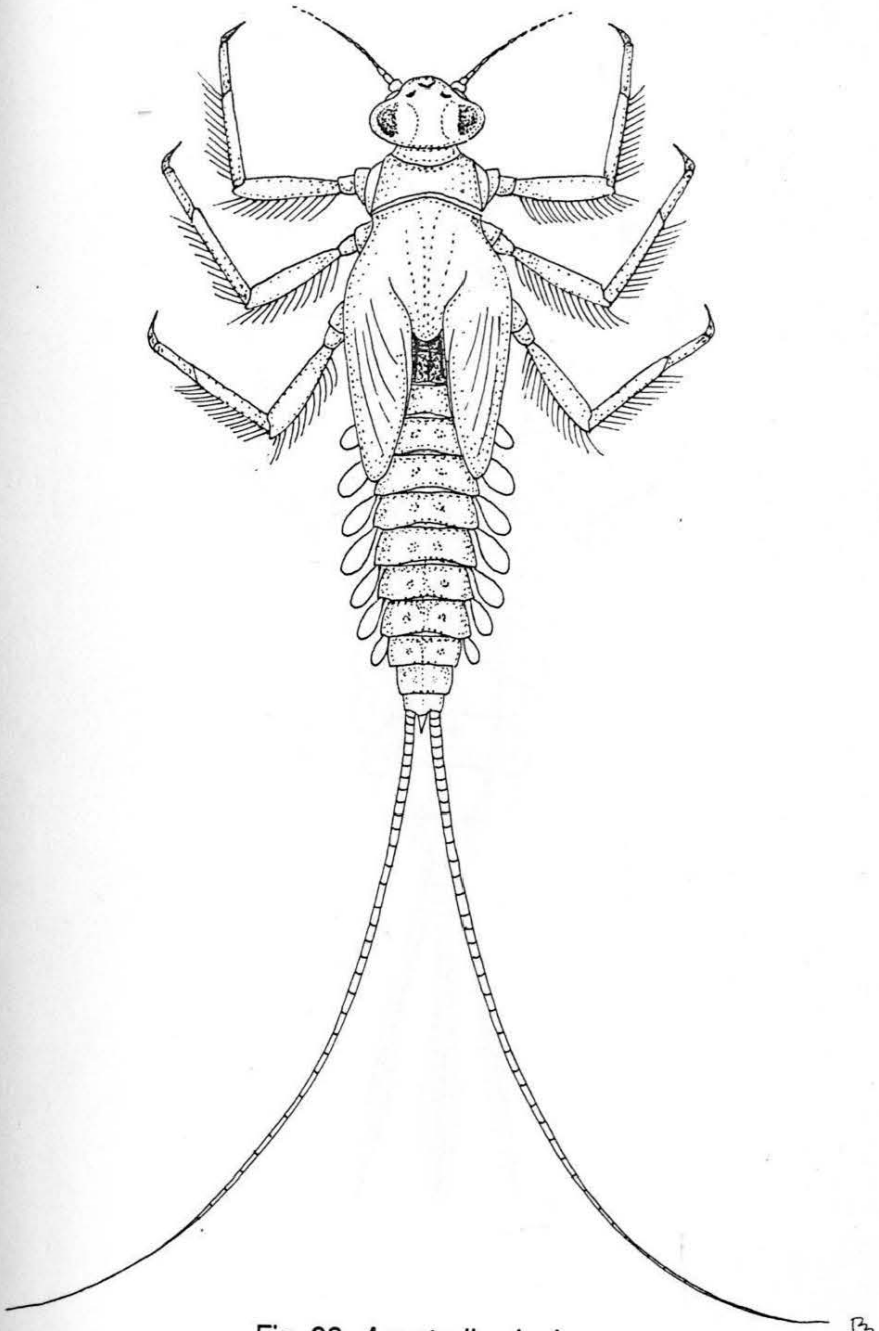


Fig. 22. *Acentrella sinaica*

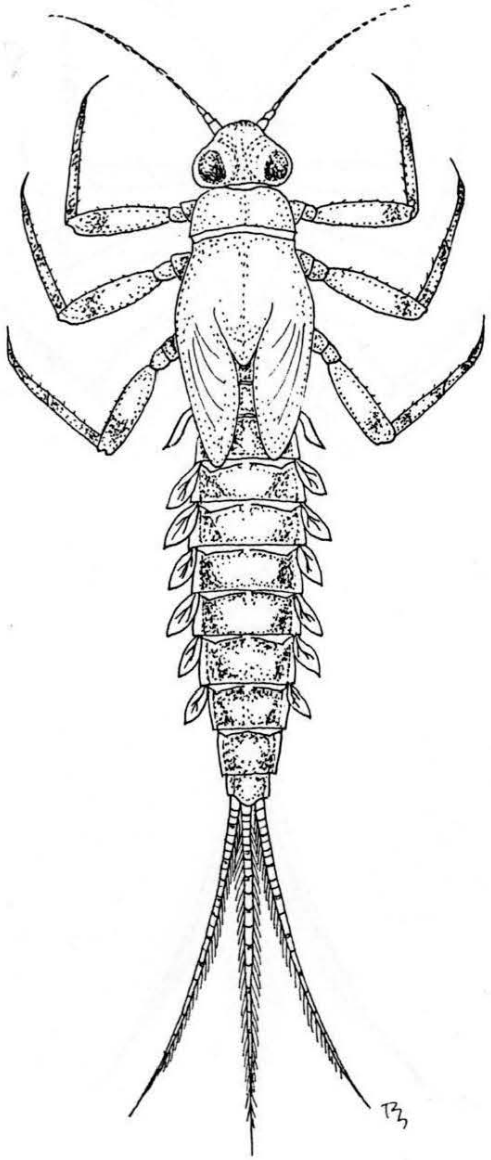


Fig. 23. *Centroptilum luteolum*

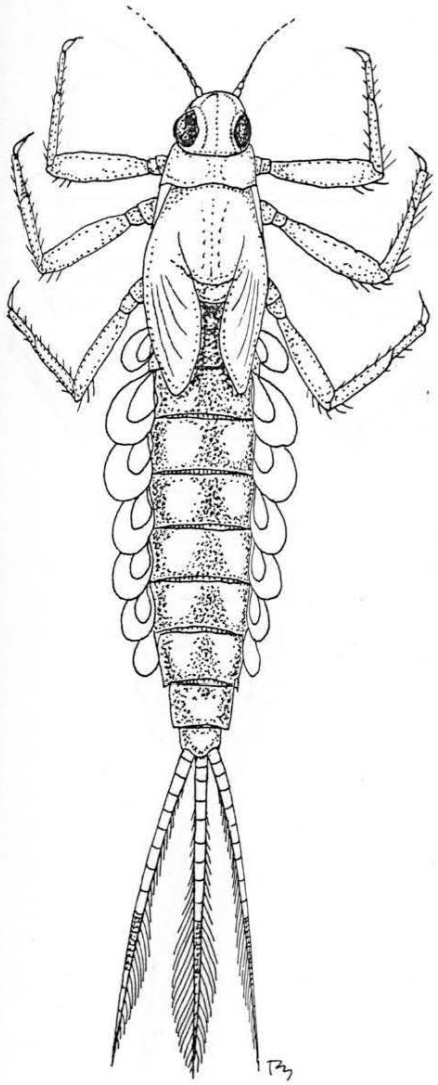


Fig. 24. *Pseudocentroptilum pennulatum*

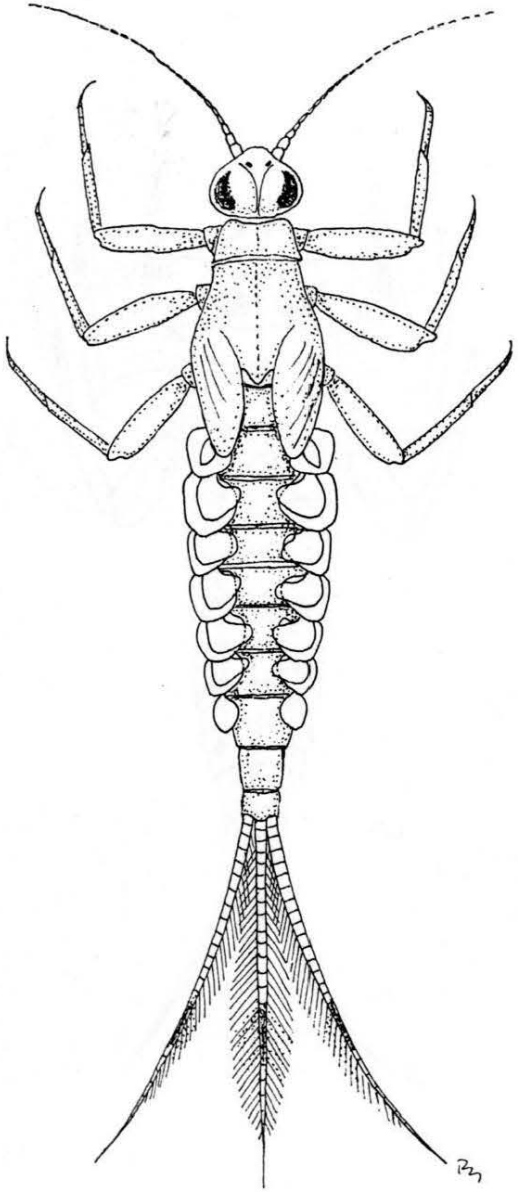


Fig. 25. *Cloeon dipterum*

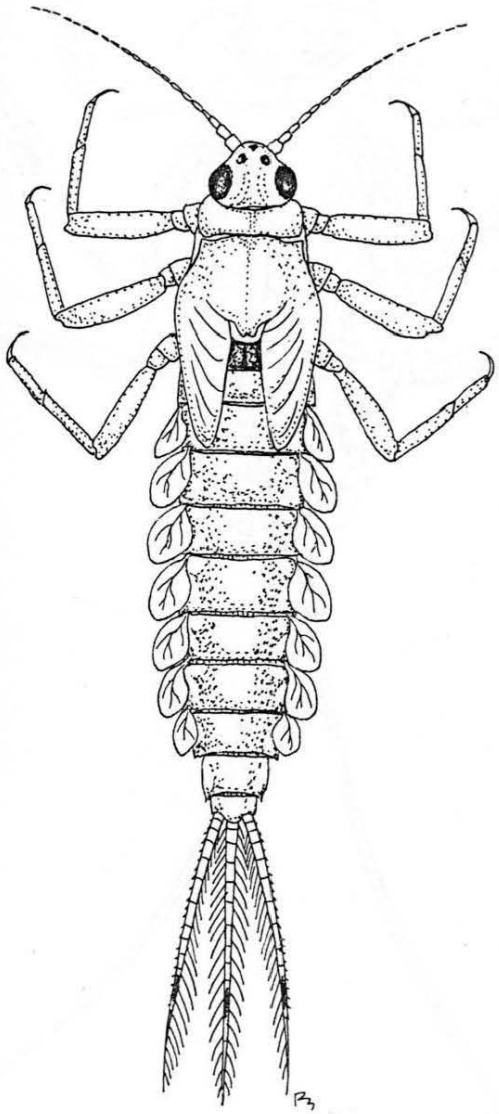


Fig. 26. *Procloeon bifidum*

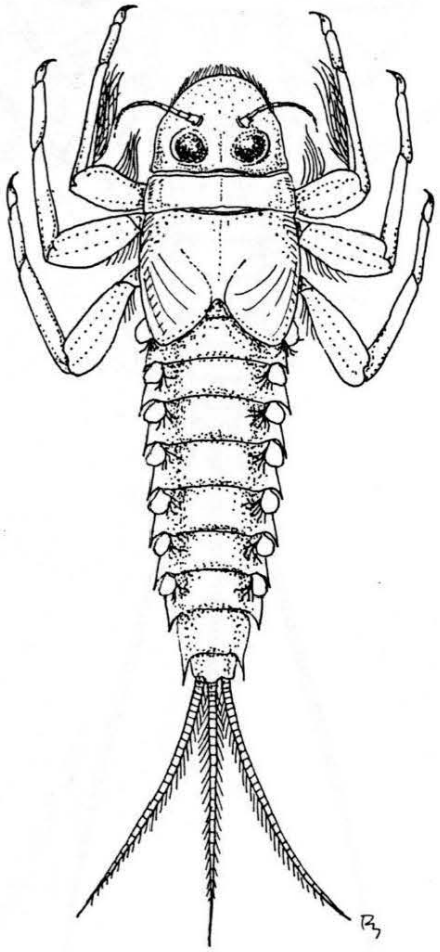


Fig. 27. *Oligoneuriella rhenana*

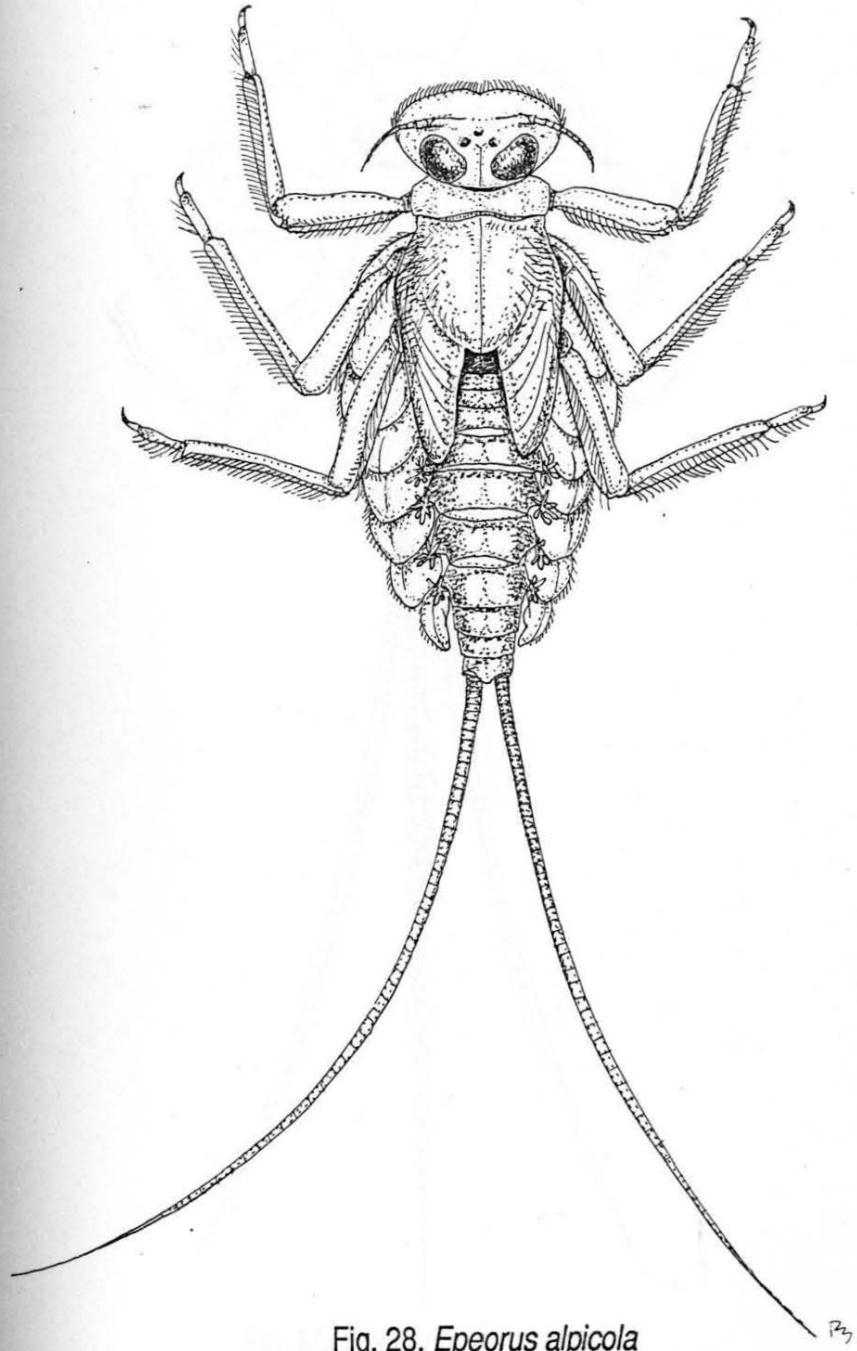


Fig. 28. *Epeorus alpicola*

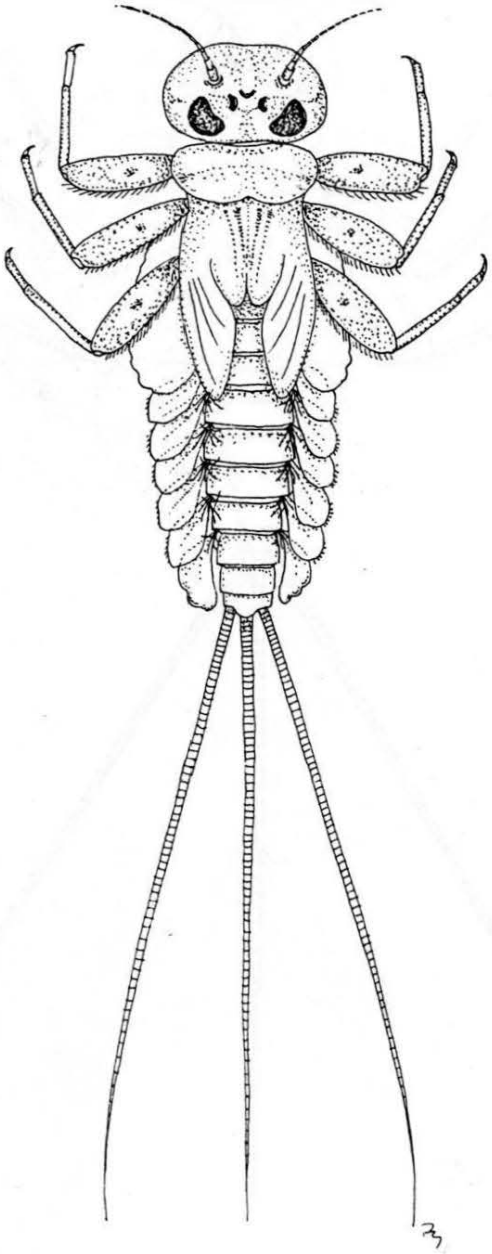


Fig. 29. *Rhithrogena semicolorata*

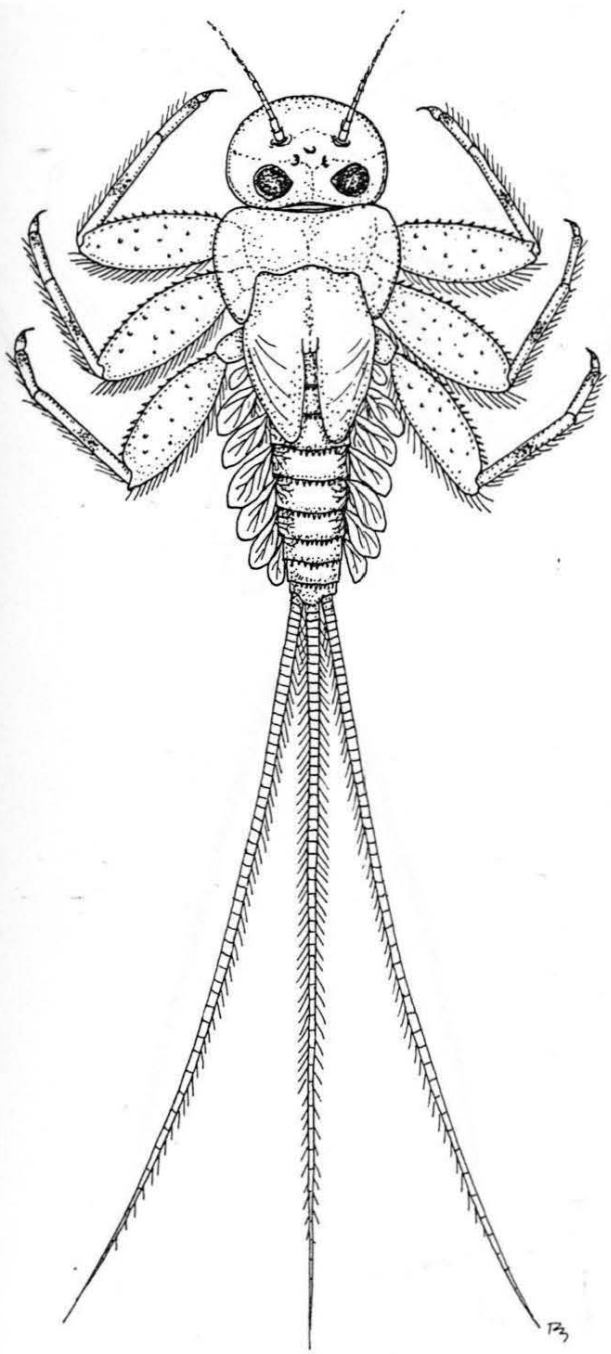


Fig. 30. *Ecdyonurus venosus*

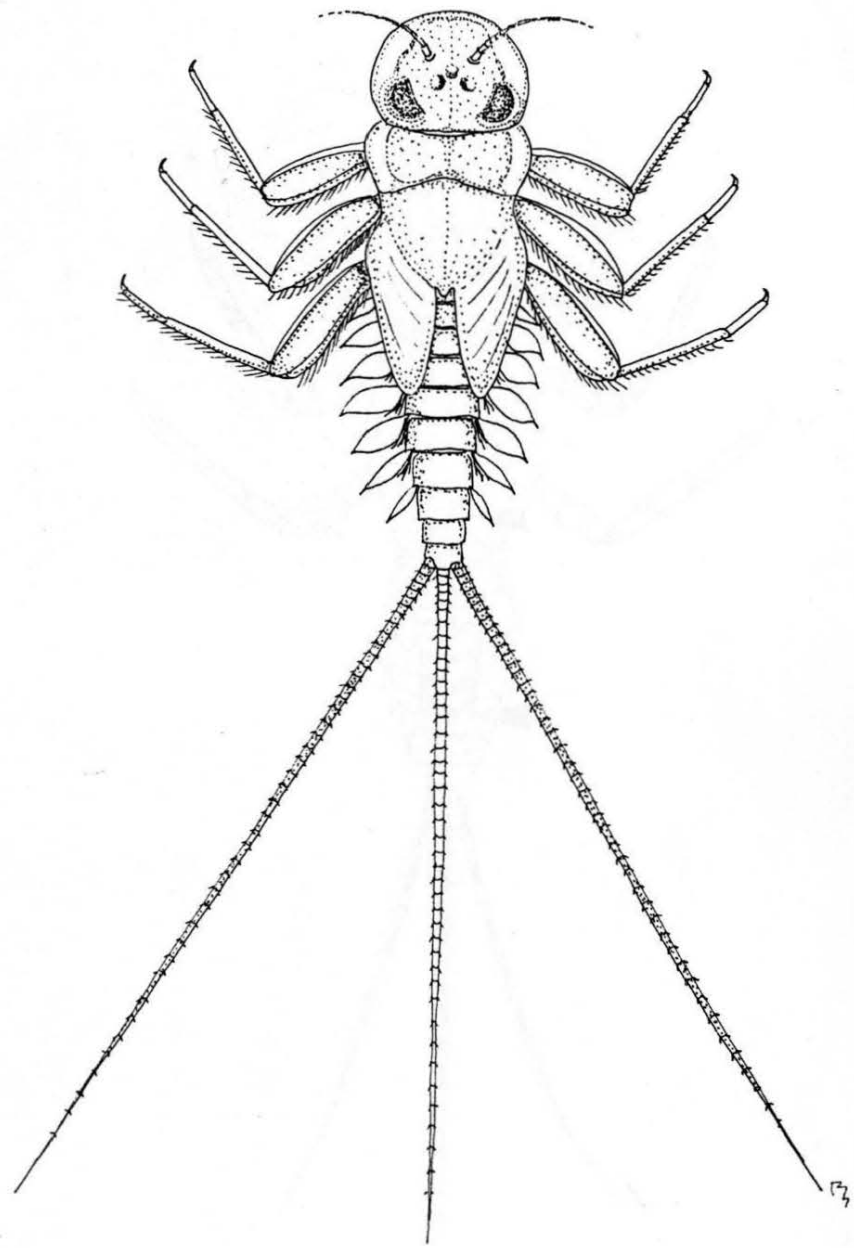


Fig. 31. *Electrogena lateralis*

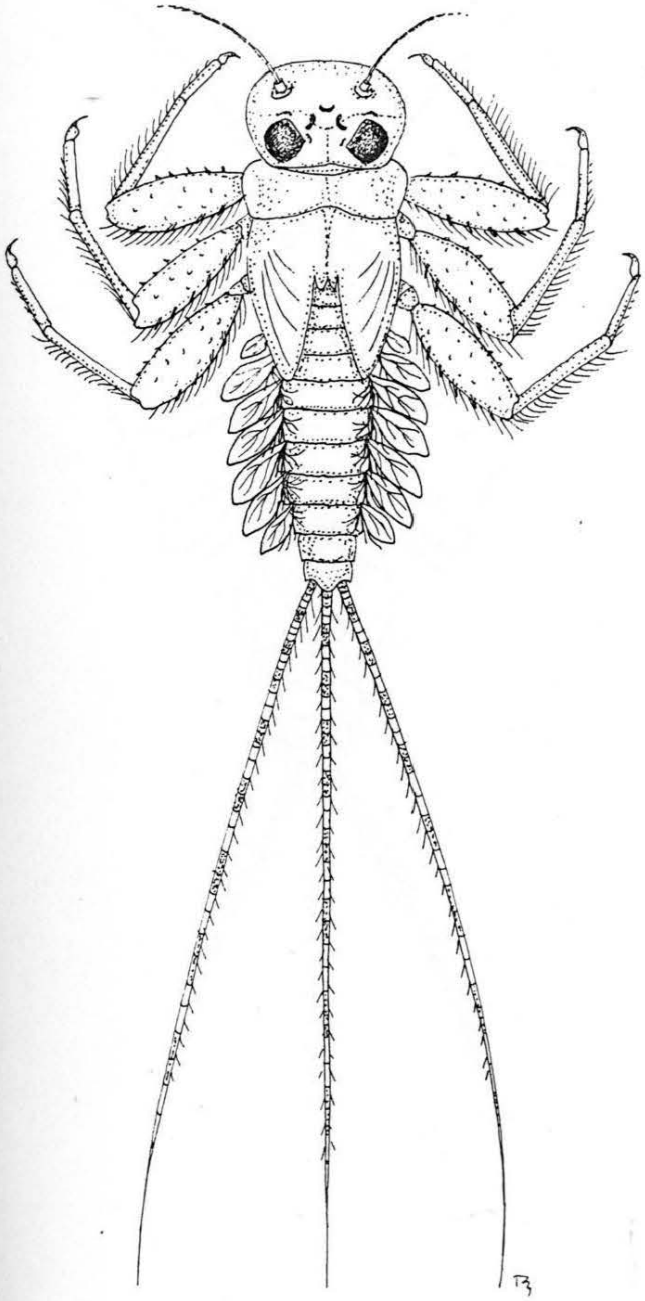


Fig. 32. *Heptagenia sulphurea*

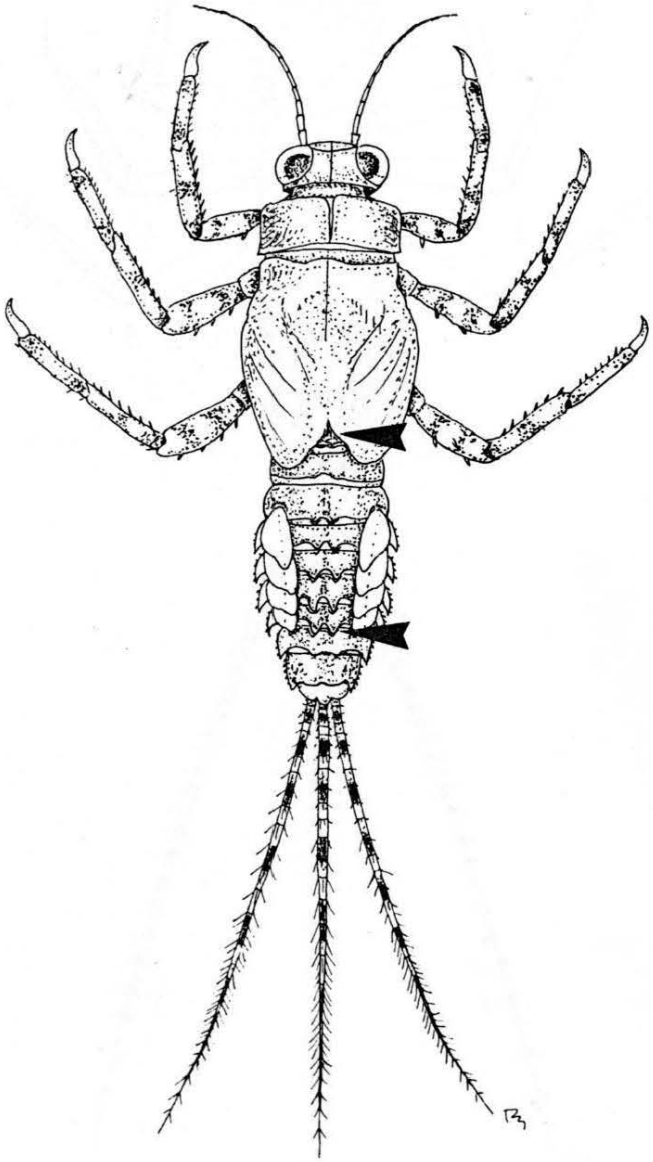


Fig. 33. *Ephemerella ignita*

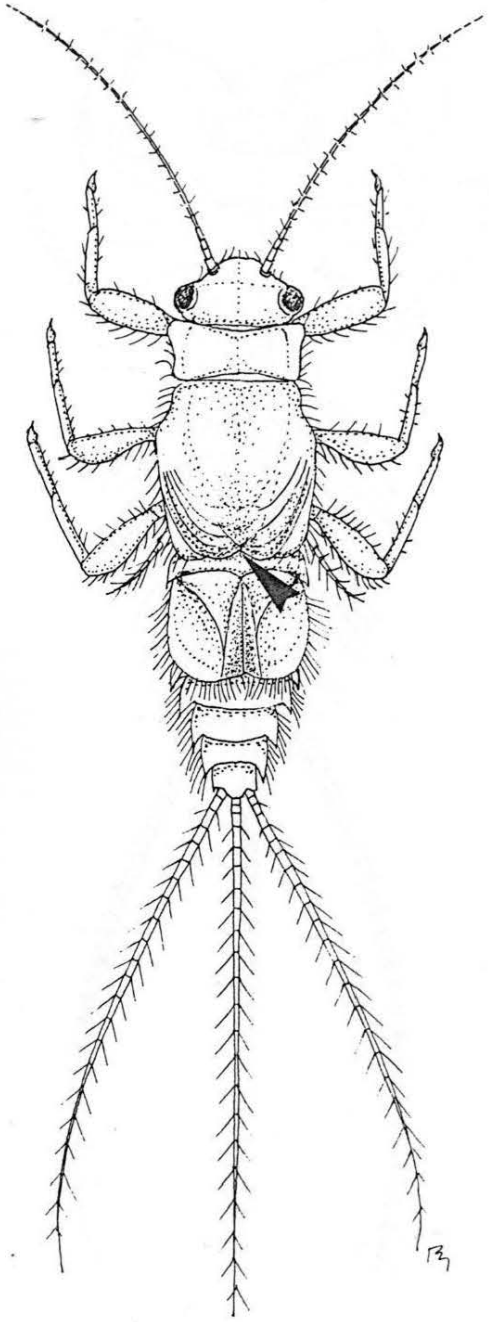


Fig. 34. *Caenis horaria*

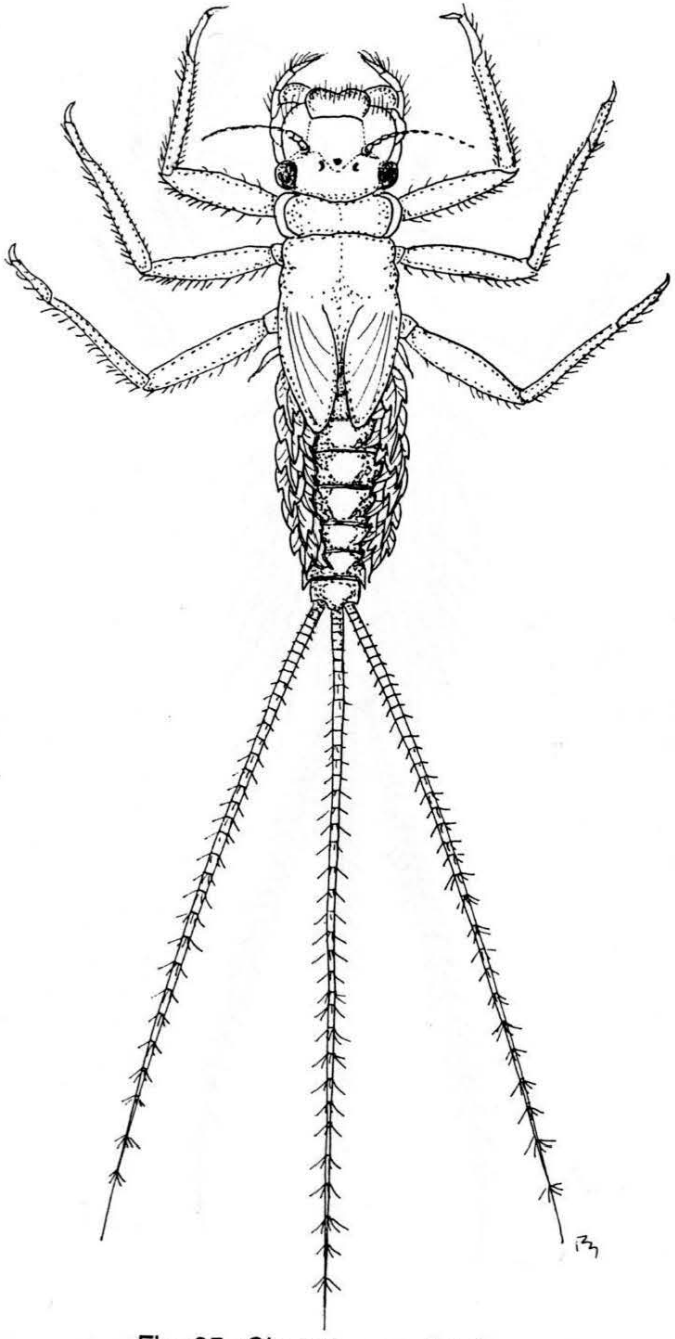


Fig. 35. *Choroterpes picteti*

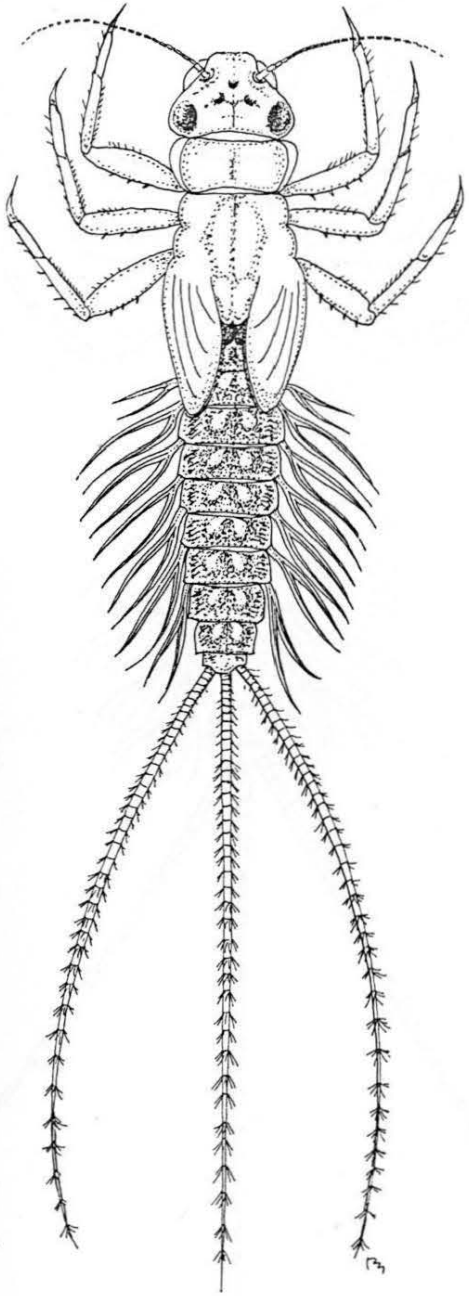


Fig. 36. *Paraleptophlebia submarginata*

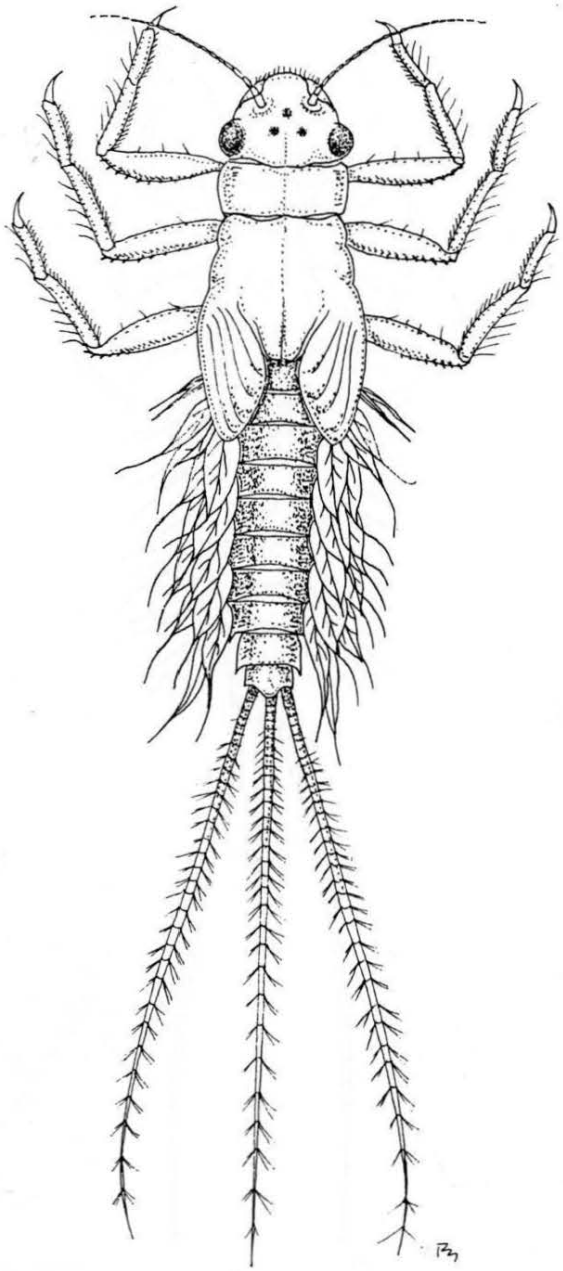


Fig. 37. *Leptophlebia marginata*

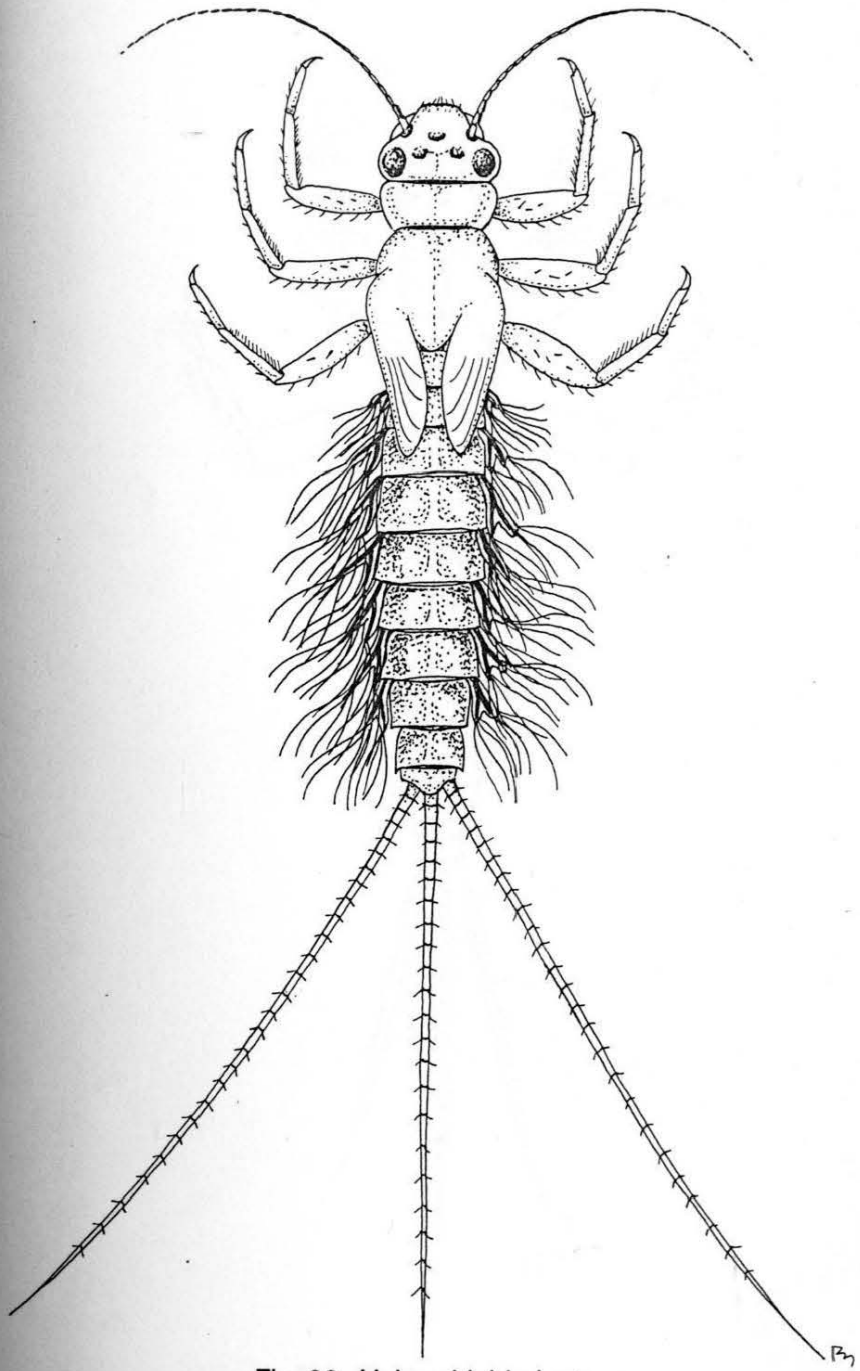


Fig. 38. *Habrophlebia lauta*

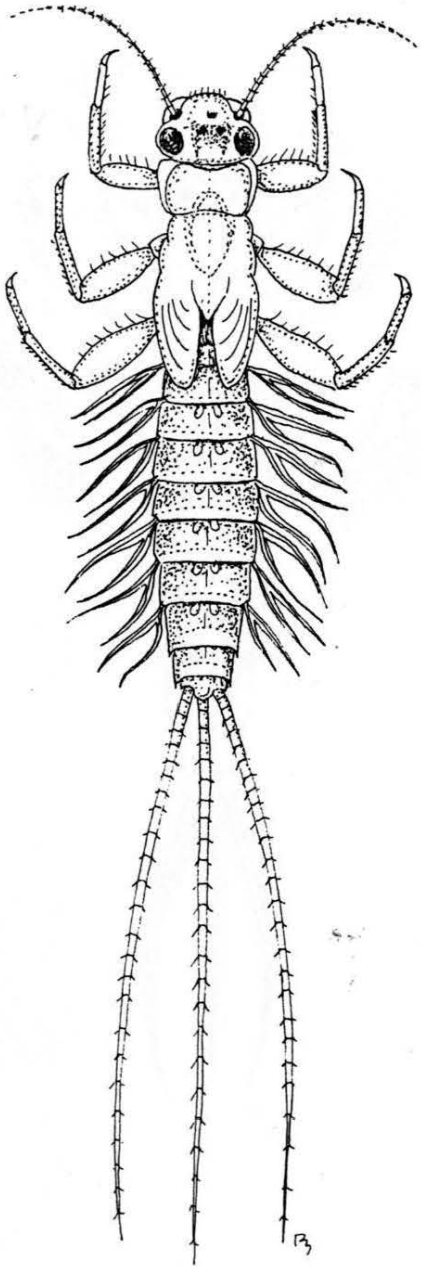


Fig. 39. *Habroleptoides confusa*

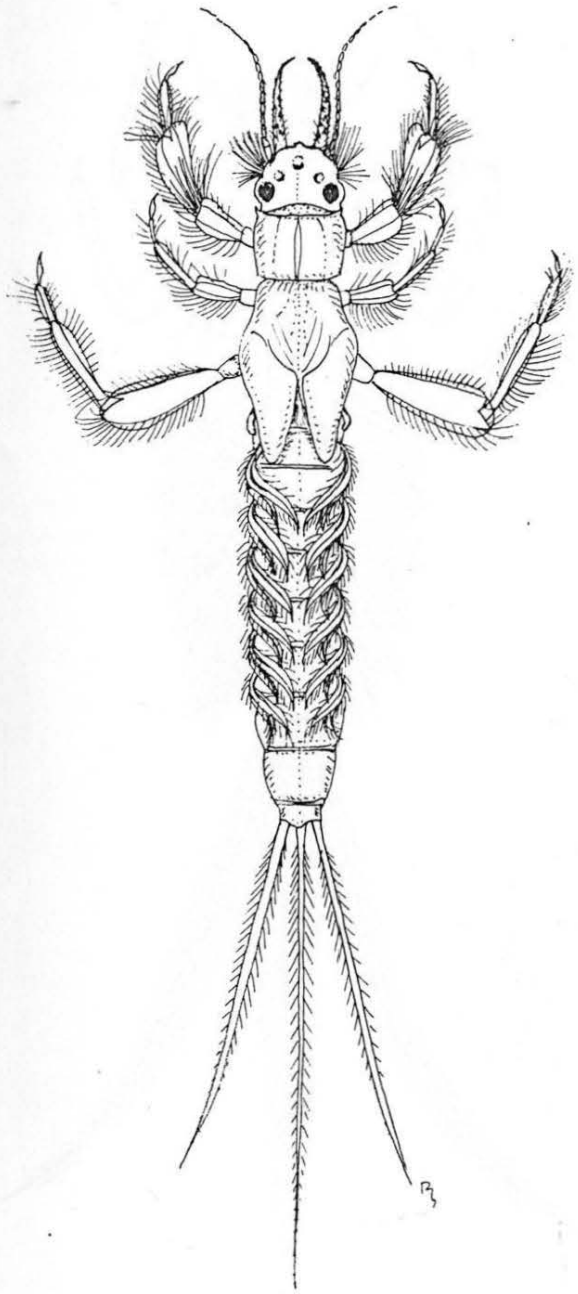


Fig. 40. *Ephoron virgo*

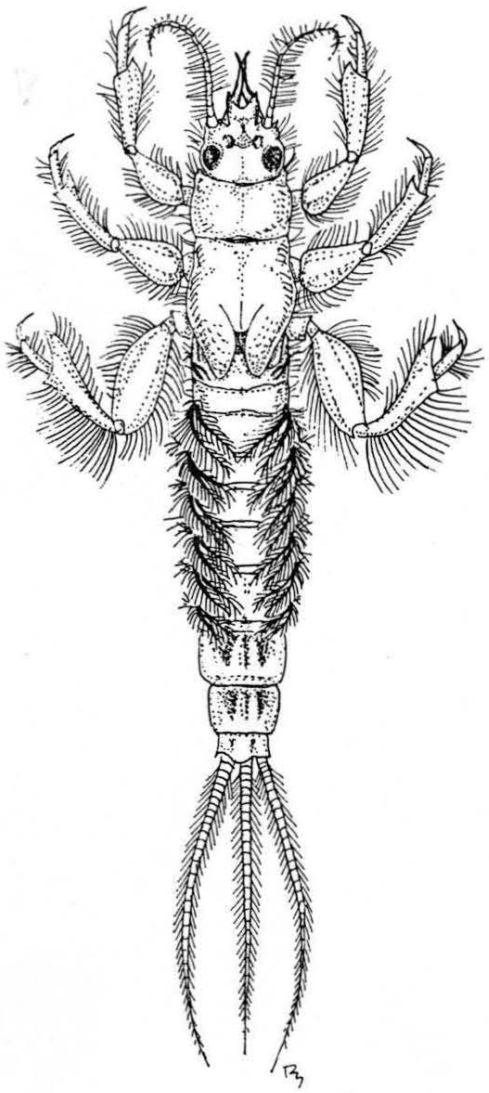


Fig. 41. *Ephemera danica*

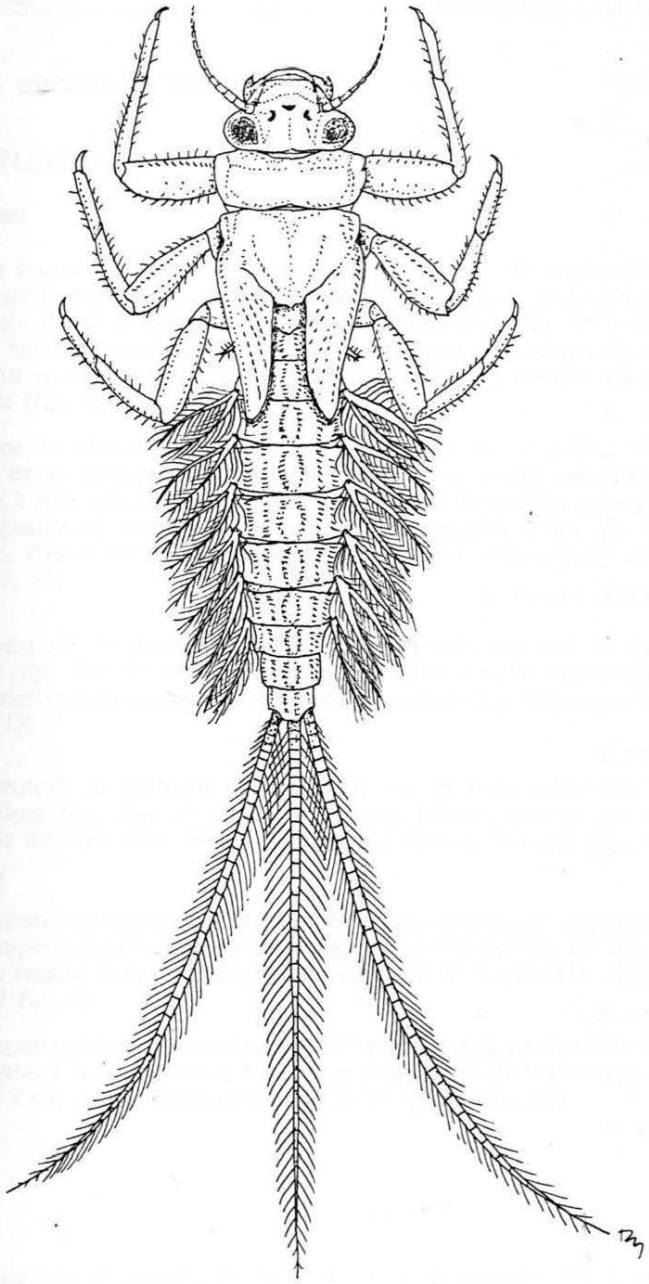


Fig. 42. *Potamanthus luteus*

Clés des genres et des espèces

SIPHLONURIDAE

Siphlonurus

1.– Pas de fortes épines sur les côtés et la surface du 10e tergite (fig. 43); épines de la surface des tergites nettement plus petites et plus fines que les dents de la marge postérieure des tergites (fig. 45); 2e article des palpes maxillaires possédant sur son côté interne une rangée de longues soies sur sa face dorsale et une rangée de soies très courtes sur sa face ventrale (fig. 48)

S. lacustris

– Présence de plusieurs fortes épines sur les côtés du 10e tergite (fig. 44); épines de la surface des tergites et dents de la marge postérieure des tergites à peu près d'égale grandeur (fig. 46); 2e article des palpes maxillaires possédant sur son côté interne deux rangées (l'une sur la face dorsale, l'autre sur la face ventrale) de longues soies d'égale longueur (fig. 47, 49)

S. groupe *aestivalis*, **2**

2.– Face ventrale du mentum pourvue d'épines robustes vers la base des palpes (fig. 50); 1er article des palpes labiaux pourvu ventralement de soies relativement semblables sur toute sa surface (fig. 50); aspect général photo IX

S. croaticus

– Face ventrale du mentum ne possédant que de fines soies vers la base des palpes (fig. 51); 1er article des palpes labiaux pourvu sur sa face ventrale de soies plus fines au centre que dans les marges (fig. 51)

3

3.– Prolongements latéro-postérieurs du 9e tergite étroits, de longueur nettement supérieure à la largeur de la base; le prolongement de leur marge interne rejoint l'axe central longitudinal sur le 8e tergite (fig. 52); aspect général fig. 18

S. aestivalis

– Prolongements latéro-postérieurs du 9e tergite larges, de longueur à peine supérieure à la largeur de la base; le prolongement de leur marge interne rejoint l'axe central longitudinal sur le 9e tergite (fig. 53)

S. armatus

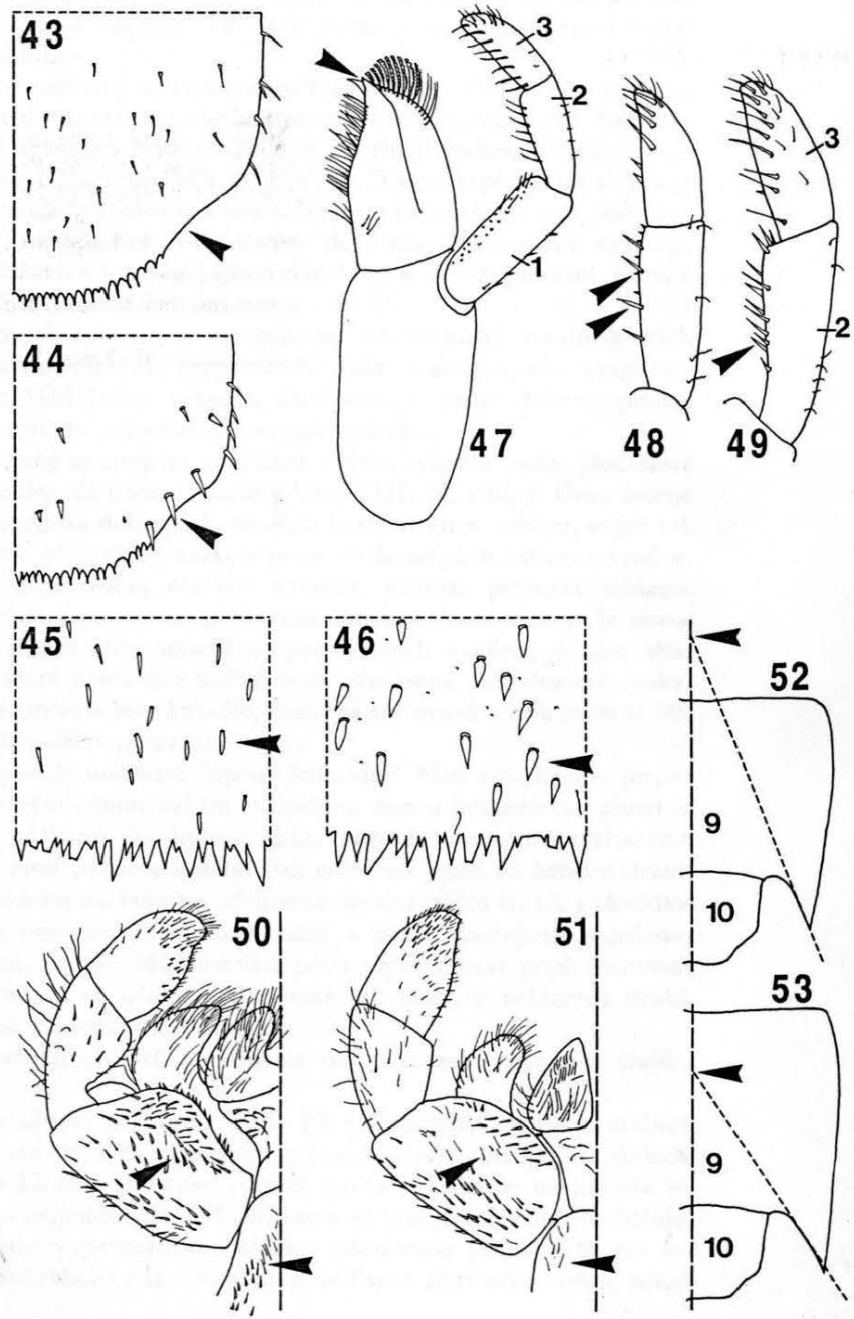


Fig. 43-53.

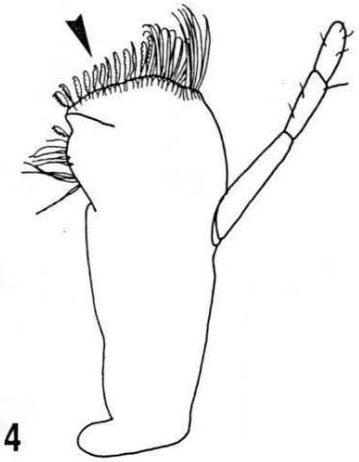
43, 45, 48: *Siphlonurus lacustris*; 44, 46-47, 49, 51-52: *S. aestivalis*; 50: *S. croaticus*; 53: *S. armatus*.

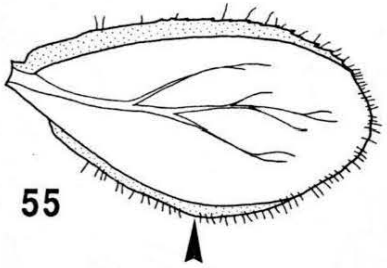
43-44: 10e tergite; 45-46: marge postérieure d'un tergite; 47: maxille, vue ventrale; 48-49: palpe maxillaire, vue dorsale; 50-51: labium, vue ventrale; 52-53: 9e et 10e tergites.

RALLIDENTIDAE

1. – Filaments caudaux plus courts que l'abdomen, frangés sur toute leur longueur et colorés en brun noir dans la région moyenne (fig. 19); branchies ovales, bande sclérifiée en contact avec la marge (fig. 55); aspect général photo X **Ameletus**
une seule espèce: **A. inopinatus**

– Filaments caudaux plus longs que l'abdomen, frangés sur environ deux tiers de leur longueur (fig. 20); branchies tronquées, bande sclérifiée distante de la marge (fig. 56) **Metreletus**
une seule espèce: **M. balcanicus**





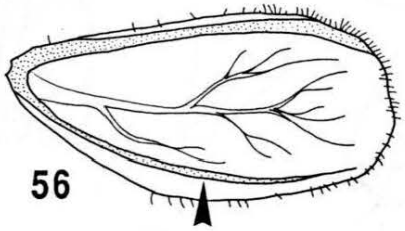


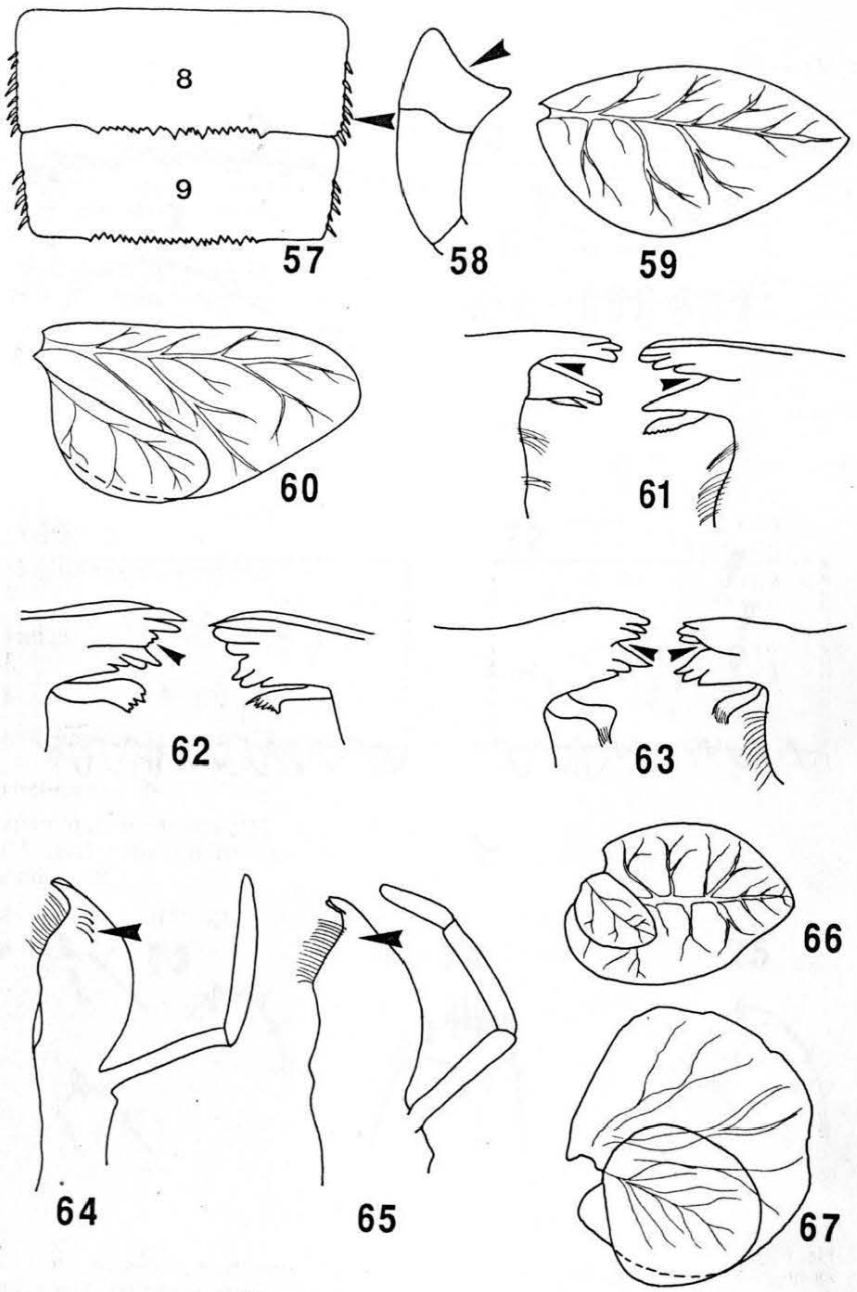
Fig. 54-56.
54-55: *Ameletus inopinatus*; 56: *Metreletus balcanicus*.
54: maxille; 55-56: branchie.

BAETIDAE

Clé des genres

1. – Branchies simples (fig. 59) 2
   – Six premières branchies constituées de deux lamelles de tailles inégales (fig. 60, 66-67) 5
2. – Marge latérale du 8e segment abdominal pourvue de 4-9 épines (fig. 57); 3e branchie à apex arrondi; filaments caudaux présentant une bande transversale noirâtre dans la partie distale (fig. 26) **Procloeon**
   une seule espèce: **P. bifidum**
   – Marge latérale du 8e segment abdominal sans épines 3
3. – Fémurs et tibias pourvus d'une rangée de longues soies sur leur marge postérieure; paracerque presque invisible, réduit à quelques articles (fig. 22) **Acentrella**
   une seule espèce: **A. sinaica**
   – Fémurs et tibias sans rangée de longues soies; paracerque visible, constitué d'au moins 10 articles 4
4. – Branchies médianes arrondies (fig. 68, 89-90); 2e article du palpe labial pourvu d'une projection interne, 3e article à marge apicale convexe ou rectiligne (fig. 81-82, 91-94); incisive de la mandibule sans profonde incision (fig. 76-77, 85-88); aspect général fig. 21 **Baetis**
   – Branchies nettement acuminées (fig. 59), 1re branchie longue, étroite et pointue (fig. 23); 2e article du palpe labial sans projection interne, 3e article à marge apicale nettement concave (fig. 58); incisive de la mandibule avec une profonde incision médiane (fig. 61) **Centroptilum**
   une seule espèce: **C. luteolum**
5. – Coloration tergale très contrastée; épines des marges latérales présentes sur les segments 7-9 au maximum; branchies nettement plus longues que larges (fig. 60); incisive de la mandibule découpée mais entière (fig. 62); aspect général fig. 24 et photo XII **Pseudocentroptilum**
   une seule espèce: **P. pennulatum**
   – Coloration tergale peu contrastée; épines des marges latérales généralement présentes sur les segments 5-9; branchies presque ou aussi larges que longues (fig. 66-67); incisive de la mandibule avec une incision médiane (fig. 63); aspect général fig. 25 **Cloeon**

Fig. 57-67.
57: *Procloeon bifidum*; 58-59, 61: *Centroptilum luteolum*; 60, 62: *Pseudocentroptilum pennulatum*; 63, 65, 67: *Cloeon dipterum*; 64, 66: *C. simile*.
57: marge postéro-latérale du 8e tergite; 58: palpe labial; 59-60, 66-67: branchie; 61-63: partie incisive des mandibules; 64-65: maxille, vue ventrale.



Clés des espèces

Cloeon

Максиллярн. щупик

1. – Palpe maxillaire de 2 articles, partie apicale de la galea-lacinia pourvue de 3-5 soies (fig. 64); lamelle branchiale supérieure nettement plus petite que l'inférieure et nettement acuminée (fig. 66) **C. simile**
   – Palpe maxillaire de 3 articles, partie apicale de la galea-lacinia dépourvue de soies (fig. 65); lamelle branchiale supérieure environ deux fois plus petite que l'inférieure et arrondie (fig. 67) **C. dipterum**

Baetis

1. – Marge postérieure des tergites abdominaux (ainsi que marges latérales des 8e et 9e tergites) portant de nombreuses soies épaisses et émoussées (fig. 70); marge antérieure des branchies portant de petites épines (fig. 68-69); aspect général photo XI **B. rhodani**
   – Marge postérieure des tergites abdominaux différemment constituée (fig. 72 p. ex.); branchies toujours sans épines **2**
2. – Apex du palpe maxillaire avec au moins 2 (généralement 5-15) épines (fig. 73-74) **3**
   – Apex du palpe maxillaire avec au plus une épine (fig. 75 p. ex.) **4**
3. – 2-5 épines à l'apex du palpe maxillaire (fig. 73); tergites abdominaux dépourvus d'écailles ou de traces d'insertions d'écailles (fig. 71) **B. nubecularis**
   – 5-15 épines à l'apex du palpe maxillaire (fig. 74); tergites abdominaux avec de nombreuses écailles ou traces d'insertions d'écailles (fig. 72) **B. alpinus**
4. – Apex du palpe maxillaire avec une épine visible (fig. 75) **5**
   – Apex du palpe maxillaire sans épine **6**

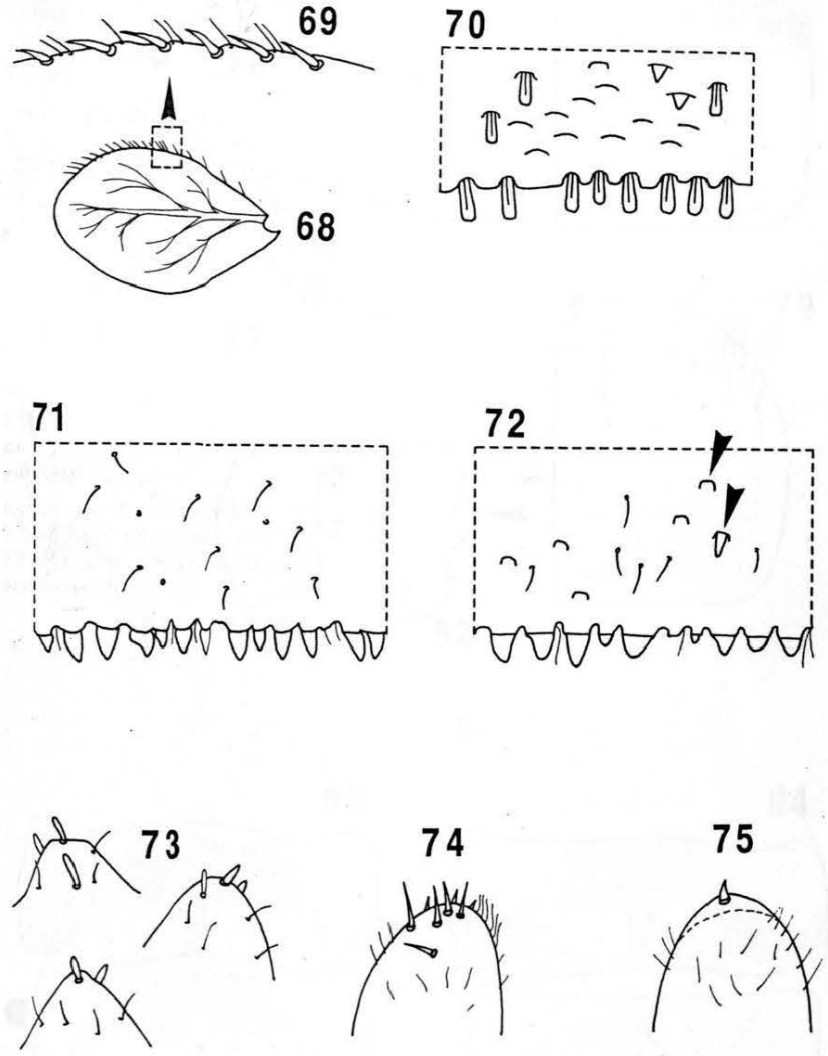
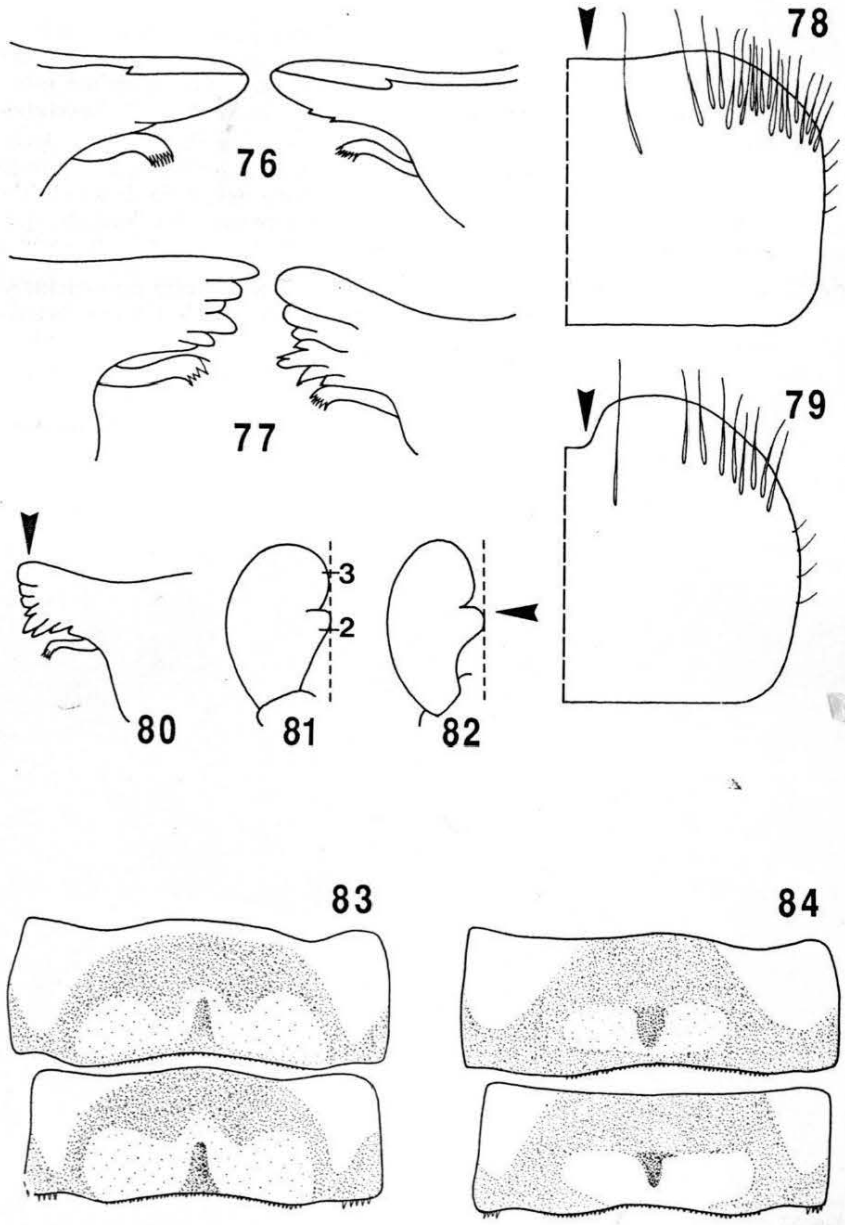


Fig. 68-75.
68-70: *Baetis rhodani*; 71, 73: *B. nubecularis*; 72, 74: *B. alpinus*; 75: *B. melanonyx*.
68: branchie; 69: détail de la marge d'une branchie; 70-72: marge postérieure d'un tergite abdominal; 73-75: apex du palpe maxillaire.

5. – Incisive des mandibules constituée d'une seule dent (fig. 76) (en préparation microscopique, des mandibules abrasées laissent parfois entrevoir la nouvelle mandibule au travers); marge antérieure du labre peu ou pas échancrée (fig. 78) **B. melanonyx**
   – Incisive des mandibules constituée de plusieurs dents (fig. 77); marge antérieure du labre bien échancrée (fig. 79) **B. lutheri**
6. – Marge externe de la mandibule droite constituée d'une saillie en forme de talon (fig. 80); tergites abdominaux sans zone centrale claire **7**
   – Marge externe des deux mandibules pourvue d'une véritable dent (fig. 87-88); tergites abdominaux très sombres avec une zone centrale claire **10**
7. – Cerques et paracerque présentant une bande sombre dans la région moyenne; dessins des tergites abdominaux très contrastés **8**
   – Cerques et paracerque sans bande sombre; dessins des tergites abdominaux le plus souvent peu contrastés **9**
8. – Traces d'insertions musculaires sur le crâne peu contrastées; marge interne du 3e article du palpe labial aussi proéminente que le lobe apical du 2e article (fig. 81); tergites 7 et 8 pigmentés comme sur la fig. 83 **B. fuscatus**
   – Traces d'insertions musculaires sur le crâne bien contrastées; marge interne du 3e article du palpe labial en retrait par rapport au lobe apical du 2e article (fig. 82); tergites 7 et 8 pigmentés comme sur la fig. 84 **B. scambus**

Fig. 76-84.
76, 78: *Baetis melanonyx*; 77, 79: *B. lutheri*; 80: *B. vernus*; 81, 83: *B. fuscatus*; 82, 84: *B. scambus*.
76-77: partie incisive des mandibules; 78-79: labre; 80: partie incisive de la mandibule droite; 81-82: palpe labial; 83-84: 7e et 8e tergites abdominaux.



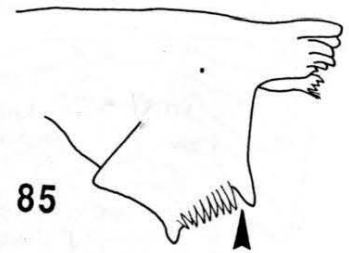
9. – Région molaire de la mandibule gauche sans petites dents auxiliaires (fig. 85); tergites abdominaux avec 4 petites taches claires centrales; lobe apical du 2e article du palpe labial étroit (fig. 91); branchies presque aussi larges que longues (fig. 89) **B. buceratus**

   – Région molaire de la mandibule gauche pourvue de 2 petites dents auxiliaires (fig. 86); tergites abdominaux sans 4 petites taches claires centrales, mais à marges latérales claires; lobe apical du 2e article du palpe labial large (fig. 92); branchies nettement plus longues que larges (fig. 90) **B. vernus**

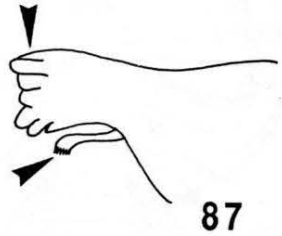
10. – 6 paires de branchies; prostheca de la mandibule droite normalement développée (fig. 87); apex du palpe labial tronqué, à marge subrectiligne (fig. 93) **B. niger**

    – 7 paires de branchies; prostheca de la mandibule droite réduite à 2 soies fines (fig. 88); apex du palpe labial conique (fig. 94) **B. muticus**

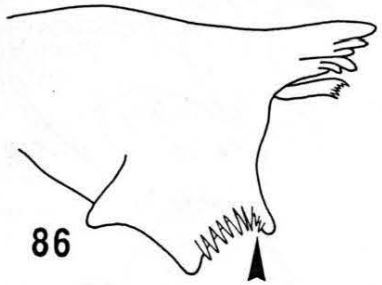
Fig. 85-94.
85, 89, 91: *Baetis buceratus*; 86, 90, 92: *B. vernus*; 87, 93: *B. niger*; 88, 94: *B. muticus*.
85-86: mandibule gauche; 87-88: partie incisive de la mandibule droite; 89-90: branchie; 91-94: palpe labial.



85

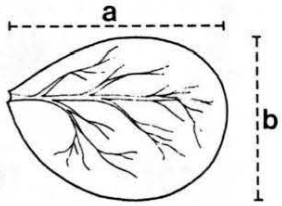


87

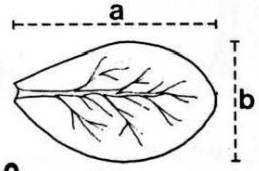


86

88



89



90

91

92

93

94

HEPTAGENIIDAE

Clé des genres

1. – Larves portant 2 cerques, sans paracerque (fig. 28) **Epeorus** (page 92)
   – Larves portant 2 cerques et un paracerque 2
2. – Marges latérales du pronotum prolongées postérieurement (fig. 30) **Ecdyonurus** (page 92)
   – Marges latérales du pronotum non prolongées postérieurement (fig. 29, 31-32) 3
3. – 1re branchie réniforme et rabattue ventralement (fig. 95); aspect général fig. 29 **Rhithrogena** (page 96)
   – 1re branchie fusiforme et non rabattue ventralement (fig. 96) 4
4. – Glosses digitiformes (fig. 97); aspect général fig. 32 **Heptagenia** (page 102)
   – Glosses quadrangulaires (fig. 98); aspect général fig. 31 **Electrogena** (page 102)

Clé des espèces

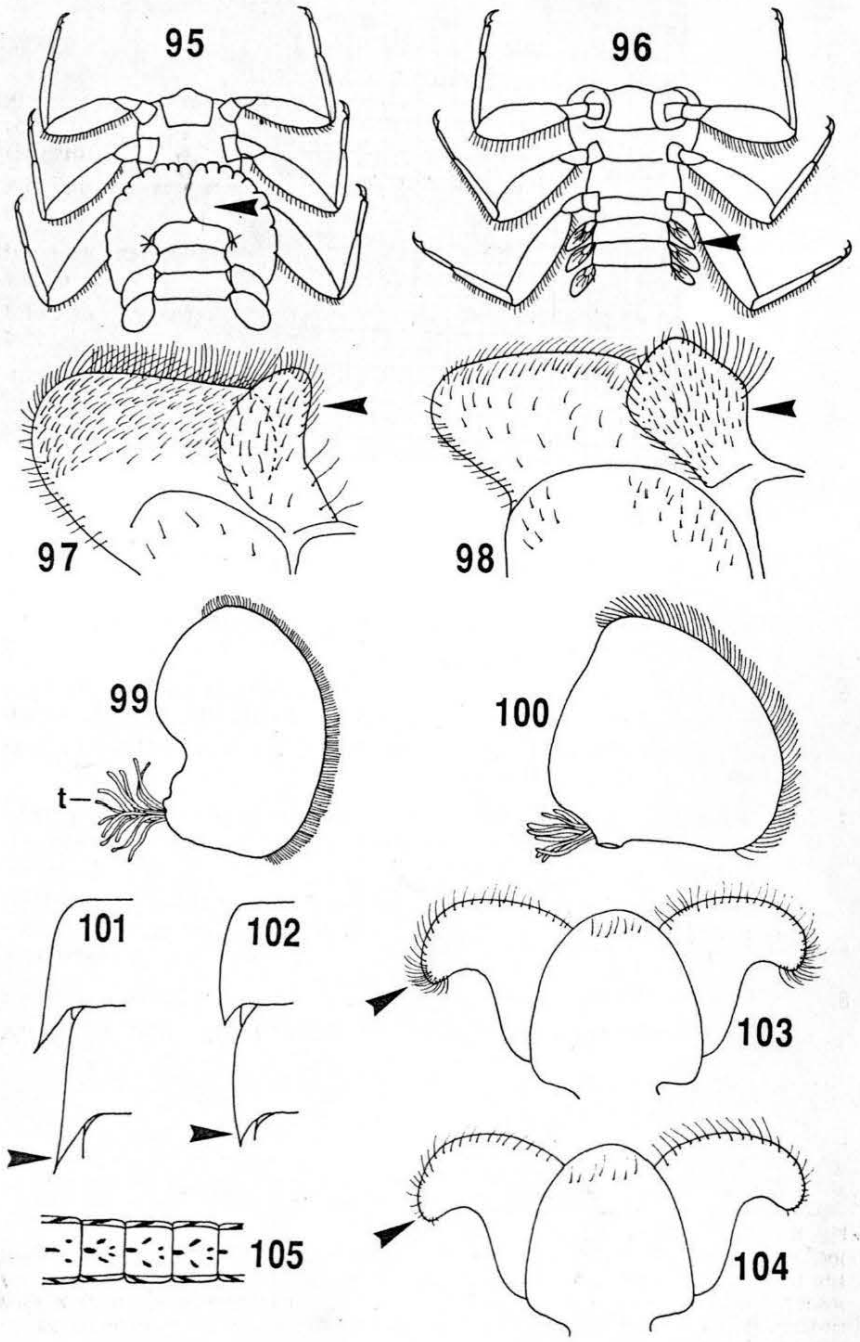
Epeorus

1. – Branchies de la 1re paire réniformes (fig. 99), en contact ventralement **E. alpicola**
   – Branchies de la 1re paire non réniformes (fig. 100), non jointes ventralement **E. sylvicola**

Ecdyonurus

1. – Prolongements latéro-postérieurs des tergites abdominaux longs (fig. 101); marges externes des lobes latéraux de l'hypopharynx pourvues d'une dense pilosité formée de longes soies (fig. 103) E. groupe *venosus* 2
   – Prolongements latéro-postérieurs des tergites abdominaux courts (fig. 102); marges externes des lobes latéraux de l'hypopharynx pourvues d'une faible pilosité formée de courtes soies (fig. 104) E. groupe *helveticus* 5

Fig. 95-105.
95: *Rhithrogena*; 96-97: *Heptagenia*; 96, 98: *Electrogena*; 99: *Epeorus alpicola*; 100: *E. sylvicola*; 101, 103: *Ecdyonurus* du groupe *venosus*; 102, 104: *Ecdyonurus* du groupe *helveticus*; 105: *Ecdyonurus insignis*.
95-96: thorax et premiers segments abdominaux, vue ventrale; 97-98: glosse et paraglosse; 99-100: 1re branchie (t=touffe trachéenne); 101-102: marge latérale des tergites abdominaux, vue dorsale; 103-104: hypopharynx; 105: sternites abdominaux.

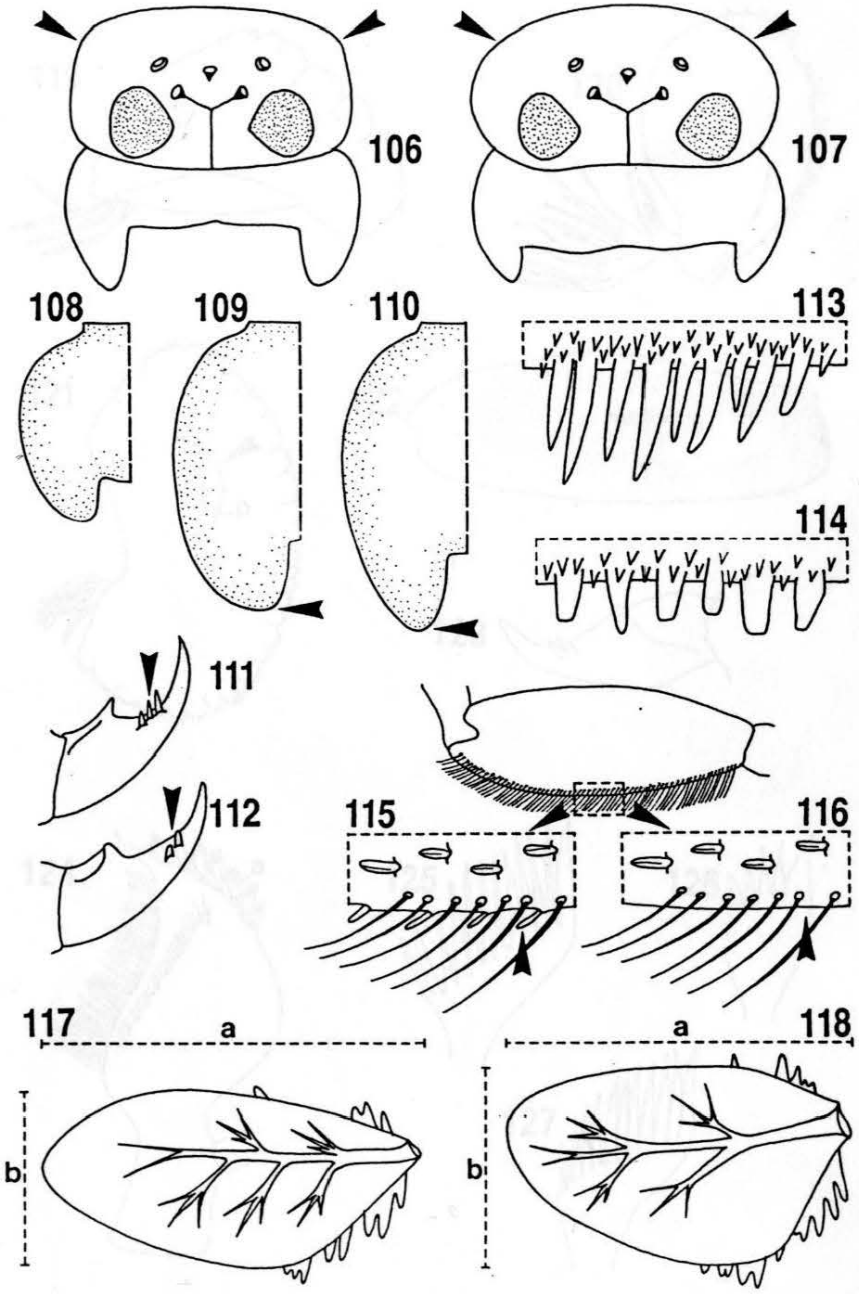


2. – 7e branchie pourvue d'une touffe trachéenne; sternites abdominaux présentant un motif typique formé de traits et de points (fig. 105) **E. insignis** +
   – 7e branchie sans touffe trachéenne; motif des sternites abdominaux autre que celui de la fig. 105 **3**
3. – Marge latérale du pronotum fortement convexe, prolongement pronotal court (fig. 108) **E. dispar** +
   – Marge latérale du pronotum moins convexe, prolongement pronotal long (comme fig. 109-110) **4**
4. – Marges latéro-antérieures de la capsule céphalique plus ou moins rectilignes, formant un angle marqué (fig. 106); griffes tarsales portant en général trois dents (fig. 111) **E. torrentis** +
   – Marges latéro-antérieures de la capsule céphalique régulièrement arrondies (fig. 107); griffes tarsales portant en général deux dents (fig. 112); aspect général photo XIV **E. venosus** +
5. – Marges postérieures des tergites abdominaux portant de longues dents pointues (fig. 113) **6**
   – Marges postérieures des tergites abdominaux portant de courtes dents tronquées (fig. 114) **8**
6. – Marge postérieure du fémur métathoracique portant en plus des soies une rangée de fortes épines dans sa partie distale (fig. 115) **E. picteti**
   – Marge postérieure du fémur métathoracique sans rangée d'épines dans sa partie distale (fig. 116) **7**
7. – 4e branchie au minimum 2 fois plus longue que large (a:b ≥ 2) (fig. 117); extrémité postérieure du prolongement pronotal arrondie distalement (fig. 109) **E. zelleri**
   – 4e branchie moins de 2 fois plus longue que large (a:b < 2) (fig. 118); extrémité postérieure du prolongement pronotal légèrement acuminée (fig. 110) **E. helveticus**
8. – Griffes tarsales sans dents **E. parahelveticus**
   – Griffes tarsales portant un nombre variable de petites dents **E. alpinus**

Fig. 106-118.
106, 111: *Ecdyonurus torrentis*; 107, 112: *E. venosus*; 108: *E. dispar*; 109, 117: *E. zelleri*; 110, 113, 116, 118: *E. helveticus*; 114: *E. alpinus*; 115: *E. picteti*.
106-107: tête et prothorax, vue dorsale; 108-110: pronotum; 111-112: griffe tarsale de la patte médiane; 113-114: marge postérieure d'un tergite; 115-116: marge postérieure du fémur métathoracique; 117-118: 4e branchie.

E. gr. helveticus : E. carpathicus Sowa, 1973
E. subalpinus Klapálek, 1907

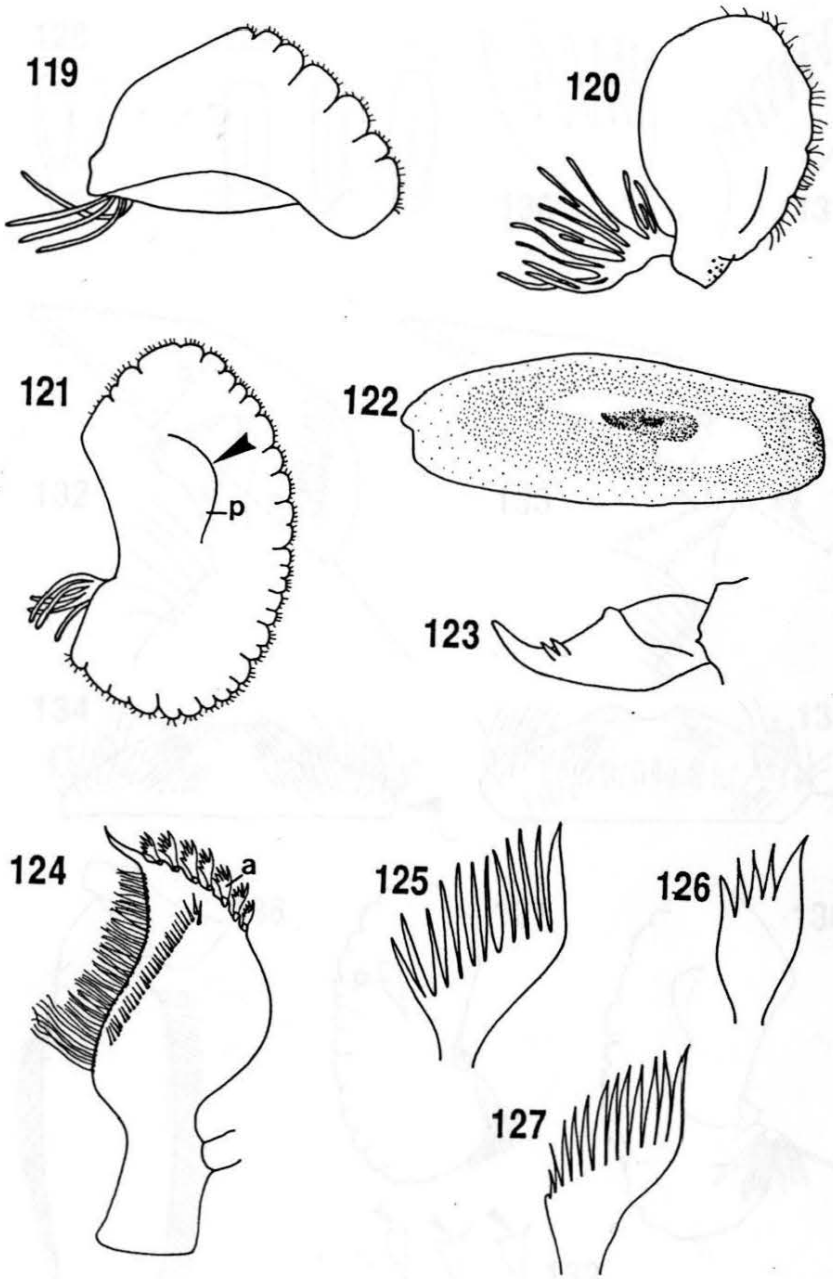
E. gr. venosus : E. starmachi Sowa, 1971
E. submontanus Landa, 1969
E. macani Thomas & Sowa, 1970


106
107
108
109
110
113
114
111
112
115
116
117
a
b
118
a
b

Rhithrogena

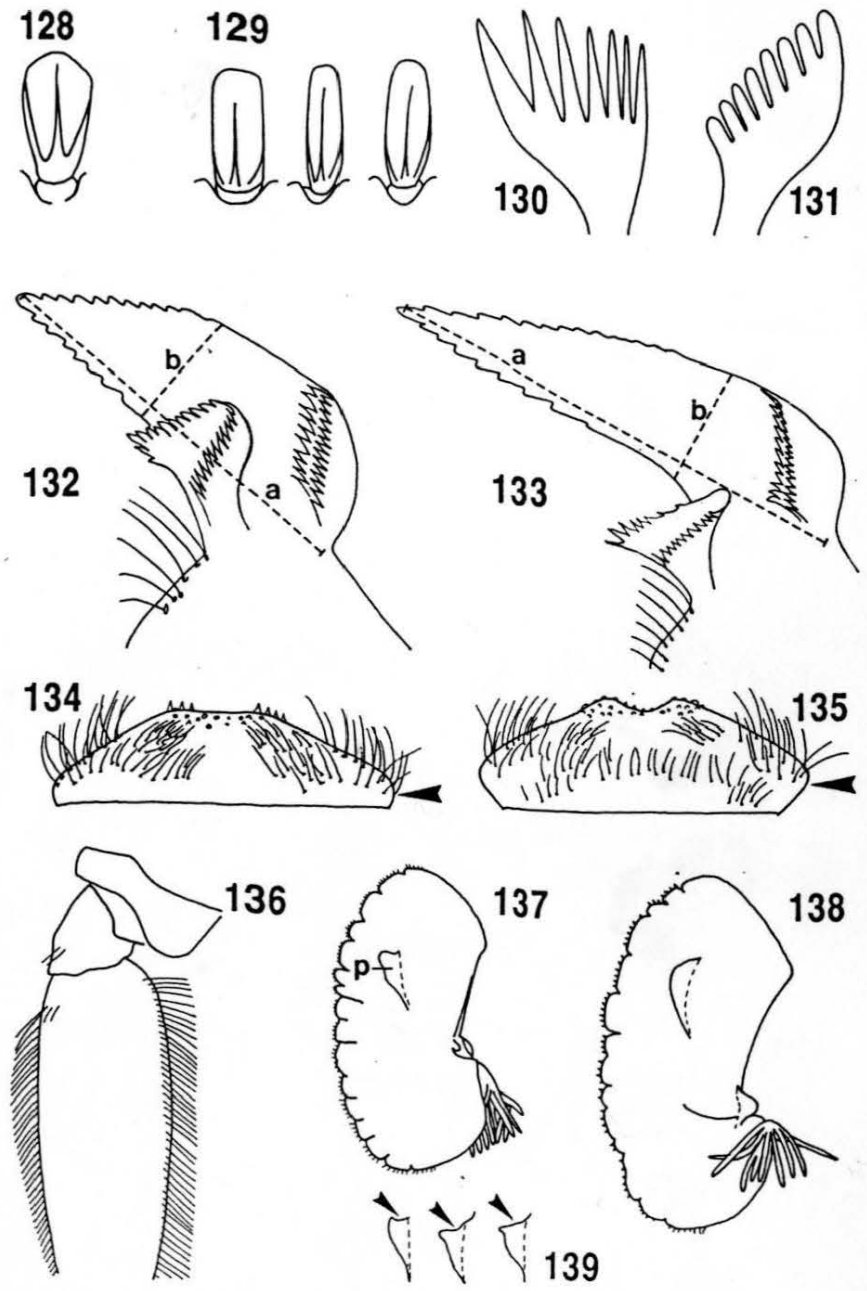
1. – Marge de la 7e branchie festonnée (fig. 119) **2**
   – Marge de la 7e branchie entière, non festonnée (fig. 120) **12**
2. – Plica (p) présente sur la 1re branchie (fig. 121) **3**
   – Pas de plica sur la 1re branchie **10**
3. – Branchies 2-6 avec une marque violacée **R. nivata**
   – Branchies 2-6 sans une telle marque **4**
4. – Tache foncée bien visible à la face dorsale des fémurs (fig. 122) **5**
   – Pas de tache à la face dorsale des fémurs **7**
5. – Griffe tarsale pourvue de petites dents (comme fig. 123) **6**
   – Griffe tarsale sans petites dents **R. loyolaea**
6. – 5e peigne (a) de la galea-lacinia (fig. 124) portant 11-13 dents (fig. 125) **R. grischuna**
   – 5e peigne de la galea-lacinia portant moins de 10 dents **R. gratianopolitana**
7. – 5e peigne de la galea-lacinia portant 5-6 dents (fig. 126) **R. hybrida**
   – 5e peigne de la galea-lacinia portant 10-16 dents (fig. 127) **8**

Fig. 119-127.
119, 121: *Rhithrogena loyolaea*; 120: *R. beskidensis*; 122, 125: *R. grischuna*; 123: *R. puytoraci*; 124: *Rhithrogena sp.*; 126: *R. hybrida*; 127: *R. degrangei*.
119-120: 7e branchie; 121: 1re branchie (p=plica); 122: fémur antérieur; 123: griffe tarsale; 124: galea-lacinia (a=5e peigne); 125-127: 5e peigne de la galea-lacinia.



8. – Larve du dernier stade mesurant plus de 10 mm de longueur sans les cerques; majorité des épines de la face dorsale du fémur postérieur à marges divergentes (fig. 128) **R. degrangei**
   – Larve du dernier stade mesurant moins de 7 mm de longueur; majorité des épines de la face dorsale du fémur postérieur à marges parallèles (comme fig. 129) **9**
9. – 5e peigne de la galea-lacinia portant des dents pointues (fig. 130); incisive de la mandibule moins de 3 fois plus longue que large (a:b < 3) (fig. 132) **R. endenensis**
   – 5e peigne de la galea-lacinia portant des dents émoussées (fig. 131); incisive de la mandibule plus de 3 fois plus longue que large (a:b > 3) (fig. 133) **R. puthzi**
10. – Marge antérieure de tous les fémurs pourvue d'une rangée de longues soies (fig. 136) **R. alpestris**
   – Seule la marge antérieure du fémur antérieur pourvue d'une rangée de longues soies **11**
11. – Griffe tarsale portant 2-3 dents; labre triangulaire, à marges latérales arrondies (fig. 134) **R. intermedia**
   – Griffe tarsale sans dents; labre trapézoïdal, à marges latérales anguleuses (fig. 135) **R. landai**
12. – Plica (p) présente sur la 1re branchie (fig. 137) **13**
   – Pas de plica sur la 1re branchie **19**
13. – Plica à marge antérieure nettement concave (fig. 139) **14**
   – Plica à marge antérieure rectiligne ou convexe (fig. 138) **16**
14. – Griffe tarsale portant 2-3 dents; face dorsale des fémurs pourvue d'une tache foncée **15**
   – Griffe tarsale sans dent; face dorsale des fémurs sans tache **R. dorieri**

Fig. 128-139.
128: *Rhrithrogena degrangei*; 129: *R. iridina*; 130, 132: *R. endenensis*; 131, 133: *R. puthzi*; 134: *R. intermedia*; 135: *R. landai*; 136: *R. alpestris*; 138: *R. carpatoalpina*; 137, 139: *R. semicolorata*.
128-129: épines du fémur postérieur; 130-131: 5e peigne de la galea-lacinia; 132-133: partie incisive de la mandibule; 134-135: labre; 136: fémur; 137-138: 1re branchie (p = plica); 139: plica de la 1re branchie.



15. – 2e branchie rhomboïdale (a:b<1.3) (fig. 140); épines de la face dorsale du fémur postérieur moins de 2 fois plus longues que larges (a:b<2) (fig. 142); incisive interne (i) de la mandibule aussi longue que la moitié de l'incisive externe (e) (fig. 144); aspect général photo XIII **R. semicolorata**

– 2e branchie ovalaire (a:b>1.4) (fig. 141); épines de la face dorsale du fémur postérieur plus de 2.5 fois plus longues que larges (a:b>2.5) (fig. 143); incisive interne de la mandibule plus longue que la moitié de l'incisive externe (fig. 145) **R. germanica**

16. – Face dorsale des fémurs sans tache; griffe tarsale sans dent; filaments caudaux pourvus de longs aiguillons (visibles au microscope optique en contraste de phase) **R. colmarsensis**

– Face dorsale des fémurs présentant une tache; griffe tarsale portant 2-3 dents (fig. 123); filaments caudaux sans longs aiguillons **17**

17. – Epines de la face dorsale du fémur postérieur à marges parallèles ou de forme légèrement ovale, c'est-à-dire à partie apicale jamais plus large que la partie basale (fig. 129) **R. iridina**

– Epines de la face dorsale du fémur postérieur à marges divergentes, c'est-à-dire à partie apicale toujours plus large que la partie basale (comme fig. 128) **18**

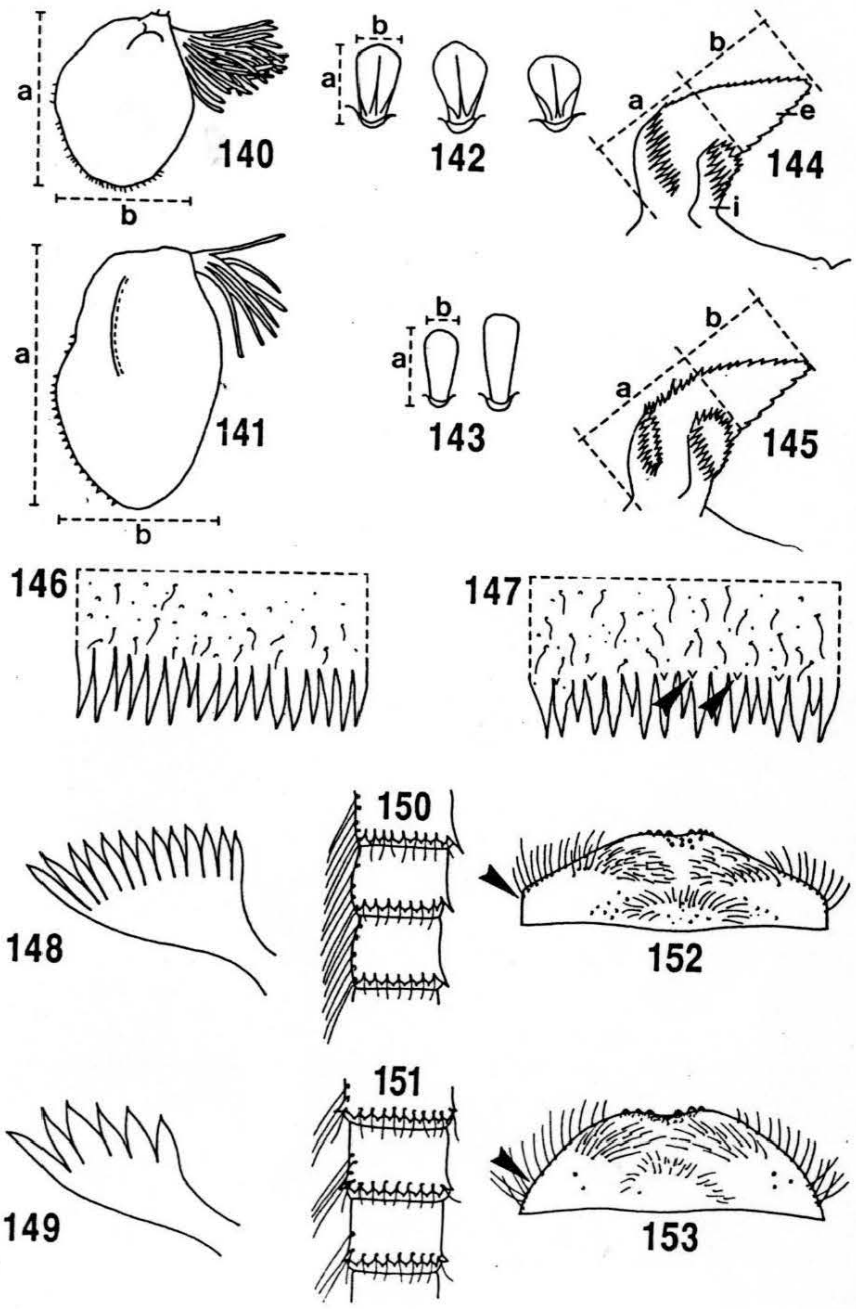
18. – Marge postérieure des tergites abdominaux médians (3-6) dépourvue de microdenticulation (fig. 146) **R. carpatoalpina**

– Marge postérieure des tergites abdominaux médians (3-6) pourvue d'une microdenticulation en plus des dents (fig. 147) **R. puytoraci**

19. – 5e peigne de la galea-lacinia portant 10-13 dents (fig. 148); marge externe des filaments caudaux portant de longues soies réparties régulièrement (fig. 150); marge antérieure du labre coudée latéralement (fig. 152) **R. beskidensis**

– 5e peigne de la galea-lacinia portant 5-7 dents (fig. 149); marge externe des filaments caudaux portant de longues soies groupées en faisceaux (fig. 151); marge antérieure du labre régulièrement arrondie (fig. 153) **R. savoiensis**

Fig. 140-153.
140, 142, 144: *Rhithrogena semicolorata*; 141, 143, 145: *R. germanica*; 146: *R. carpatoalpina*; 147: *R. puytoraci*; 148, 150, 152: *R. beskidensis*; 149, 151, 153: *R. savoiensis*.
140-141: 2e branchie; 142-143: épines sur les fémurs postérieurs; 144-145: partie incisive de la mandibule (i=incisive interne, e=incisive externe); 146-147: marge postérieure du 5e tergite abdominal; 148-149: 5e peigne de la galea-lacinia; 150-151: trois articles des cerques; 152-153: labre.


140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
a
b
e
i

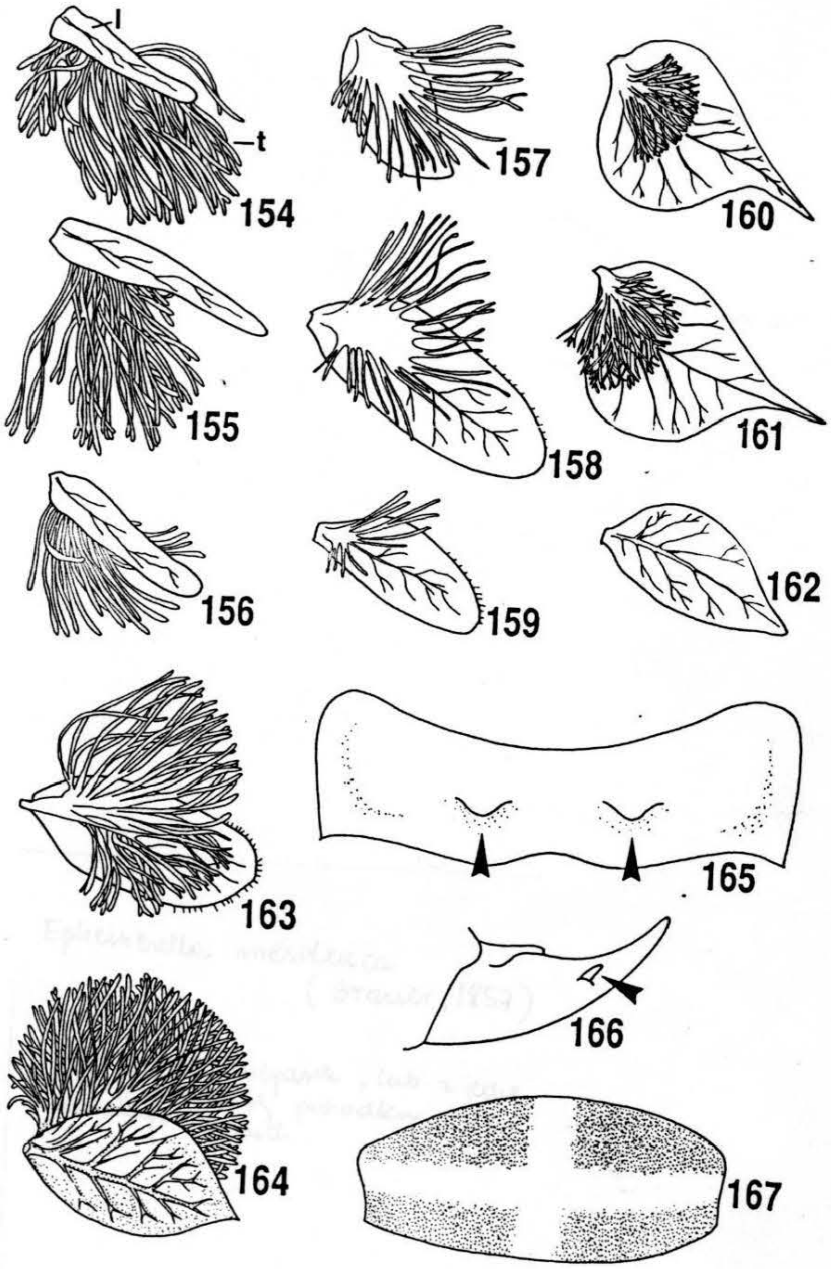
Heptagenia

1. – Lamelle (l) des branchies 1-7 étroite (fig. 154-156) **H. coerulans**
   – Lamelle des branchies 1-7 élargie (fig. 157-164) **2**
2. – 7e branchie sans touffe trachéenne (fig. 162); extrémité distale des branchies fortement rétrécie (fig. 160-162) **H. fuscogrisea**
   – 7e branchie avec touffe trachéenne (fig. 159); extrémité distale des branchies non rétrécie (fig. 157-159, 163-164) **3**
3. – Filaments caudaux annelés clair-foncé (fig. 32) **H. sulphurea**
   – Filaments caudaux ne présentant pas ce caractère **4**
4. – Extrémité distale des branchies arrondie (fig. 163); présence de 2 mamelons coniques sur le pronotum (fig. 165) **H. longicauda**
   – Extrémité distale des branchies pointue (fig. 164); pas de mamelons coniques sur le pronotum **H. flava**

Electrogena

1. – Griffes tarsales ne portant qu'une seule dent (fig. 166) **E. lateralis**
   – Griffes tarsales portant plus d'une dent **2**
2. – Face dorsale des fémurs présentant un dessin typique: 4 zones foncées séparées par une croix claire (fig. 167) **E. quadrilineata**
   – Fémurs ne présentant pas ce motif **E. rivuscellana**

Fig. 154-167.
154-156: *Heptagenia coerulans*; 157-159: *H. sulphurea*; 160-162: *H. fuscogrisea*; 163, 165: *H. longicauda*; 164: *H. flava*; 166: *Electrogena lateralis*; 167: *E. quadrilineata*.
154, 157, 160: 1re branchie (l=lamelle, t=touffe trachéenne); 155, 158, 161, 163-164: 4e branchie; 156, 159, 162: 7e branchie; 165: pronotum, vue dorsale; 166: griffe tarsale de la patte médiane; 167: fémur, vue dorsale.


l
t
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167

EPHEMERELLIDAE

Clé des genres

1. – 1re branchie atteignant le 7e tergite et recouvrant presque entièrement les branchies suivantes (fig. 168) **Torleya**
   une seule espèce: **Torleya major**
   – 1re branchie atteignant au maximum le 5e tergite; 4 premières branchies nettement visibles (fig. 33, 169-170) **Ephemerella**

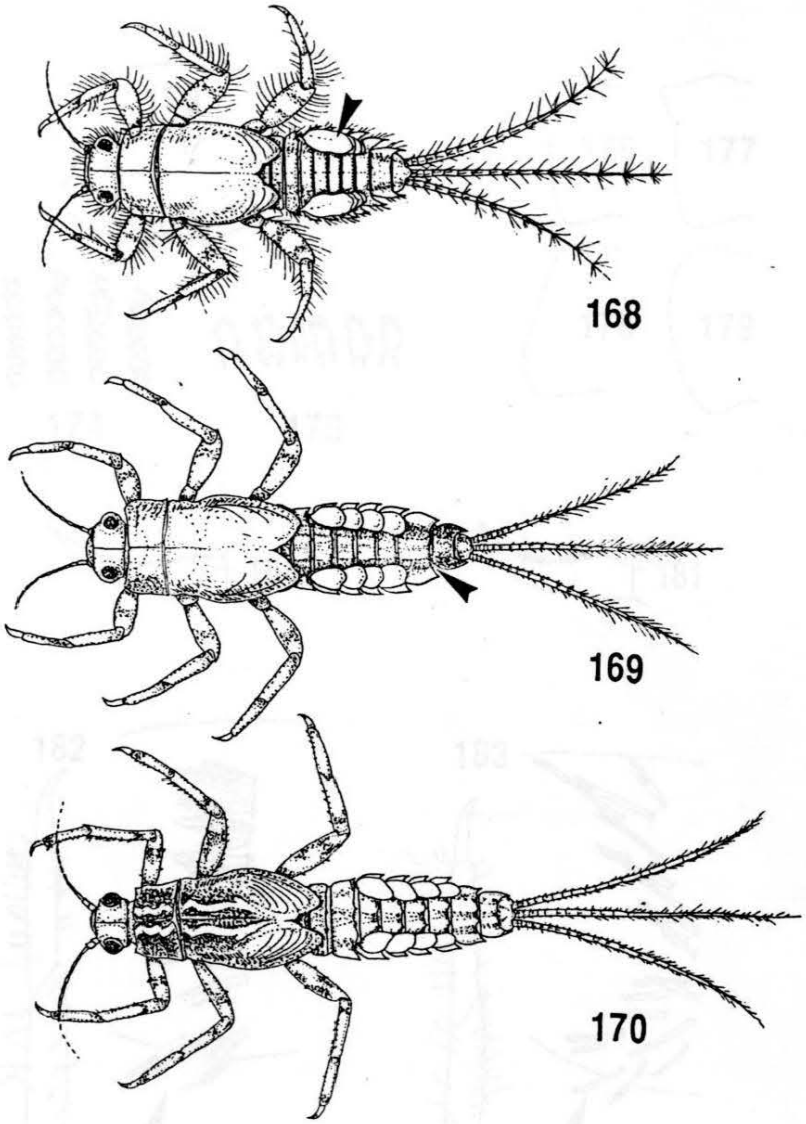
Clé des espèces

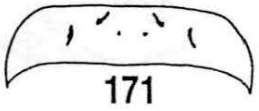
Ephemerella

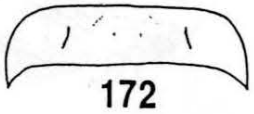
1. – Sternites sans dessins noirs, dernier segment abdominal beaucoup plus étroit que les précédents et rétréci dans sa partie proximale (fig. 169 et photo X) **E. mucronata**
   – Sternites 2-8 présentant des traits ou des points noirs **2**
2. – Marge postérieure des tergites 4-7 sans fortes protubérances (fig. 170); filaments caudaux de couleur uniforme; dessin des sternites formé de traits et de points colorés d'égale intensité (fig. 171) **E. notata**
   – Marge postérieure des tergites 4-7 pourvue de deux fortes protubérances (fig. 33); filaments caudaux annelés clair-foncé; sternites pouvant présenter des traits et des points, mais jamais d'égale intensité **E. ignita**

Fig. 168-172.
168: *Torleya major*; 169: *Ephemerella mucronata*; 170-171: *E. notata*; 172: *E. ignita*.
168-170: vue générale dorsale; 171-172: sternite abdominal.

Ephemerella mesoleuca
(Brauer, 1857)
(po ignita)
- ogony bez przepasek, lub z jedną ciemną przepaską pośrodku każdego z nich.


168
169
170


171


172

CAENIDAE

Caenis

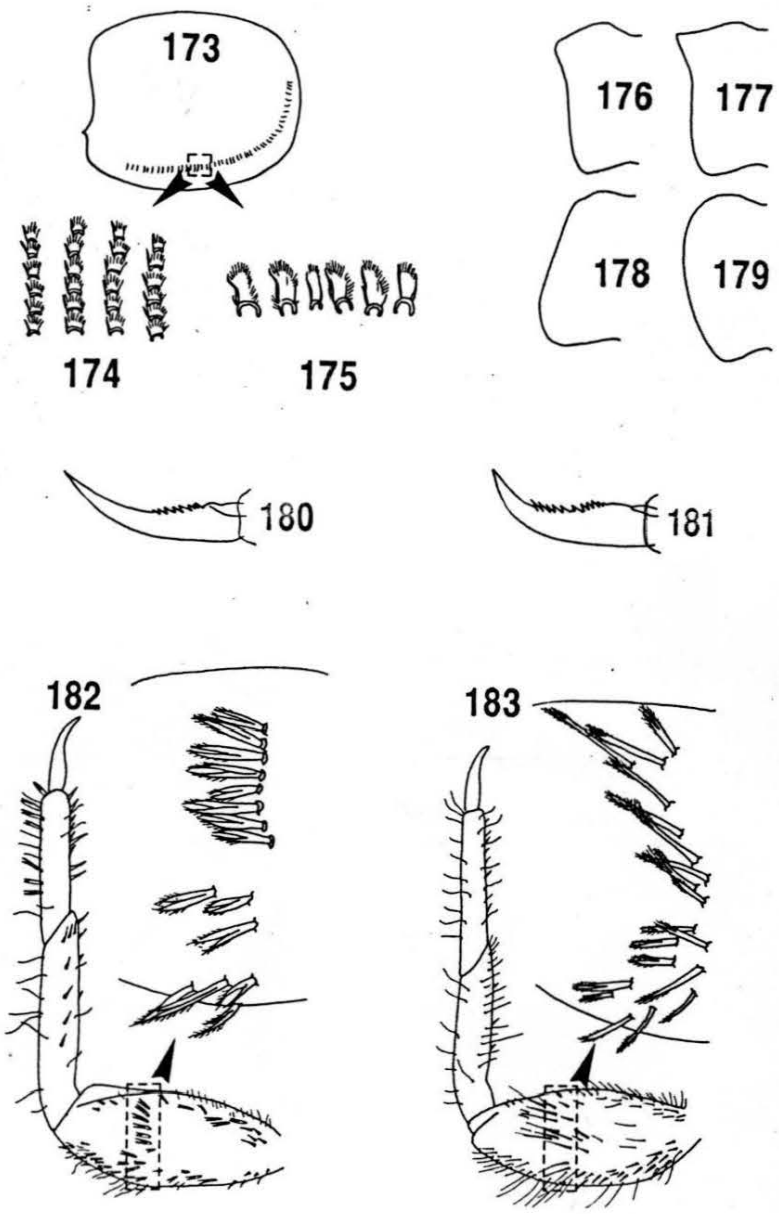
1. – Bande de microtriches, située à la face ventrale de la 2e branchie, constituée de rangées parallèles de 2-8 microtriches chacune (préparation microscopique) (fig. 173-174); marge latérale du pronotum concave (fig. 176-177) 2
   – Bande de microtriches, située à la face ventrale de la 2e branchie, constituée de microtriches individuelles, disposées côte à côte (préparation microscopique) (fig. 173, 175); pronotum à marges latérales rectilignes ou convexes (fig. 178-179) 3

2. – Face dorsale du fémur antérieur pourvue d'une rangée transversale de fortes soies (comme fig. 182-183); griffe tarsale étroite, peu courbée, portant des dents sur le tiers basal (fig. 180); angles antérieurs du pronotum arrondis, marge antérieure bombée (fig. 176); 3e article du palpe labial plus court que le 2e **C. horaria**
   – Face dorsale du fémur antérieur sans rangée transversale de fortes soies; griffe tarsale fortement arquée, portant des dents sur les deux tiers de la longueur (fig. 181); angles antérieurs du pronotum nettement acuminés, marge antérieure faiblement incurvée (fig. 177); 2e et 3e article du palpe labial presque de même longueur; marge postérieure du dernier sternite abdominal arrondie (fig. 184) **C. robusta**

3. – Marge postérieure du dernier sternite abdominal profondément incisée (fig. 185) 4
   – Marge postérieure du dernier sternite abdominal au plus légèrement échancrée 5

4. – Face dorsale du fémur antérieur avec une rangée transversale de soies identiques, compactes et bien alignées (fig. 182); surface du corps couverte de soies courtes en forme de pinceau; aspect général photo XVII **C. luctuosa**
   – Face dorsale du fémur antérieur avec un groupe de soies dispersées, de forme et de grandeur différentes (fig. 183); surface du corps couverte de fines soies en forme de parapluies ou d'écussons **C. macrura**

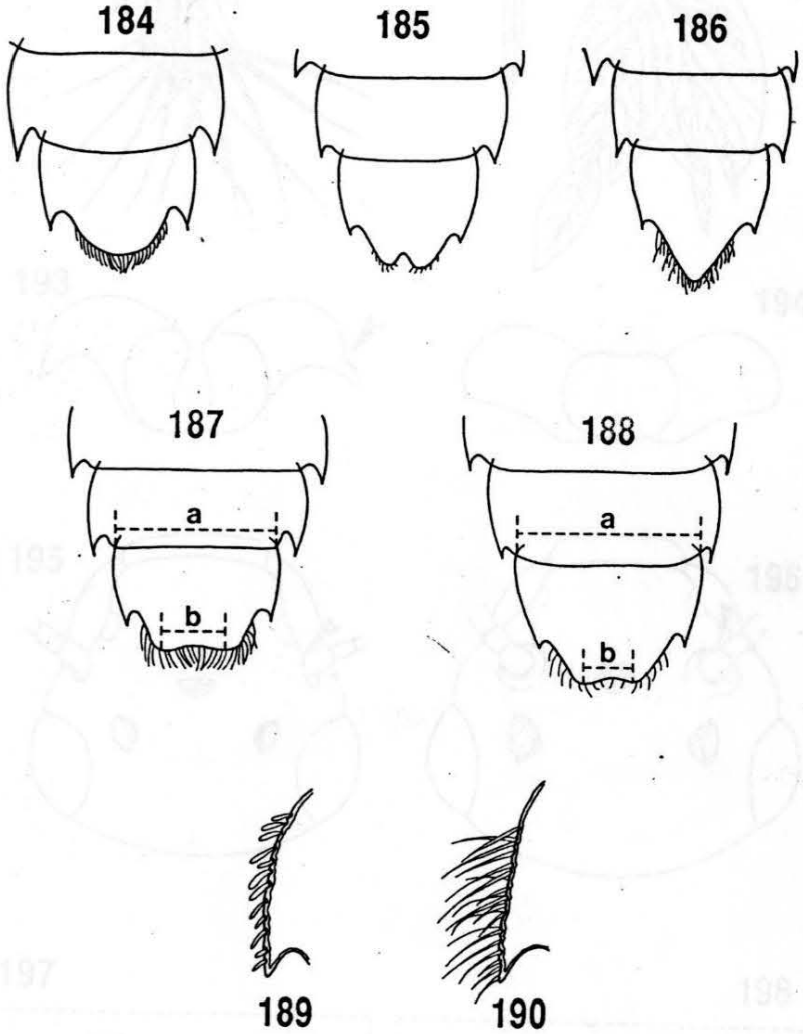
Fig. 173-183.
173: *Caenis*; 174, 176, 180: *C. horaria*; 175, 178: *C. lactea*; 177, 181: *C. robusta*; 179, 182: *C. luctuosa*; 183: *C. macrura*.
173: face ventrale de la 2e branchie (préparation microscopique); 174: rangées de microtriches; 175: microtriches individuelles; 176-179: pronotum, vue dorsale; 180-181: griffe tarsale; 182-183: patte antérieure avec soies sur le fémur, vue dorsale.



5. – Marge postérieure du dernier sternite abdominal terminée en pointe (fig. 186) **C. lactea**
   – Marge postérieure du dernier sternite abdominal rectiligne ou échancrée (fig. 187-188) **6**
6. – Marge postérieure du dernier sternite abdominal large (b ≥ a:2) et pourvue de soies robustes et denses (fig. 187); abdomen uniformément clair, à l'exception des branchies **C. rivulorum**
   – Marge postérieure du dernier sternite abdominal étroite (b < a:2) et pourvue de fines soies éparses (fig. 188); tous les tergites abdominaux pigmentés **7**
7. – Marges latérales des tergites abdominaux pourvues de soies courtes et trapues, identiques entre elles (fig. 189); face dorsale du fémur antérieur pourvue d'une rangée de soies courtes, trapues, arrondies à l'extrémité **C. pusilla**
   – Marges latérales des tergites abdominaux pourvues de soies longues et étroites, pas nécessairement identiques entre elles (fig. 190); face dorsale du fémur antérieur pourvue d'une rangée de soies longues et fines **C. beskidensis**

C. pseudorivulorum
Keffermüller, 1960 -
- Krawędź tylna sternitu 9 odwłoka z lekkim, płytkim wcięciem
- przedłużenia boczne sternitów 7 i 8, krótkie i wąskie; sternit 9 dość długi, smukły.

Fig. 184-190.
184: *Caenis robusta*; 185: *C. luctuosa*; 186: *C. lactea*; 187: *C. rivulorum*; 188-189: *C. pusilla*; 190: *C. beskidensis*.
184-188: derniers sternites abdominaux; 189-190: marge latérale d'un tergite abdominal.


184
185
186
187
188
a
b
a
b
189
190

LEPTOPHLEBIIDAE

Clé des genres

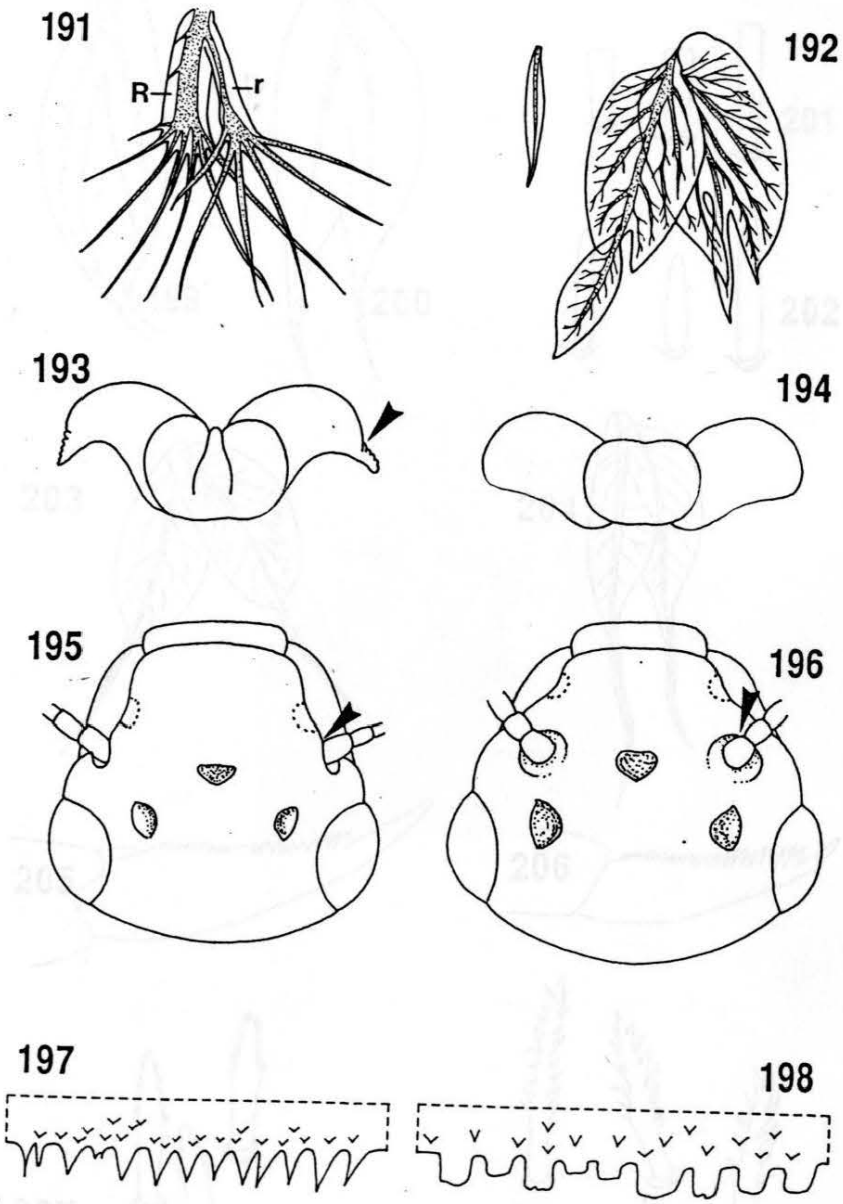
1. – Branchies composées de 2 petites lamelles allongées terminées chacune par une touffe de fins filaments trachéens (fig. 38, 191 et photo XV) **Habrophlebia**
   – Branchies différemment constituées 2
2. – Branchies 1-7 constituées de deux filaments élargis ou non, fusionnés dans leur partie proximale (fig. 36, 39, 199-200) 3
   – Branchies 2-7 constituées de deux lamelles non fusionnées (fig. 35, 37, 192, 203-204) 4
3. – Lobes latéraux de l'hypopharynx pourvus de prolongements latéraux digitiformes (fig. 193); antennes insérées sur la marge de la capsule céphalique (fig. 195); aspect général fig. 39 **Habroleptoides**
   – Lobes latéraux de l'hypopharynx arrondis, sans prolongements latéraux (fig. 194); antennes insérées sur la face dorsale de la capsule céphalique (fig. 196); aspect général fig. 36 **Paraleptophlebia**
4. – Branchies 2-7 constituées de deux lamelles se terminant par un filament (fig. 203-204), 1re branchie bifide (fig. 37) **Leptophlebia**
   – Branchies 2-7 constituées de deux lamelles se terminant chacune par trois processus, le médian beaucoup plus développé que les latéraux, 1re branchie simple (fig. 35, 192) **Choroterpes**
   une seule espèce: **Ch. picteti**

Clé des espèces

Habrophlebia

1. – Abdomen à coloration à dominante brun clair, avec des taches claires; marge postérieure des tergites abdominaux 8 et 9 pourvue de dents pointues (fig. 197); petite lamelle (r) des branchies 2-6 pourvue de 4-6 filaments (fig. 191) **H. lauta**
   – Abdomen à coloration à dominante brun foncé, sans taches claires; marge postérieure des tergites abdominaux 8 et 9 pourvue de dents émoussées (fig. 198); petite lamelle des branchies 2-6 pourvue de 2-4 filaments **H. fusca**

Fig. 191-198.
191, 197: *Habrophlebia lauta*; 192: *Choroterpes picteti*; 193, 195: *Habroleptoides*; 194, 196: *Paraleptophlebia*; 198: *Habrophlebia fusca*.
191: branchie (r=petite lamelle, R=grande lamelle); 192: 1re et 4e branchie; 193-194: hypopharynx; 195-196: tête, vue dorsale; 197-198: marge postérieure du 9e tergite.



Habroleptoides

1. – Branchies 2-6 étroites (fig. 199); tergites et sternites abdominaux brun foncé sans dessins contrastés; marge antérieure du fémur postérieur pourvue de 30-60 soies **H. confusa**
   – Branchies 2-6 larges (fig. 200); sternites abdominaux clairs, avec la chaîne nerveuse ganglionnaire bien visible; marge antérieure du fémur postérieur pourvue de 10-20 soies **H. auberti**

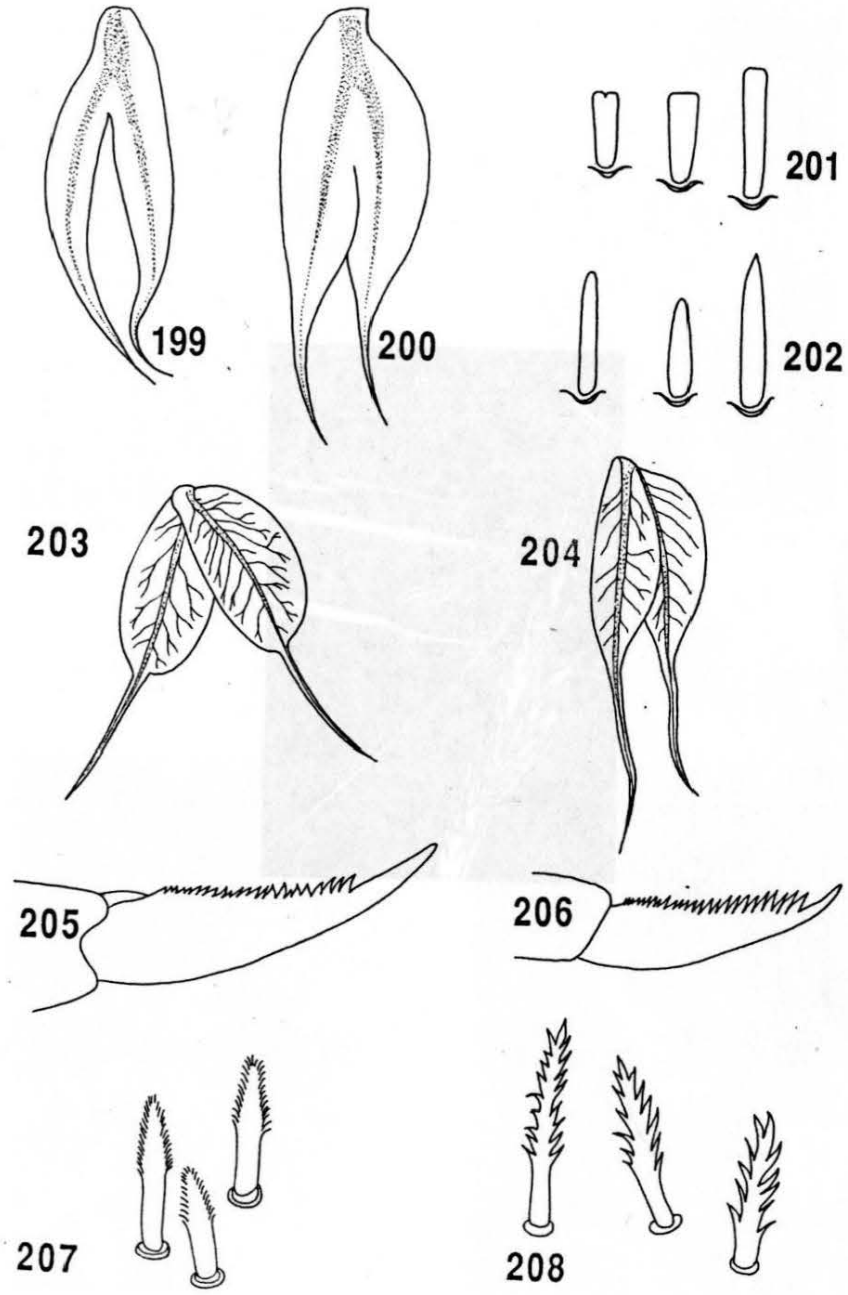
Paraleptophlebia

1. – 1re branchie nettement plus courte que les suivantes (fig. 36); épines de la marge postérieure du fémur métathoracique tronquées, à bords subparallèles (préparation microscopique) (fig. 201) **P. submarginata**
   – 1re branchie à peine plus courte que les suivantes; épines de la marge postérieure du fémur métathoracique coniques, à bords convergents (préparation microscopique) (fig. 202) **P. cincta**

Leptophlebia

1. – Lamelles branchiales brusquement rétrécies dans la partie distale (fig. 203); dents des griffes tarsales couvrant environ les deux tiers de la griffe (fig. 205); épines de la marge postérieure du fémur antérieur légèrement plumeuses (préparation microscopique) (fig. 207) **L. marginata**
   – Lamelles branchiales progressivement rétrécies dans la partie distale (fig. 204); dents des griffes tarsales s'étendant pratiquement sur toute la longueur de la griffe (fig. 206); épines de la marge postérieure du fémur antérieur fortement flammée (préparation microscopique) (fig. 208). **L. vespertina**

Fig. 199-208.
199: *Habroleptoides confusa*; 200: *H. auberti*; 201: *Paraleptophlebia submarginata*; 202: *P. cincta*; 203, 205, 207: *Leptophlebia marginata*; 204, 206, 208: *L. vespertina*.
199-200, 203-204: 4e branchie; 201-202: épines de la marge postérieure du fémur métathoracique (préparation microscopique); 205-206: griffe tarsale; 207-208: épines de la marge postérieure du fémur antérieur (préparation microscopique).



OLIGONEURIIDAE

Une seule espèce; aspect général fig. 27 **Oligoneuriella rhenana**

POLYMITARCYIDAE

Une seule espèce; aspect général fig. 40 et photo XIX **Ephoron virgo**

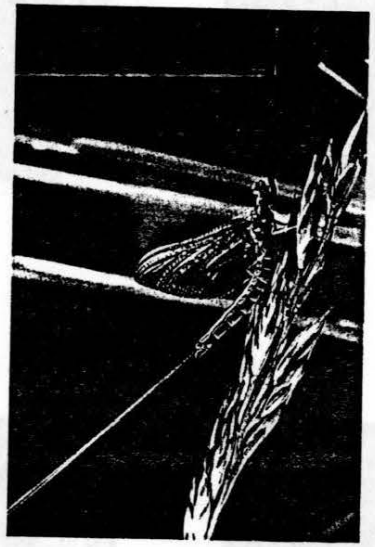
POTAMANTHIDAE

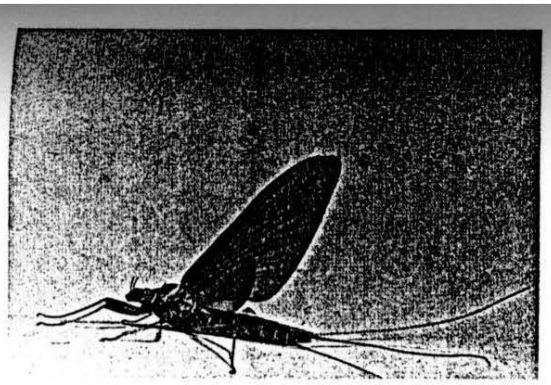
Une seule espèce; aspect général fig. 42 et photo XVI **Potamanthus luteus**

EPHEMERIDAE

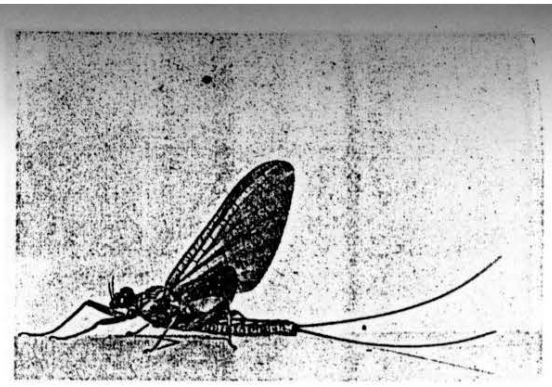
Ephemera

1. – Deux grandes taches triangulaires foncées sur les tergites abdominaux 7-9; pas de taches sur les tergites 3-5 (fig. 41, 387); aspect général photo XX **E. danica**
   – Dessins sur tous les tergites abdominaux 2
2. – Deux taches triangulaires allongées foncées sur tous les tergites abdominaux, sauf parfois le premier et le dernier; tergites 7-9 pourvus en plus de deux traits longitudinaux foncés (fig. 388) **E. vulgata**
   – Dessins des tergites abdominaux formés de lignes longitudinales 3
3. – 6 lignes longitudinales foncées sur les tergites abdominaux 7-9 (fig. 389) **E. lineata**
   – 4 lignes longitudinales foncées sur les tergites abdominaux 6-8(9) (fig. 390); espèce plus petite que les trois autres, de longueur inférieure à 15 mm sans les filaments caudaux **E. glaucops**

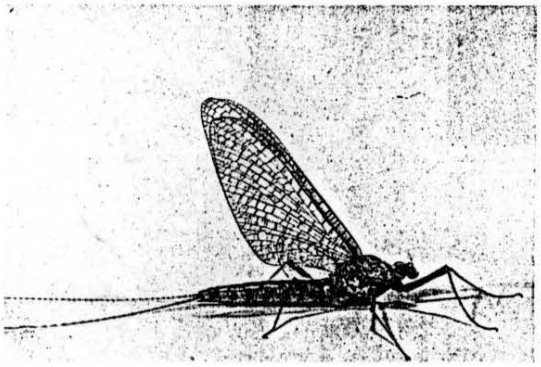




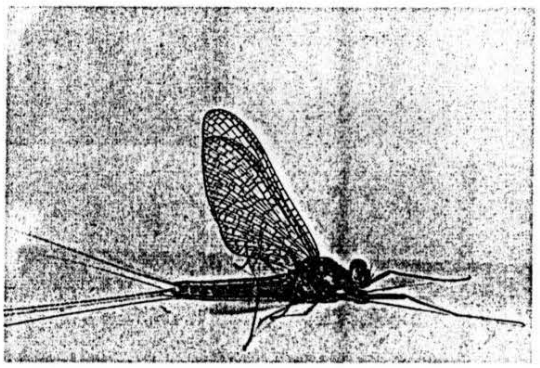
I. *Heptagenia flava* Subimago ♀



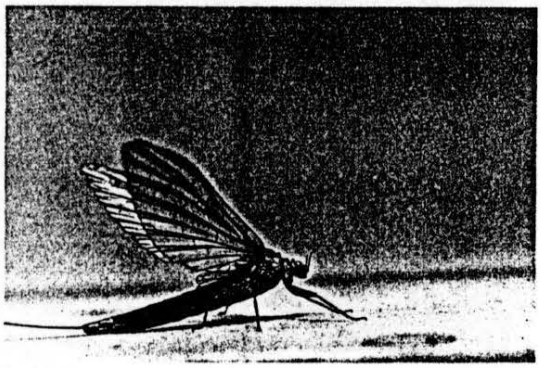
II. *Heptagenia flava* Subimago ♂

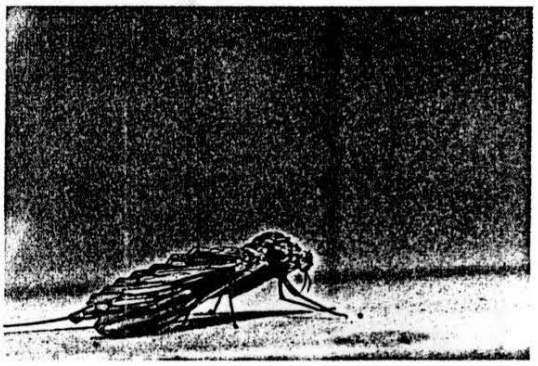


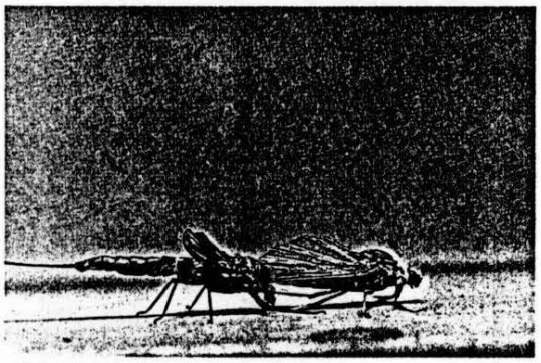
III. *Heptagenia flava* Imago ♀



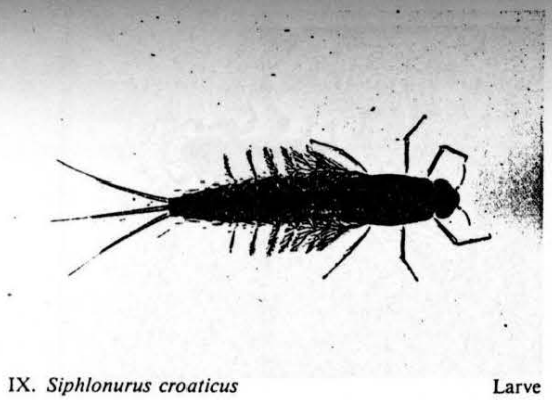
IV. *Heptagenia flava* Imago ♂



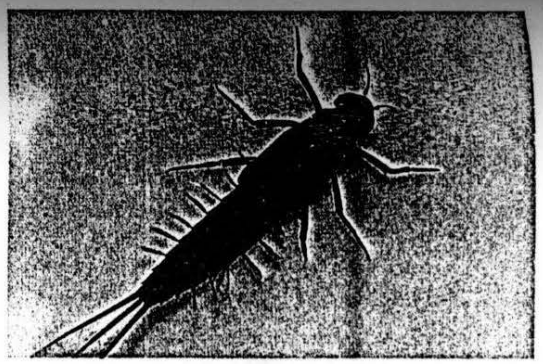




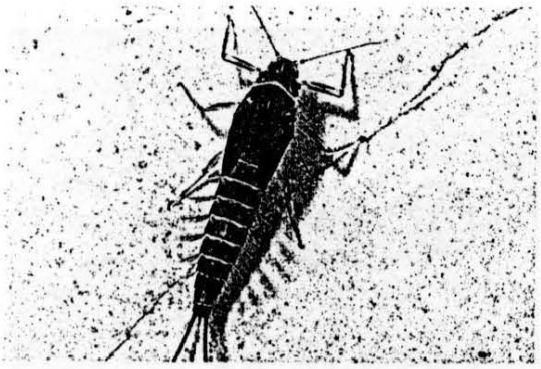
V–VIII. Transition Subimago – Imago



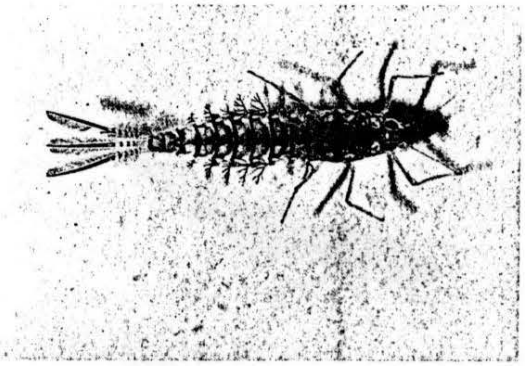
IX. *Siphlonurus croaticus* Larve



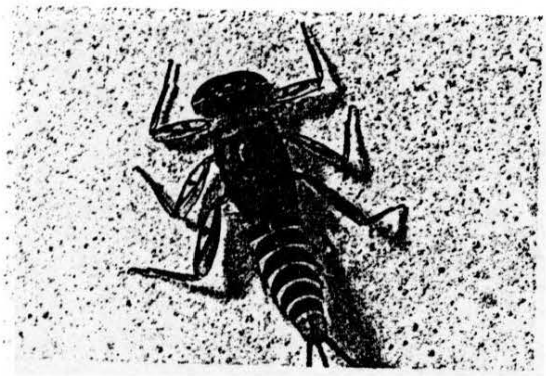
X. *Ameletus inopinatus* Larve



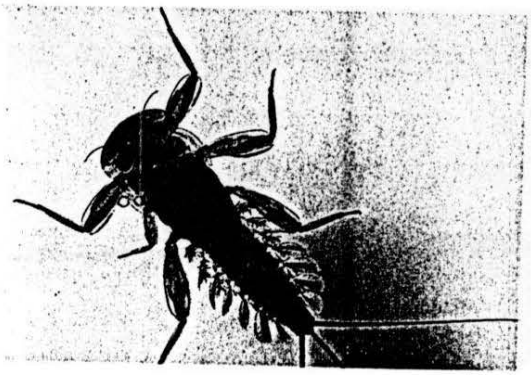
XI. *Baetis rhodani* Larve



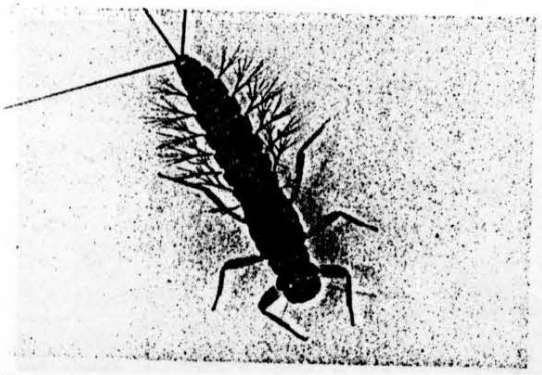
XII. *Pseudocentroptilum pennulatum* Larve



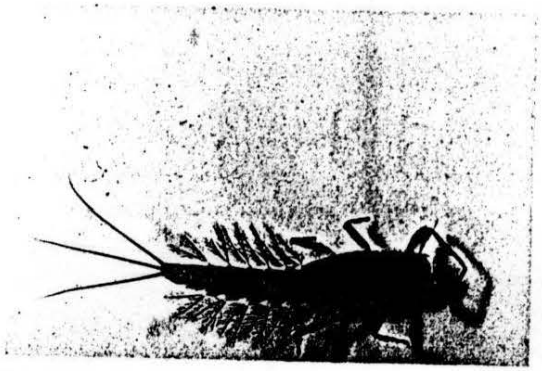
XIII. *Rhithrogena semicolorata* Larve



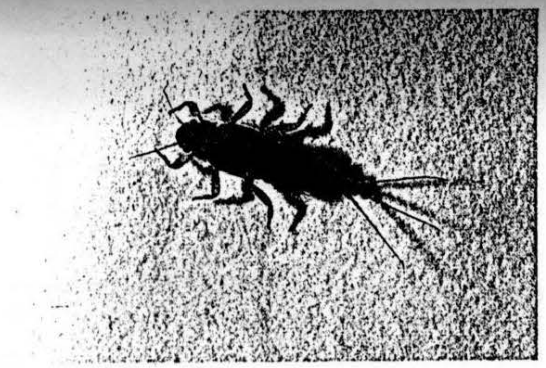
XIV. *Ecdyonurus venosus* Larve



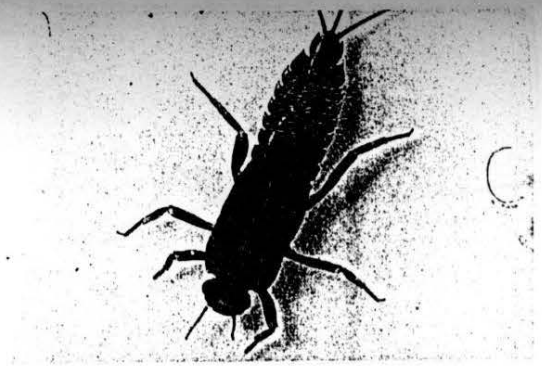
XV. *Habrophlebia fusca* Larve



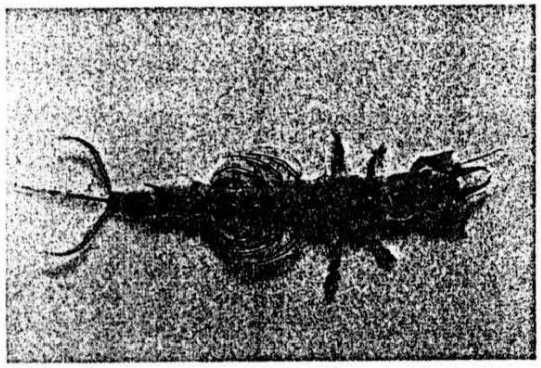
XVI. *Potamanthus luteus* Larve



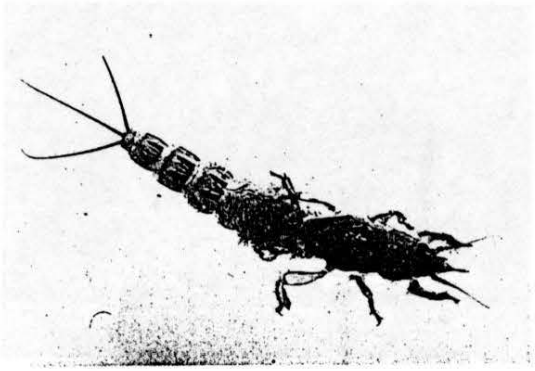
XVII. *Caenis luctuosa* Larve



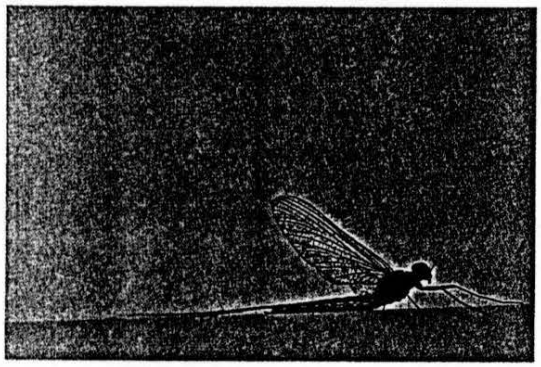
XVIII. *Ephemerella mucronata* Larve



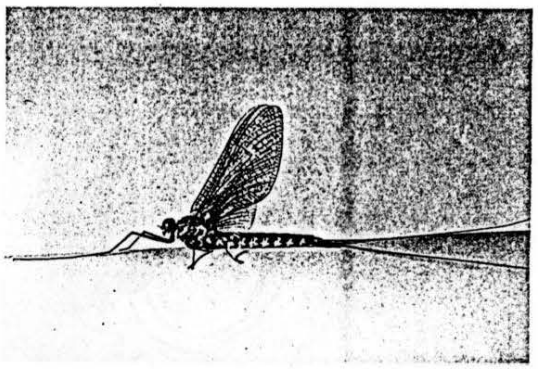
XIX. *Ephoron virgo* Larve



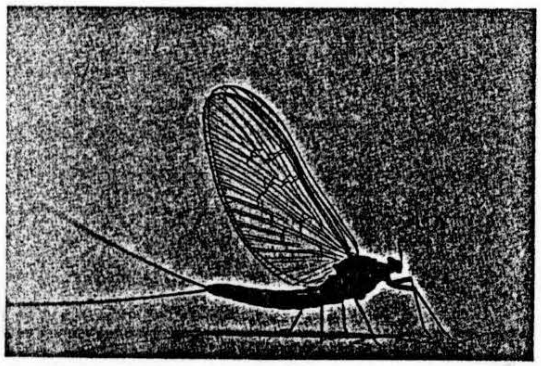
XX. *Ephemera danica* Larve



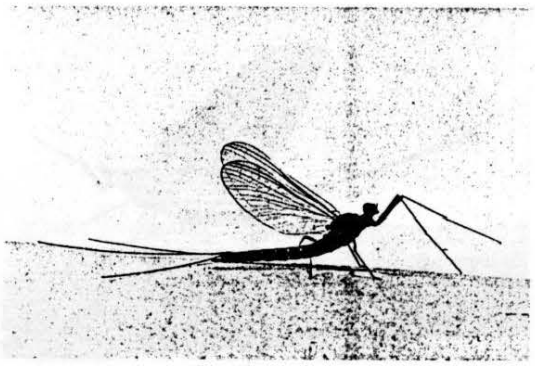
XXI. *Ameletus inopinatus* Imago ♂



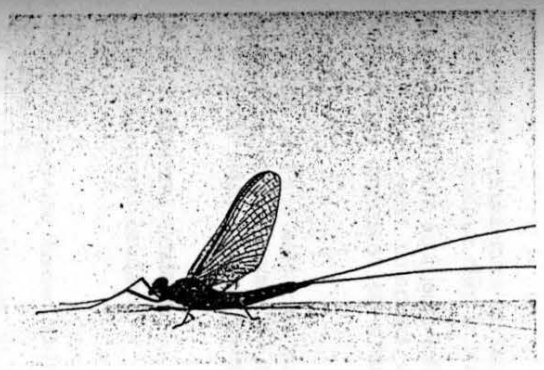
XXII. *Siphlonurus croaticus* Imago ♂



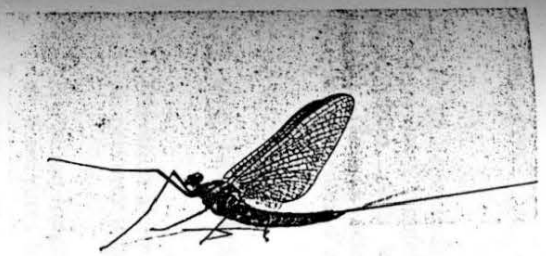
XXIII. *Baetis alpinus* Imago ♀



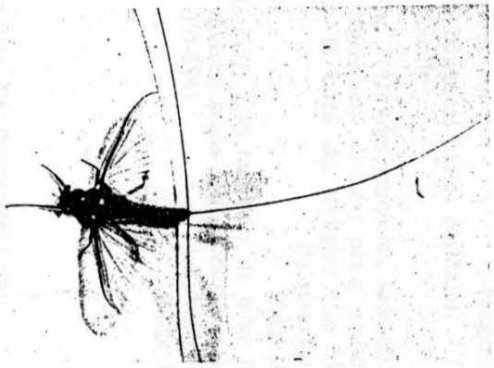
XXIV. *Habroleptoides confusa* Imago ♂



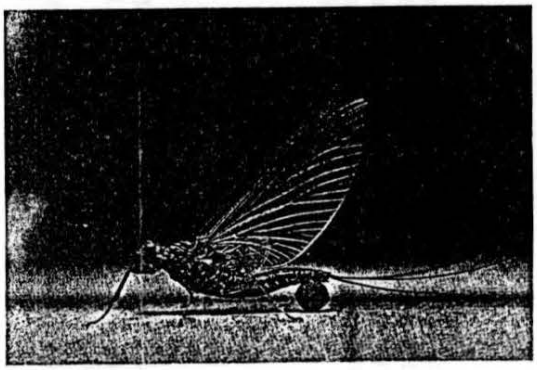
XXV. *Rhithrogena hybrida* Imago ♂



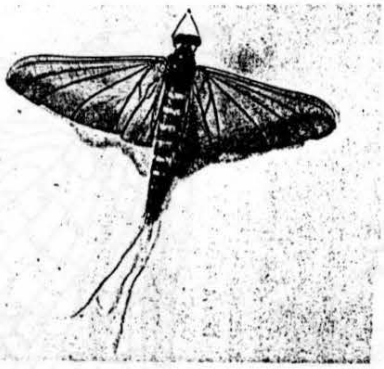
XXVI. *Epeorus sylvicola* Imago ♂



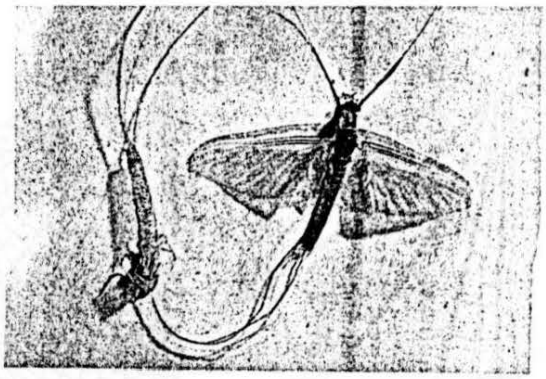
XXVII. *Caenis luctuosa* Imago ♂



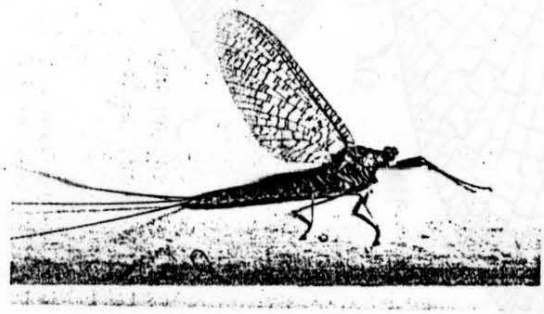
XXVIII. *Ephemerella ignita* Imago ♀



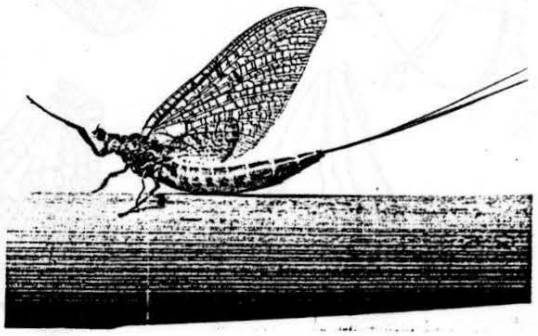
XXX. *Oligoneuriella rhenana* Imago ♂



XXIX. *Ephoron virgo* Imago ♂



XXXI. *Potamanthus luteus* Imago ♀



XXXII. *Ephemera danica* Imago ♀

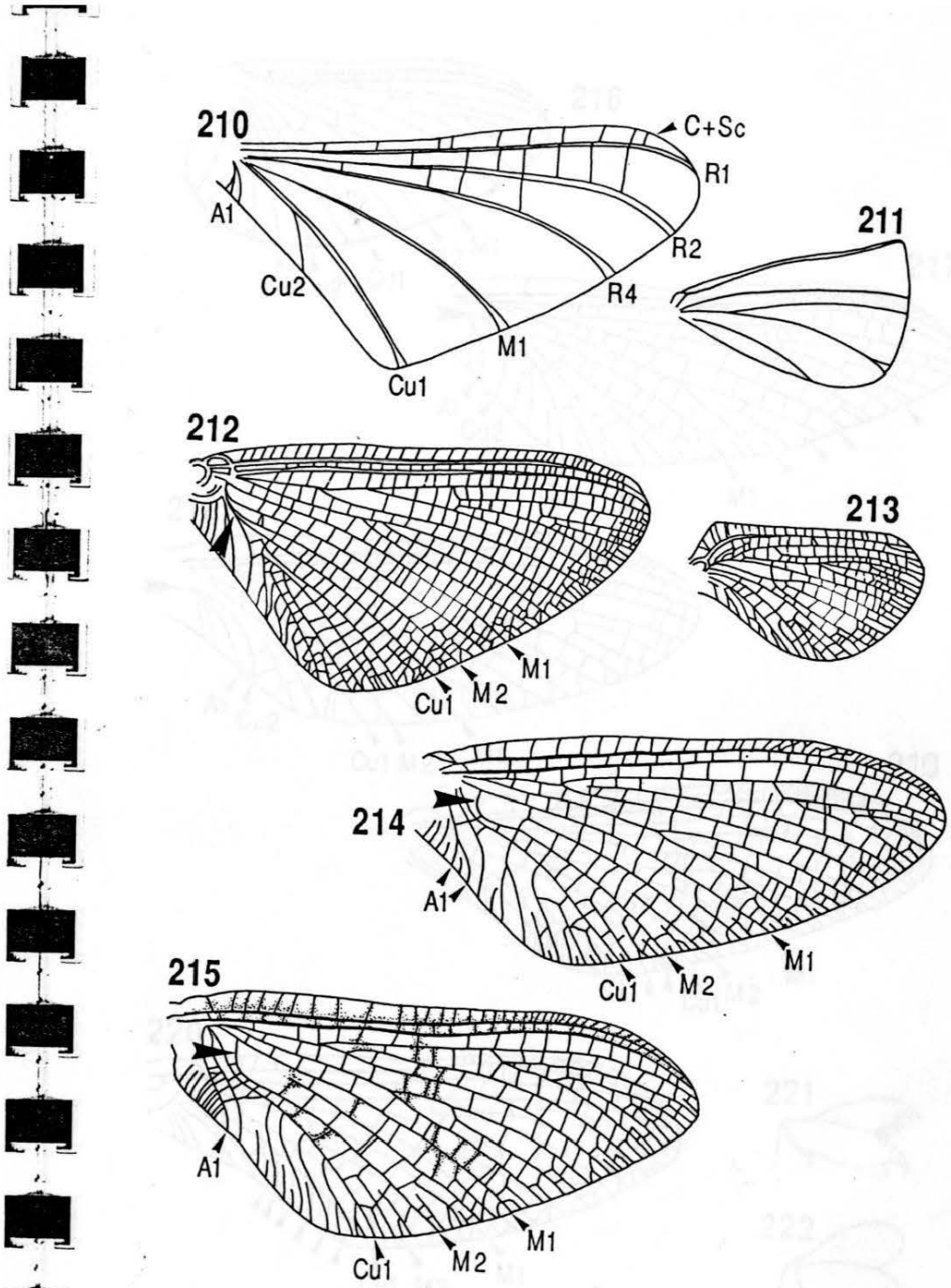
2. Imagos

Les clés de détermination des adultes s'appliquent en principe aux individus des deux sexes. Toutefois pour les Heptageniidae, les Leptophlebiidae et le genre Baetis, seuls les individus mâles peuvent être déterminés jusqu'à l'espèce. Lors de détermination délicate, il est indispensable de comparer plusieurs individus d'une même population.

Clé des familles

1. – Nervation alaire très réduite (fig. 210-211); aile antérieure avec 4-5 paires de nervures longitudinales après R1 **Oligoneuriidae** (page 156)
   – Nervation longitudinale de l'aile antérieure complète constituée de plus de 6 nervures longitudinales après R1 2
2. – A l'aile antérieure, M2 et Cu1 divergent de la base de M1 en formant un arc (fig. 212, 214, 215) 3
   – A l'aile antérieure, M2 et Cu1 ne forment pas d'arc à la base (fig. 217-220 p. ex.) 5
3. – Ailes laiteuses à nervation dense (fig. 212-213); pattes réduites; filaments caudaux au nombre de 3 chez la femelle et 2 chez le mâle **Polymitarcyidae** (page 156)
   – Ailes transparentes ou tachées, non laiteuses; pattes normales; 3 filaments caudaux chez le mâle et la femelle 4
4. – A1 de l'aile antérieure bifurquée (fig. 214); ailes jaunâtres, sans taches brunes; yeux composés du mâle légèrement divisés; pénis grand et large, dépassant en grande partie le bord du styligère (fig. 386) **Potamanthidae** (page 156)
   – A1 de l'aile antérieure simple (fig. 215); ailes tachetées de brun (fig. 215); yeux composés du mâle non divisés; pénis petit, presque entièrement masqué par le styligère (fig. 391-394) **Ephemeridae** (page 158)
5. – 3 filaments caudaux 6
   – 2 filaments caudaux 8

Fig. 210-215.
210-211: *Oligoneuriella rhenana*; 212-213: *Ephoron virgo*; 214: *Potamanthus luteus*; 215: *Ephemera*.
210, 212, 214-215: aile antérieure; 211, 213: aile postérieure.



6. – Aile postérieure absente, aile antérieure possédant peu de nervures transversales, disposées en une rangée (fig. 216) **Caenidae** (page 146)

– Aile postérieure présente; aile antérieure pourvue de nombreuses nervures transversales irrégulièrement réparties 7

7. – Présence de courtes nervures intercalaires sur la marge postérieure de l'aile antérieure (fig. 217); Cu2 rapprochée de Cu1 à la base (fig. 217); le deuxième article des gonopodes est le plus long des trois (fig. 331-334) **Ephemerellidae** (page 142)

– Pas de courtes nervures intercalaires sur la marge postérieure de l'aile antérieure (fig. 218); Cu2 rapprochée de A1 à la base (fig. 218); le premier article des gonopodes est le plus long (fig. 375-383) **Leptophlebiidae** (page 152)

8. – Aile postérieure réduite (fig. 248-250, 257-259) ou absente; nervures transversales de l'aile antérieure peu nombreuses; marge postérieure de l'aile antérieure pourvue de courtes nervures intercalaires, simples ou doubles (fig. 245, 247, 251); mâle possédant un pénis membraneux et des yeux composés en turban (fig. 264) **Baetidae** (page 124)

– Aile postérieure bien développée comportant plus de 3 nervures longitudinales; nervures transversales de l'aile antérieure très nombreuses; pas de nervures intercalaires courtes sur la marge postérieure de l'aile antérieure (fig. 219-220); mâle possédant un pénis sclérifié et des yeux composés normaux 9

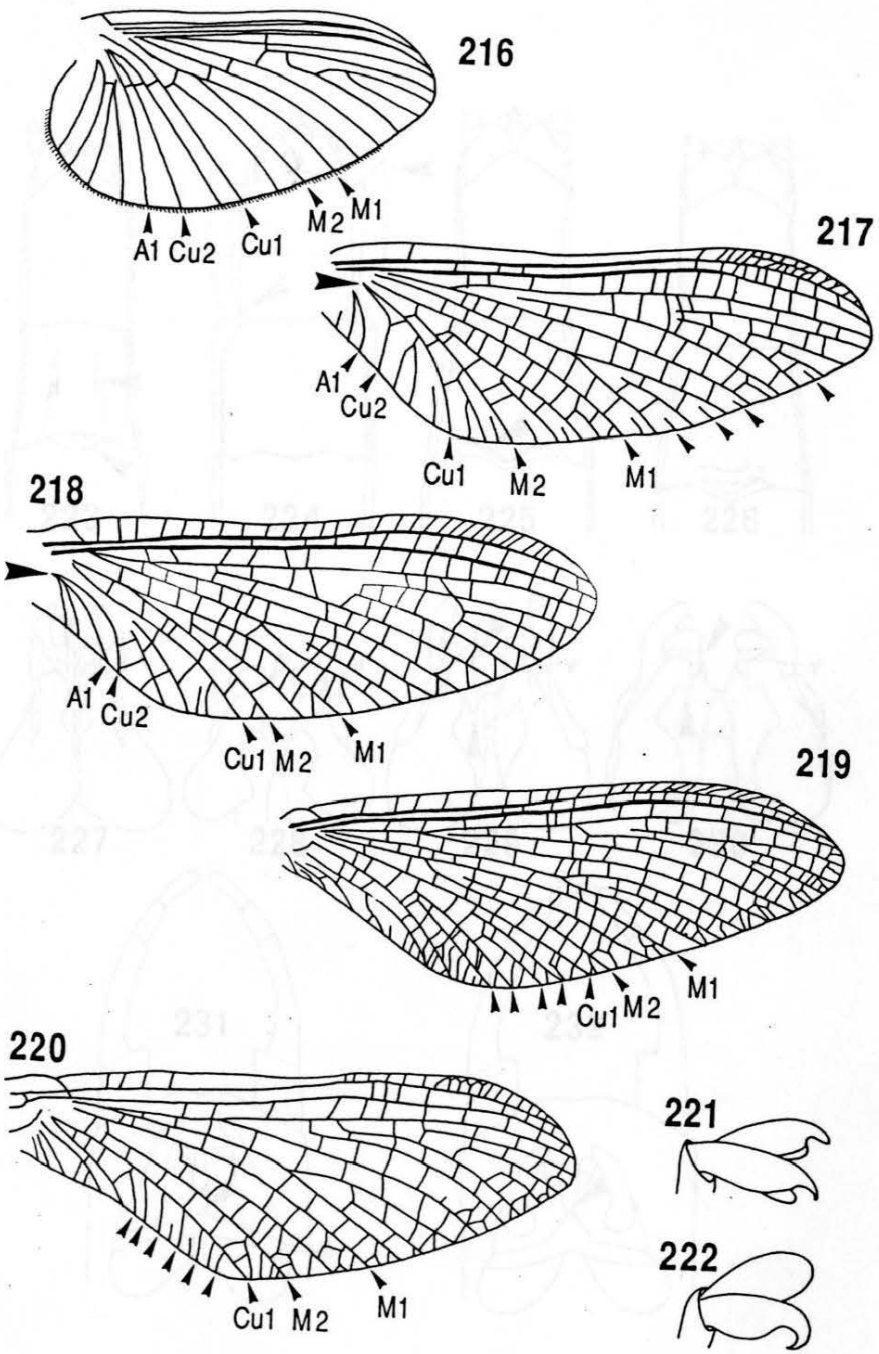
9. – Champ cubital de l'aile antérieure pourvu de 2 paires de longues nervures intercalaires, reliées entre elles par des nervures transversales (fig. 219); tarses des pattes médianes et postérieures formés de 5 articles nettement distincts **Heptageniidae** (page 130)

– Champ cubital de l'aile antérieure sans les 2 paires de nervures intercalaires (fig. 220, 233, 235); aux pattes médianes et postérieures, le premier article du tarse est fusionné avec le tibia, si bien que le tarse semble formé de 4 articles 10

10. – Tarses pourvus de deux griffes identiques pointues (fig. 221) **Siphlonuridae** (page 120)

– Tarses pourvus de deux griffes dissemblables, l'une pointue, l'autre arrondie (fig. 222) **Rallidentidae** (page 122)

Fig. 216-222.
216: *Caenis*; 217: *Ephemerella*; 218: *Paraleptophlebia*; 219: *Ecdyonurus*; 220-221: *Siphlonurus*; 222: *Ameletus inopinatus*.
216-220: aile antérieure; 221-222: griffe tarsale.



Clés des genres et des espèces

SIPHLONURIDAE

Siphlonurus

1. – *Mâle:* sclérite ventral (v) des lobes péniens plat et pourvu d'une rangée de 3 à 5 grosses épines (fig. 227).

   Femelle: 8e sternite marqué de deux paires de stries longitudinales foncées; plaque subgénitale formant un repli triangulaire (fig. 223) **S. lacustris**

   – *Mâle:* sclérite ventral (v) des lobes péniens participant à la constitution des tubes éjaculateurs cylindriques (fig. 228-230).

   Femelle: sans stries longitudinales foncées sur le 8e sternite S. groupe *aestivalis,* **2**

2. – Pour les deux sexes: 9e tergite présentant de grands prolongements latéro-postérieurs; prolongement du 8e tergite recourbé sur le sternite (fig. 224).

   Mâle: pas d'épines sur le sclérite ventral des lobes péniens (fig. 228) **S. armatus**

   – Pour les deux sexes: pas de prolongements latéro-postérieurs au niveau des 8e et 9e tergites.

   Mâle: sclérite ventral des lobes péniens pourvu de petites épines sur sa marge interne (fig. 229-230) **3**

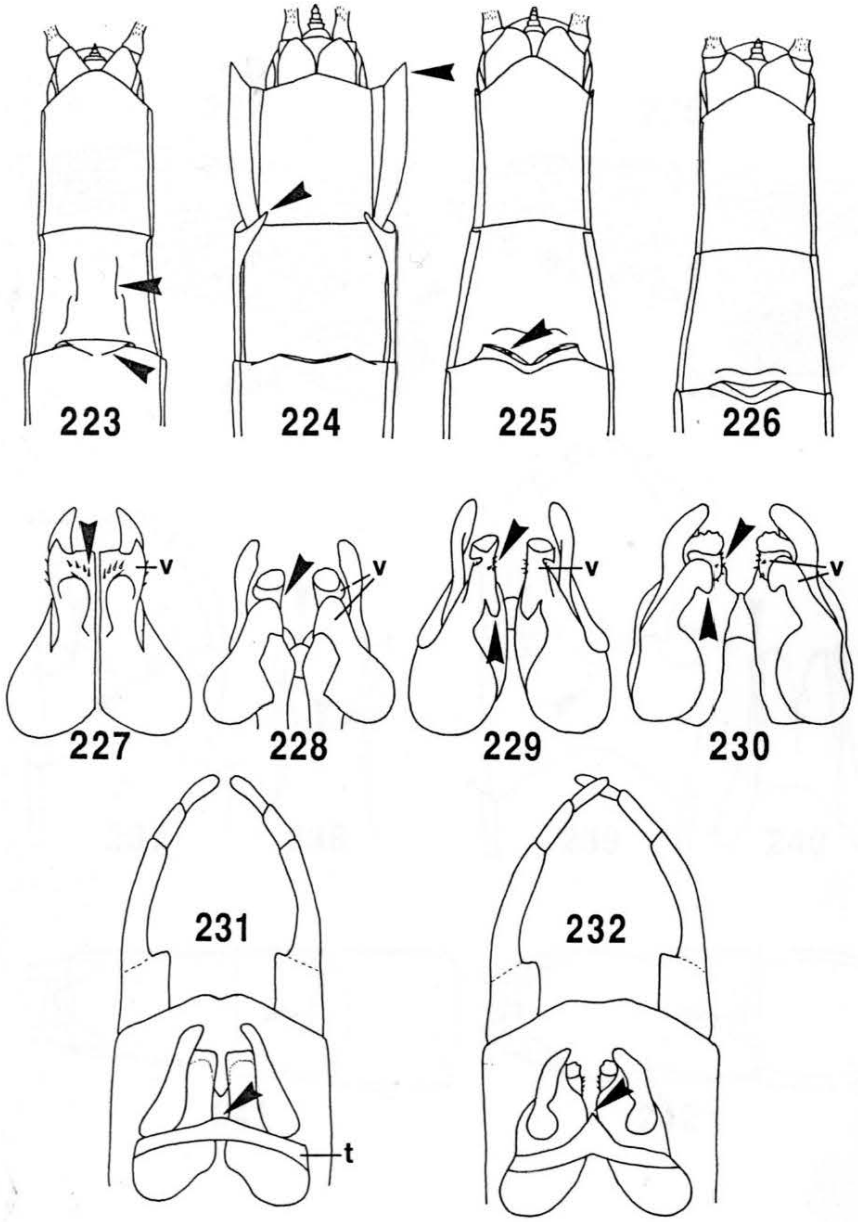
3. – *Mâle:* lobes péniens reliés dorsalement par un sclérite transversal (t) à marge postérieure faiblement bombée (fig. 231); chaque lobe pénien pourvu d'un seul sclérite ventral, à marge interne pourvue de petites épines dans sa partie distale et prolongée dans sa partie proximale (fig. 229).

   Femelle: plaque subgénitale à profonde échancrure médiane et présentant deux taches transversales foncées, visibles au moins apicalement (fig. 225) **S. aestivalis**

   – *Mâle:* marge postérieure du sclérite transversal formant une saillie pointue (fig. 232); chaque lobe pénien pourvu de deux sclérites ventraux, l'un pourvu de fortes épines, l'autre courbé (fig. 230); aspect général photo XXII

   Femelle: plaque subgénitale faiblement échancrée et sans taches transversales (fig. 226) **S. croaticus**

Fig. 223-232.
223, 227: *Siphlonurus lacustris*; 224, 228: *S. armatus*; 225, 229, 231: *S. aestivalis*; 226, 230, 232: *S. croaticus.*
223-226: sternites abdominaux femelles; 227-230: pénis, vue ventrale; 231-232: genitalia mâles, vue dorsale (v = sclérite ventral, t = sclérite transversal).



RALLIDENTIDAE

1. – Ailes transparentes; aile antérieure à secteur cubital avec de nombreuses nervures intercalaires, sans nervures transversales (fig. 233); processus costal de l'aile postérieure pointu (fig. 234).

   Mâle: marge postérieure du styligère régulièrement concave (fig. 237); sclérite latéral (l) du pénis très allongé, lobes péniens séparés par une profonde incision (fig. 238); aspect général photo XXI

   Femelle: 8e sternite présentant une strie transversale légèrement arquée, presque de même longueur que le bord postérieur de la plaque subgénitale (fig. 241) **Ameletus**

   une seule espèce: **A. inopinatus**

   – Ailes jaunes à nervures brunes; aile antérieure à secteur cubital avec des nervures transversales (fig. 235); processus costal de l'aile postérieure arrondi (fig. 236).

   Mâle: marge postérieure du styligère profondément incisée au milieu (fig. 239); sclérite latéral (l) du pénis atteignant à peine le niveau du pore génital (fig. 240)

   Femelle: 8e sternite présentant une strie en forme de U plus courte que le bord postérieur de la plaque subgénitale (fig. 242) **Metreletus**

   une seule espèce: **M. balcanicus**

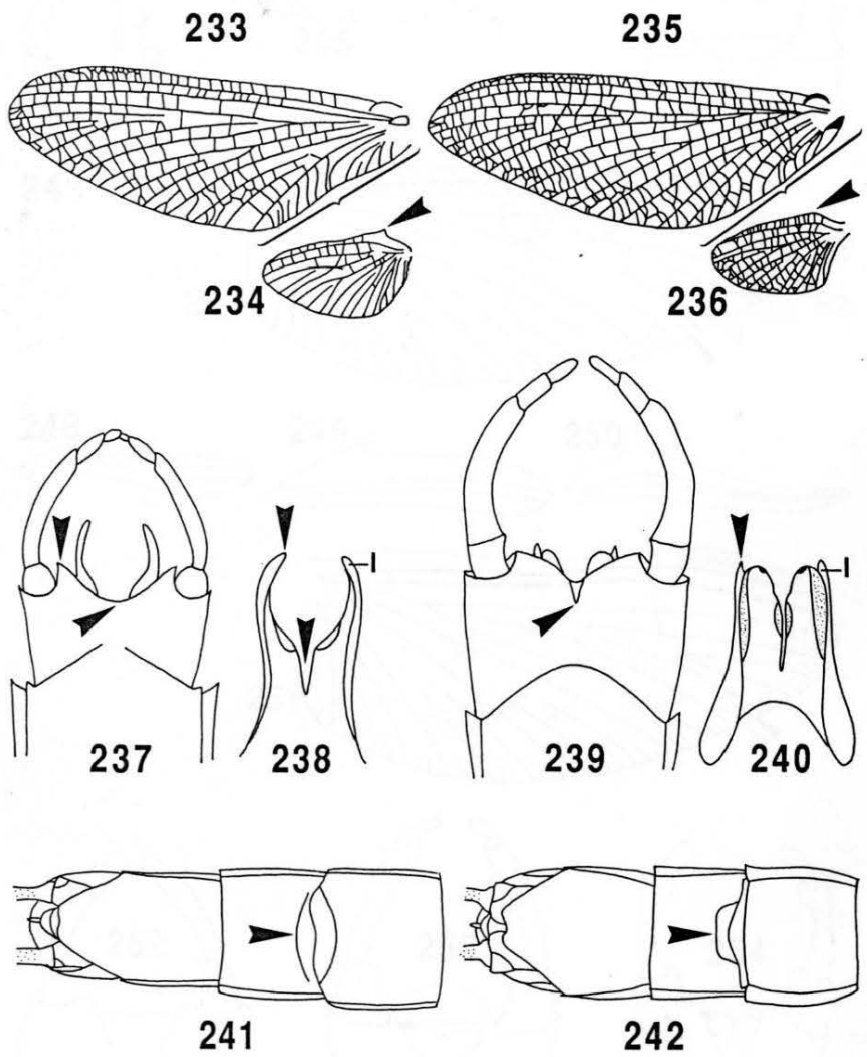


Fig. 233-242.
233-234, 237, 238, 241: *Ameletus inopinatus*; 235-236, 239-240, 242: *Metreletus balcanicus*.
233, 235: aile antérieure; 234, 236: aile postérieure; 237, 239: genitalia mâles, vue ventrale; 238, 240: pénis, vue ventrale (l=sclérite latéral); 241-242: sternites abdominaux femelles.

BAETIDAE

Clé des genres

1. – Aile postérieure absente 2
   – Aile postérieure présente 3

2. – Longueur du 1er article du tarse postérieur atteignant environ 3 fois la longueur du 2e (fig. 243); les deux nervures transversales principales entre R1 et R2 sont alignées avec celles situées au-dessous d'elles (fig. 245); genitalia fig. 246 **Procloeon**
   une seule espèce: **P. bifidum**
   – Longueur du 1er article du tarse postérieur atteignant environ 2 fois la longueur du 2e (fig. 244); les deux nervures transversales principales entre R1 et R2 ne sont pas alignées avec celles situées au-dessous d'elles (fig. 247) **Cloeon**

3. – Aile postérieure sans processus costal, étroite et petite, avec deux nervures longitudinales (fig. 248); genitalia fig. 252 **Acentrella**
   une seule espèce: **A. sinaica**
   – Aile postérieure avec un processus costal bien développé (fig. 249, 257) 4

4. – Marge postérieure de l'aile antérieure avec 2 nervures intercalaires (i) entre chaque nervure principale (fig. 251) **Baetis**
   – Marge postérieure de l'aile antérieure avec une seule nervure intercalaire (i) entre chaque nervure principale (comme fig. 245, 247) 5

5. – Apex de l'aile postérieure arrondi (fig. 249); genitalia fig. 253 **Pseudocentroptilum**
   une seule espèce: **P. pennulatum**
   – Apex de l'aile postérieure acuminé (fig. 250); genitalia fig. 254 **Centroptilum**
   une seule espèce: **C. luteolum**

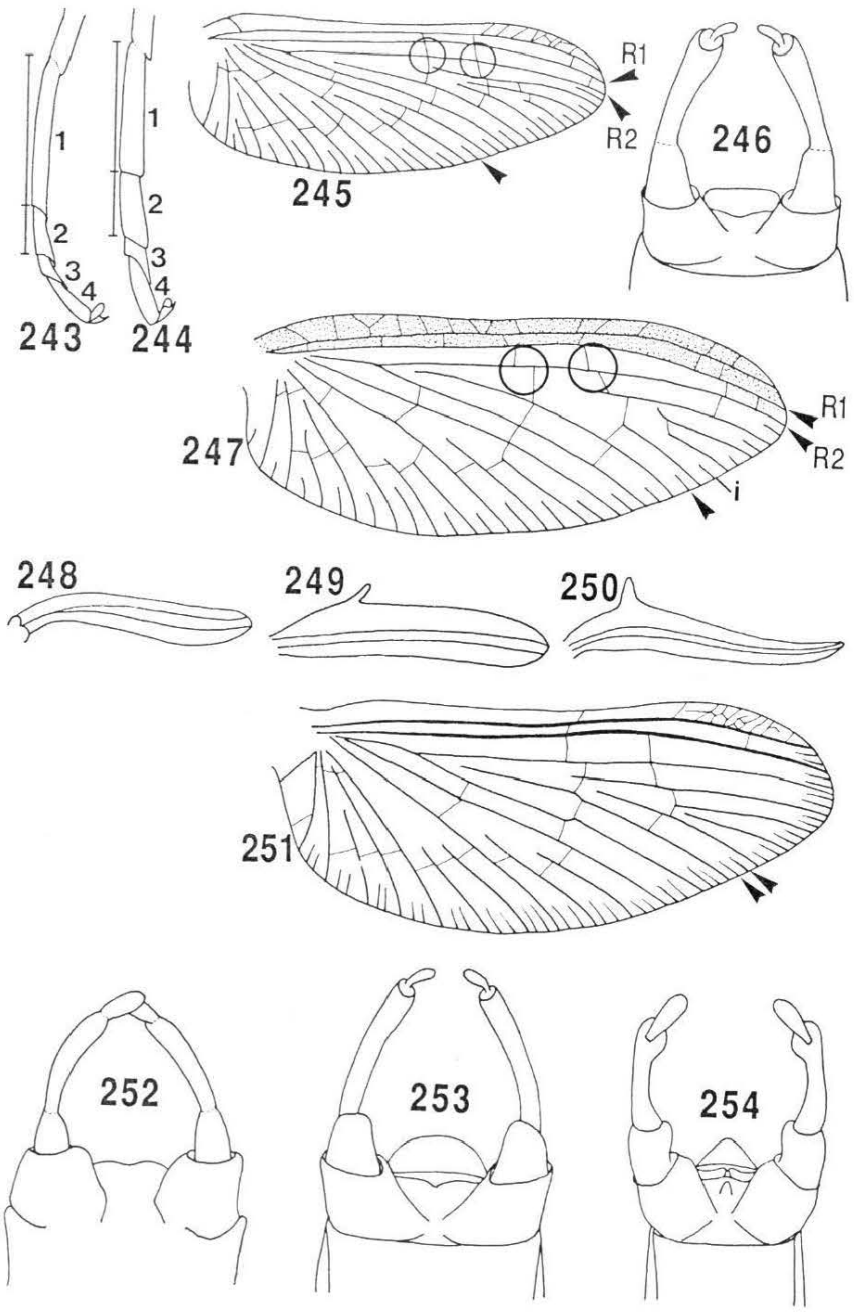


Fig. 243-254.
243, 245-246: *Procloeon bifidum*; 244, 247: *Cloeon*; 248, 252: *Acentrella sinaica*;
250, 254: *Centroptilum luteolum*; 251: *Baetis*; 249, 253: *Pseudocentroptilum pennulatum*.
243-244: tarse postérieur; 245, 247, 251: aile antérieure (i = nervure intercalaire); 246, 252-254: genitalia mâles, vue ventrale; 248-250: aile postérieure.

Clé des espèces

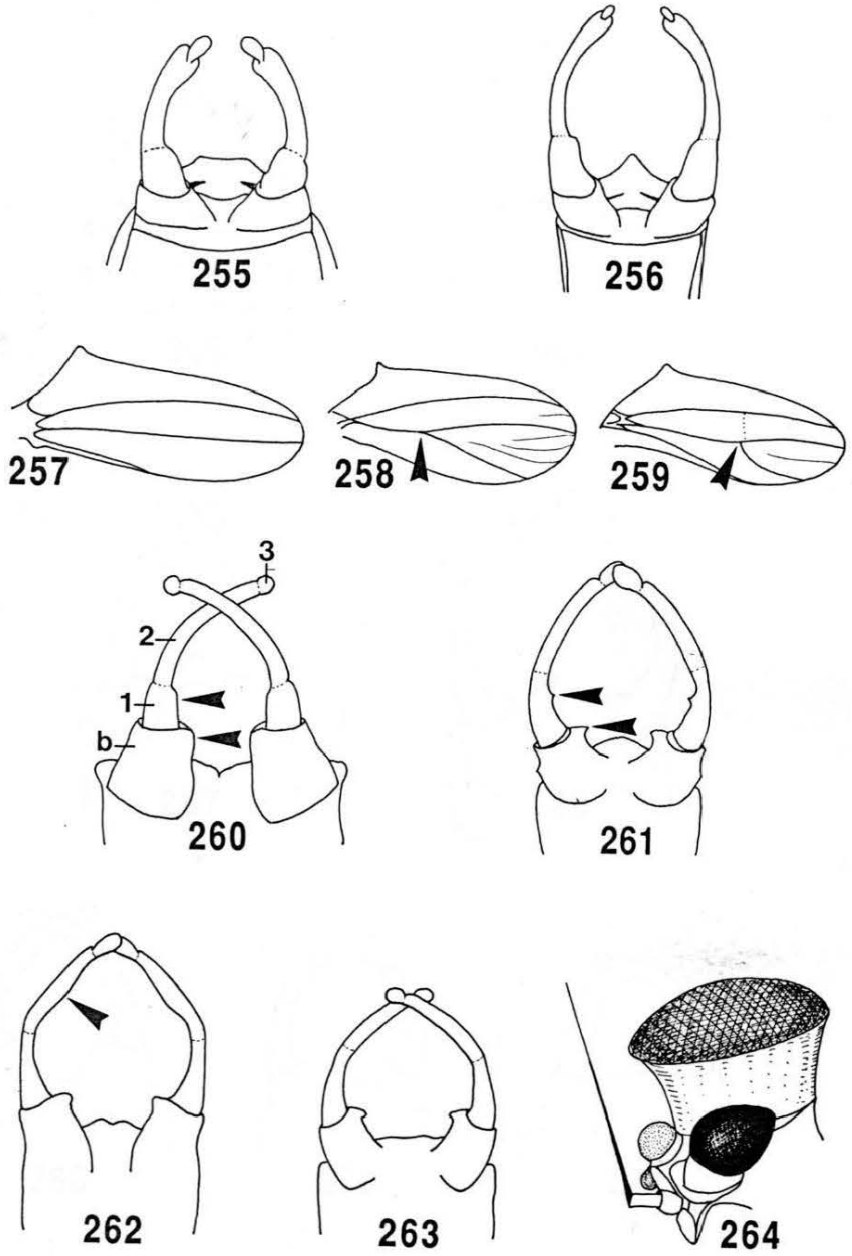
Cloeon

1. – Aire ptérostigmatique de l'aile antérieure avec 9-11 nervures transversales; pénis de forme trapézoïdale (fig. 255); champs costal et sous-costal de l'aile antérieure de la femelle incolores **C. simile**
   – Aire ptérostigmatique de l'aile antérieure avec 3-5 nervures transversales; pénis de forme triangulaire (fig. 256); champs costal et sous-costal de l'aile antérieure de la femelle brun jaunâtre **C. dipterum**

Baetis (mâles)

1. – 2e nervure longitudinale de l'aile postérieure non bifurquée (fig. 257) **2**
   – 2e nervure longitudinale de l'aile postérieure bifurquée (fig. 258-259) **10**
2. – 1er article des gonopodes subcylindrique et dilaté sur la face interne; extrémité distale de l'article basal (b) avec un léger bourrelet du côté interne; 3e article subsphérique (fig. 260) **B. rhodani**
   – 1er article des gonopodes conique (fig. 261, 265, 268 p. ex.) **3**
3. – Extrémité distale de l'article basal des gonopodes munie d'une nette saillie anguleuse en forme de dent du côté interne (fig. 261-263) **4**
   – Extrémité distale de l'article basal différemment constituée (fig. 265-266, 271 p. ex.) **6**
4. – 1er article des gonopodes muni d'une petite dent du côté interne (fig. 261) **B. vernus**
   – 1er article des gonopodes sans dent **5**
5. – Yeux en turban (fig. 264) brun-rougeâtre; marge interne du 2e article des gonopodes convexe, 3e article nettement plus long que large (fig. 262) **B. fuscatus**
   – Yeux en turban jaune citron; marge interne du 2e article des gonopodes non convexe, 3e article légèrement plus long que large (fig. 263) **B. scambus**

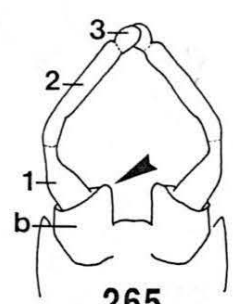
Fig. 255-264.
255: *Cloeon simile*; 256: *C. dipterum*; 257, 260: *Baetis rhodani*; 258: *B. niger*; 259: *B. muticus*; 261: *B. vernus*; 262: *B. fuscatus*; 263: *B. scambus*; 264: *Baetis*.
255-256, 260-263: genitalia mâles, vue ventrale (b=article basal); 257-259: aile postérieure; 264: tête d'un mâle, vue latérale.



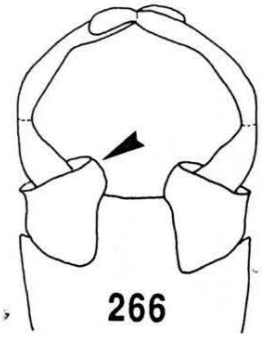
- Extrémité distale de l'article basal (b) des gonopodes pourvue d'un bourrelet du côté interne (fig. 265-267) 7
- Extrémité distale de l'article basal régulièrement arrondi (fig. 268-269) 9
- 3e article des gonopodes au plus 2 fois plus long que large (fig. 265) **B. buceratus**
- 3e article des gonopodes 3 fois plus long que large (fig. 266-267) 8
- 1er article des gonopodes nettement conique, 2 fois plus large à la base qu'à l'apex; 2e article plus de 2 fois plus long que le 1er (fig. 266); aspect général photo XXIII **B. alpinus**
- 1er article des gonopodes seulement un peu plus large à la base qu'à l'apex; 2e article moins de 2 fois plus long que le 1er (fig. 267) **B. nubecularis**
- 3e article des gonopodes 2-3 fois plus long que large (fig. 268) **B. melanonyx**
- 3e article des gonopodes au plus 2 fois plus long que large (fig. 269) **B. lutheri**
- Aile postérieure possédant 2 nervures longitudinales (fig. 258); dernier article des gonopodes allongé (fig. 270) **B. niger**
- Aile postérieure possédant 3 nervures longitudinales (fig. 259); dernier article des gonopodes subsphérique (fig. 271) **B. muticus**

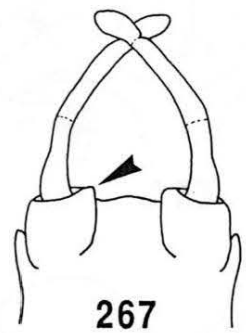
1 членик гонопод ~~в гальмоному~~ ~~відомо теж~~ Тільки інший при основі ніж при вершині 2 членик менше ніж в два рази довший ніж 1.

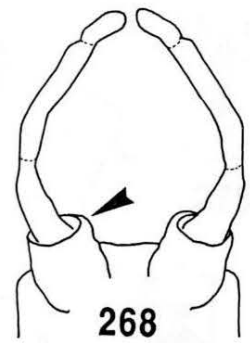
g. 265-271.
5: *Baetis buceratus*; 266: *B. alpinus*; 267: *B. nubecularis*; 268: *B. melanonyx*; 269: *B. lutheri*; 0: *B. niger*; 271: *B. muticus*.
5-271: genitalia mâles, vue ventrale (b=article basal).



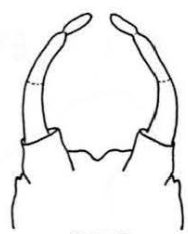
265

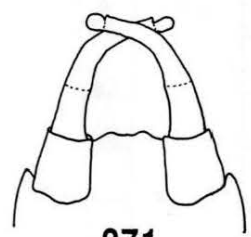

266


267


268

269


270


271

HEPTAGENIIDAE (mâles)

Clé des genres

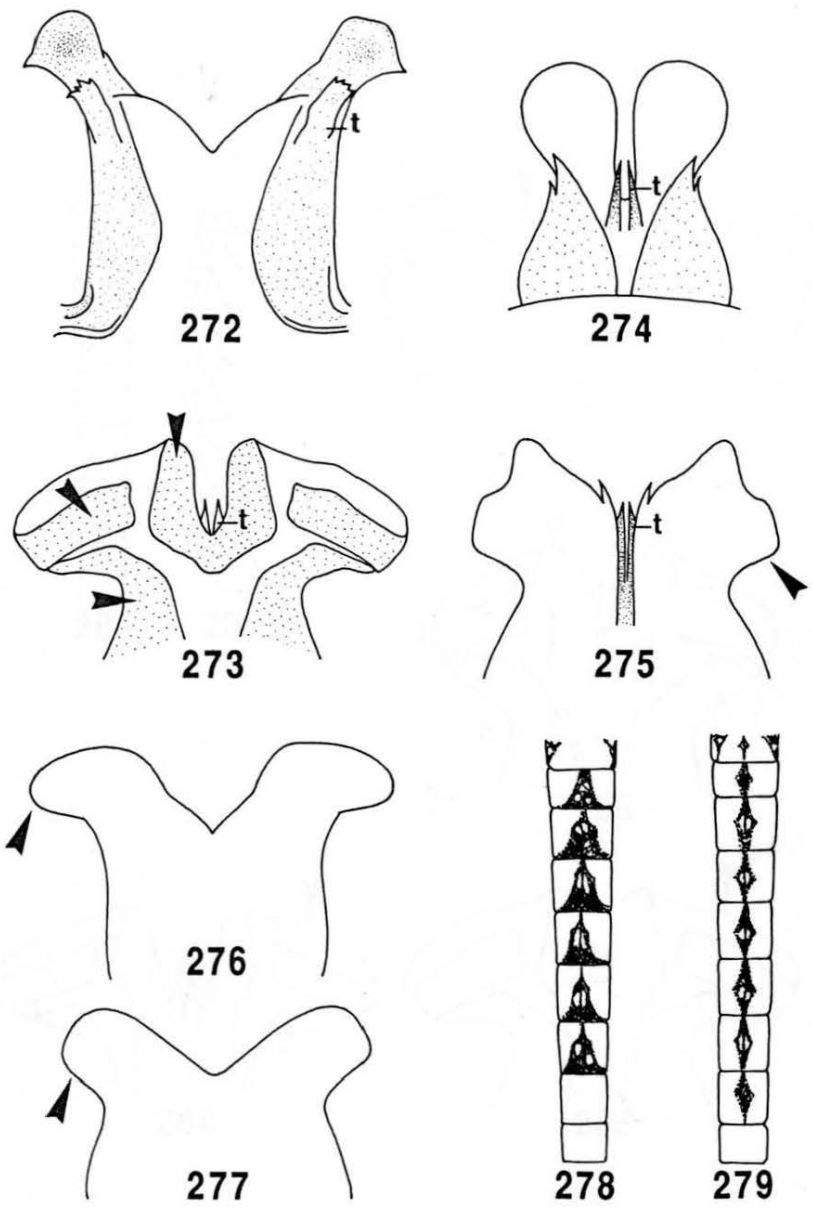
1. – Pénis sans titillateurs (fig. 276-277) **Epeorus** (page 130)
   – Pénis avec titillateurs (t) (fig. 272-275) 2
2. – Lobes péniens étroits et fortement écartés (fig. 272) **Rhithrogena** (page 136)
   – Lobes péniens contigus (fig. 273-275) 3
3. – Lobes péniens avec trois sclérites nettement individualisés (fig. 273) **Ecdyonurus** (page 132)
   – Lobes péniens avec sclérites non nettement individualisés (fig. 274-275) 4
4. – Lobes péniens piriforme (fig. 274) **Electrogena** (page 140)
   – Lobes péniens prolongés latéralement (fig. 275) **Heptagenia** (page 140)

Clé des espèces

Epeorus

1. – Lobes péniens terminés en forme de bottes, séparés par une incision triangulaire et arrondis latéralement (fig. 276); sternites abdominaux présentant des motifs triangulaires (fig. 278); aspect général photo XXVI **E. sylvicola**
   – Lobes péniens terminés en forme de cylindres, séparés par une large incision en V (fig. 277); sternites abdominaux présentant des motifs en losange (fig. 279) **E. alpicola**

Fig. 272-279.
272: *Rhithrogena iridina*; 273: *Ecdyonurus venosus*; 274: *Electrogena lateralis*; 275: *Heptagenia sulphurea*; 276, 278: *Epeorus sylvicola*; 277, 279: *E. alpicola*.
272, 274, 276-277: pénis, vue ventrale (t = titillateur); 273, 275: pénis, vue dorsale; 278-279: sternites abdominaux.



Ecdyonurus

1. – Sclérite apical (a) des lobes péniens non prolongé latéralement (fig. 283-285) E. groupe *venosus* **2**
   – Sclérite apical (a) des lobes péniens prolongé latéralement (fig. 286-290) E. groupe *helveticus* **5**
2. – Segments abdominaux à ornementation typique formée de traits et de points (fig. 280, 281) **E. insignis**
   – Sternites abdominaux ne portant pas ce motif **3**
3. – Lobes péniens peu prolongés latéralement (fig. 283); marge postérieure du styligère portant deux protubérances en forme de dents (fig. 282) **E. dispar**
   – Lobes péniens prolongés latéralement (fig. 284-285); marge postérieure du styligère ne portant pas de protubérances en forme de dents **4**
4. – Marge postérieure des lobes péniens rectiligne (fig. 284) **E. torrentis**
   – Marge postérieure des lobes péniens légèrement sinueuse (fig. 285) **E. venosus**

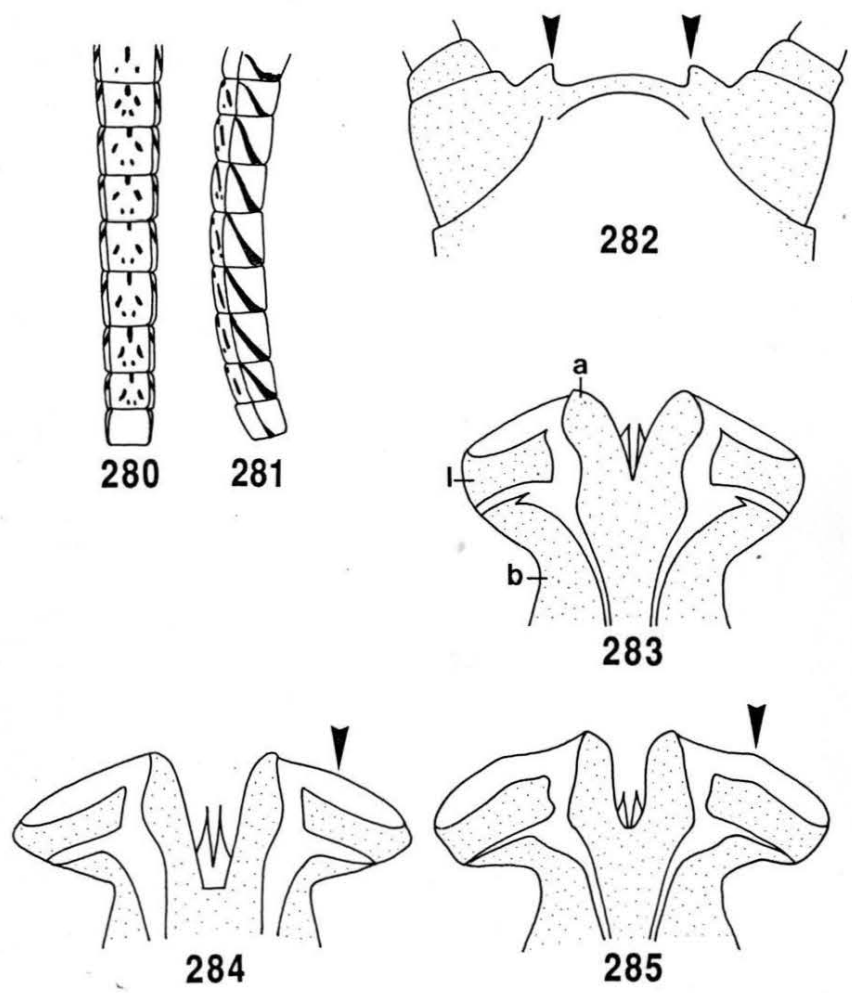


Fig. 280-285.
280-281: *Ecdyonurus insignis*; 282-283: *E. dispar*; 284: *E. torrentis*; 285: *E. venosus*.
280: sternites abdominaux; 281: segments abdominaux, vue latérale; 282: styligère, vue ventrale, 283-285: pénis, vue dorsale (a=sclérite apical; l=sclérite latéral; b=sclérite basal).

5. – Lobes péniens très prolongés latéralement; sclérite latéral (l) étroit et situé dans la partie proximale du prolongement du lobe (fig. 286) **E. helveticus**

– Lobes péniens modérément prolongés latéralement; sclérite latéral situé dans la partie médiane du prolongement du lobe (fig. 287-290) **6**

6. – Marge distale du sclérite latéral très sinueuse (fig. 287); marge postérieure du styligère sans protubérances marquées (fig. 291) **E. parahelveticus**

– Marge distale du sclérite latéral peu sinueuse (fig. 288-290); marge postérieure du styligère avec deux protubérances marquées (fig. 292) **7**

7. – Sclérite basal portant un ou plusieurs éperons projetés obliquement vers le sclérite latéral (fig. 288) **E. picteti**

– Sclérite basal sans éperon ou avec un éperon parallèle au sclérite latéral (fig. 289-290) **8**

8. – Sclérite latéral très élargi, occupant une grande partie du prolongement du lobe; marge interne du sclérite apical avec une saillie peu marquée (fig. 289) **E. alpinus**

– Sclérite latéral modérément élargi; marge interne du sclérite apical avec une saillie très nette (fig. 290) **E. zelleri**

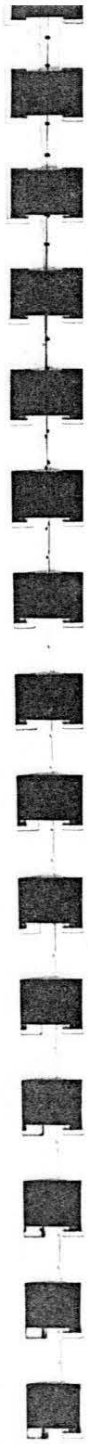
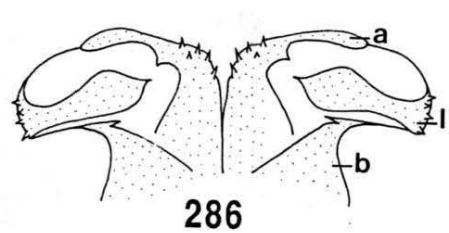
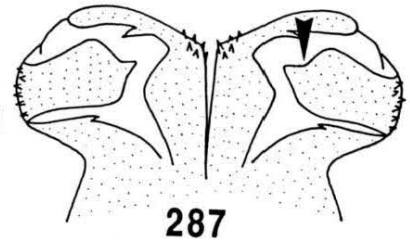


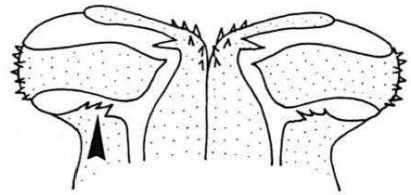
Fig. 286-292.
286: *Ecdyonurus helveticus*; 287, 291: *E. parahelveticus*; 288, 292: *E. picteti*; 289: *E. alpinus*; 290: *E. zelleri*.
286-290: pénis, vue dorsale (a=sclérite apical; l=sclérite latéral; b=sclérite basal);
291-292: styligère, vue ventrale.



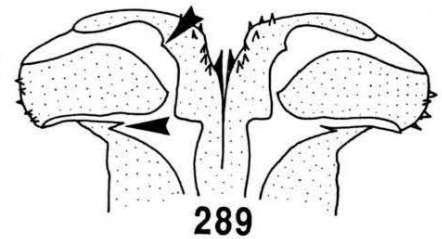
286



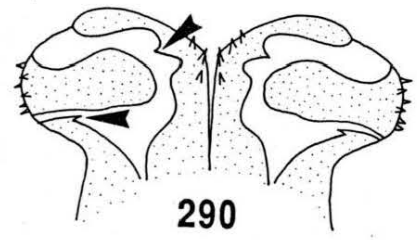
287



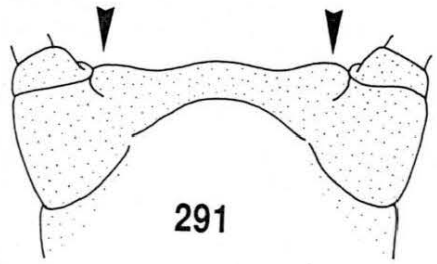
288



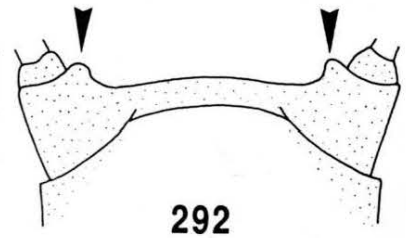
289



290



291



292

Rhithrogena

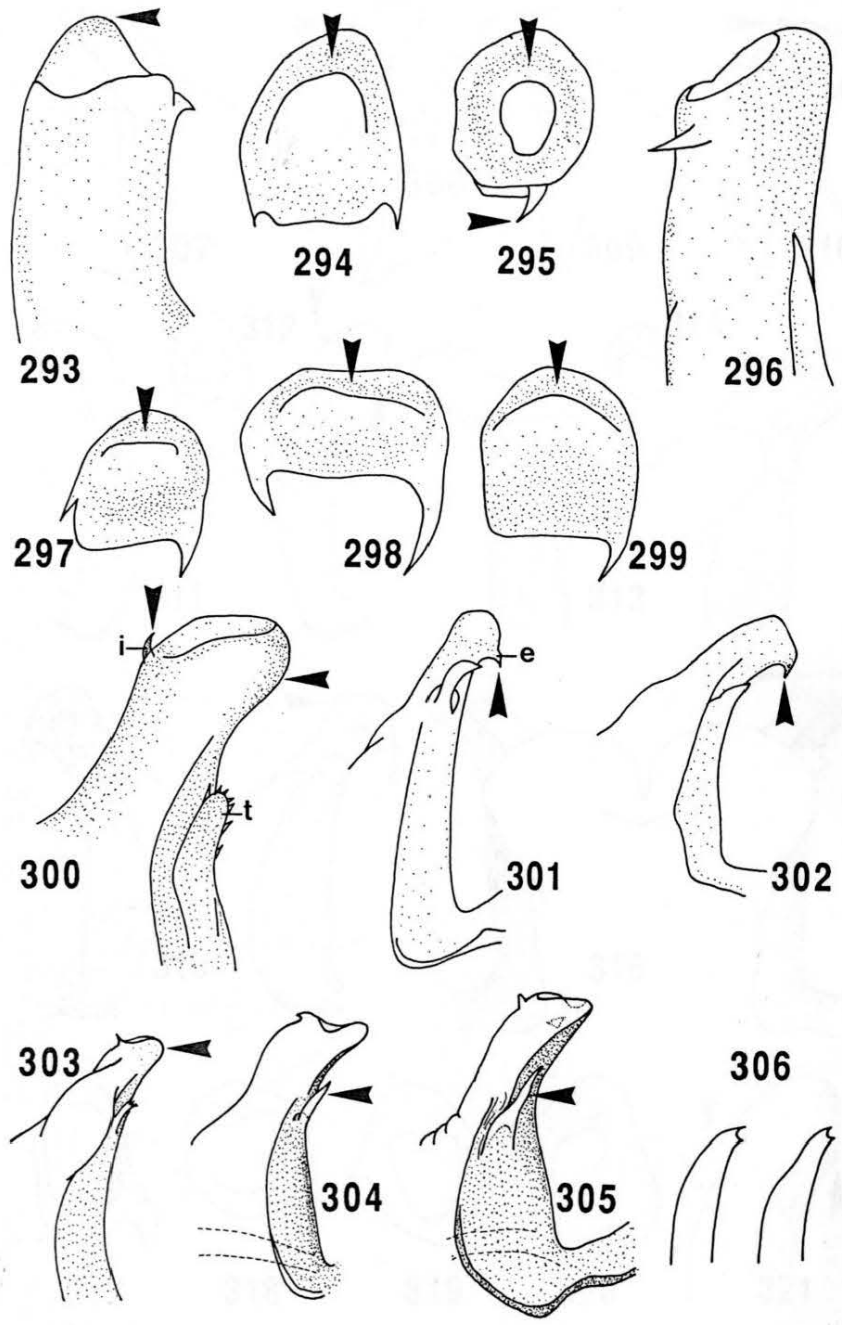
N.B. A deux reprises dans la clé suivante, deux espèces de Rhithrogena sont groupées par manque de bons caractères distinctifs.

1. – Pourtour du pore génital incomplètement délimité (fig. 293-294) **2**
   – Pourtour du pore génital entièrement délimité (fig. 295-296) **10**
2. – Pore génital étroit et allongé, délimité sur moins de la moitié du pourtour (fig. 297-299) **3**
   – Pore génital triangulaire, délimité sur plus de la moitié du pourtour (fig. 294) **8**
3. – Section transversale de la partie apicale des lobes péniens rectangulaire, environ deux fois plus longue que large (fig. 298) **4**
   – Section transversale de la partie apicale des lobes péniens quadrangulaire, aussi large que longue (fig. 297, 299) **5**
4. – En vue ventrale, la dent apicale interne (i) des lobes péniens est bien visible, tandis que la dent apicale externe n'est pas visible (fig. 300) **R. nivata**
   – En vue ventrale, la dent apicale interne des lobes péniens n'est pas visible, tandis que la dent apicale externe (e) est bien visible (fig. 301) **R. degrangei**
5. – Face dorsale des fémurs sans tache foncée; longueur de l'aile antérieure inférieure à 10 mm **6**
   – Face dorsale des fémurs (médians et postérieurs au moins) avec une tache foncée; longueur de l'aile antérieure supérieure à 12 mm **7**
6. – Ganglions abdominaux colorés en violet **R. puthzi, R. endenensis**
   – Ganglions abdominaux incolores; aspect général photo XXV **R. hybrida**
7. – En vue ventrale, la dent apicale externe des lobes péniens est bien visible (fig. 302) **R. loyolaea**
   – En vue ventrale, la dent apicale externe des lobes péniens n'est pas visible (fig. 303) **R. grischuna, R. gratianopolitana**
8. – Titillateur terminé par plusieurs dents (fig. 306) **R. intermedia**
   – Titillateur terminé par une seule dent (fig. 304-305) **9**

Fig. 293-306.

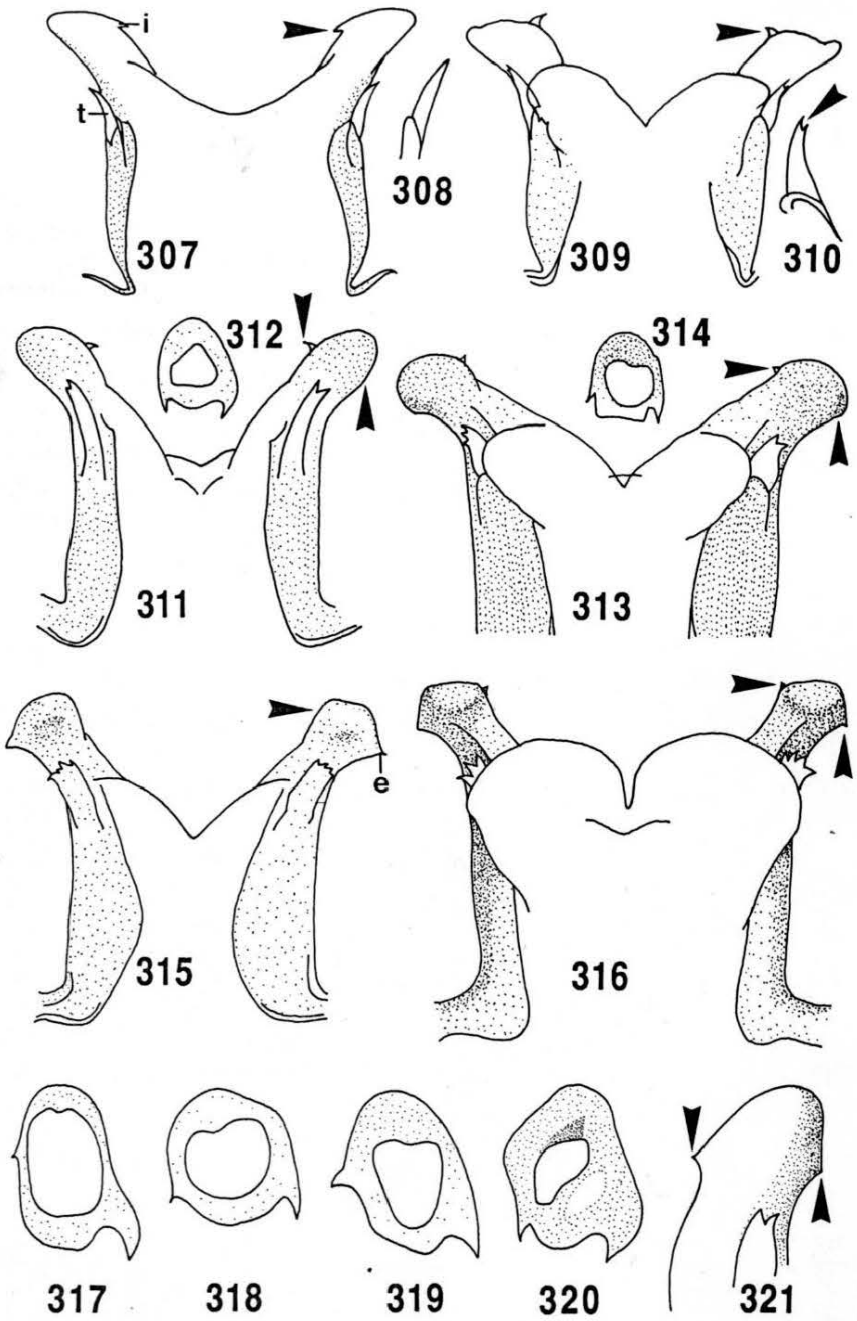
293-294, 304: *Rhithrogena alpestris*; 295: *R. germanica*; 296: *R. colmarsensis*; 297: *R. puthzi*; 298, 299, 302: *R. loyolaea*; 300: *R. nivata*; 301: *R. degrangei*; 303: *R. grischuna*; 305: *R. landai*; 306: *R. intermedia*.

293, 296: lobe pénien, vue latérale; 294-295, 297-299: lobe pénien, vue apicale; 300-305 (i=dent apicale interne, e=dent apicale externe, t=titillateur): lobe pénien droit, vue ventrale; 306: titillateurs.


293
294
295
296
297
298
299
i
t
300
e
301
302
303
304
305
306

9. – Titillateur court, plus court que la largeur de la partie apicale du lobe pénien (fig. 304) **R. alpestris**
   – Titillateur long, plus long que la largeur de la partie apicale du lobe pénien (fig. 305) **R. landai**
10. – Aile antérieure incolore **11**
   – Au moins le tiers basal de l'aile antérieure coloré en brun, gris ou sépia **12**
11. – Dent apicale interne (i) des lobes péniens dirigée vers la base (fig. 307); titillateur (t) terminé par une seule dent (fig. 308)**R. beskidensis**
   – Dent apicale interne des lobes péniens dirigée vers l'apex (fig. 309); titillateur terminé par deux dents (fig. 310) **R. savoiensis**
12. – Une seule dent présente dans la partie apicale des lobes péniens (fig. 295) **R. germanica**
   – Au moins deux dents présentes dans la partie apicale des lobes péniens (fig. 312, 314, 317-320) **13**
13. – En vue ventrale, la dent apicale interne des lobes péniens n'est pas visible (fig. 315) **14**
   – En vue ventrale, la dent apicale interne des lobes péniens est bien visible (fig. 311, 313, 316, 321) **15**
14. – En vue apicale, apex des lobes péniens ovale (fig. 317) **R. semicolorata**
   – En vue apicale, apex des lobes péniens arrondi (fig. 318) **R. iridina**
15. – En vue ventrale, la dent apicale externe des lobes péniens n'est pas visible (fig. 311, 313) **16**
   – En vue ventrale, la dent apicale externe des lobes péniens est bien visible (fig. 316, 321) **17**
16. – En vue ventrale, la partie apicale des lobes péniens est rétrécie (fig. 311); pore génital triangulaire (fig. 312); face dorsale des fémurs sans tache **R. dorieri**
   – En vue ventrale, la partie apicale des lobes péniens est large (fig. 313); pore génital rond (fig. 314); face dorsale des fémurs avec une tache **R. puytoraci**
17. – Pore génital large (fig. 319) **R. carpatoalpina**
   – Pore génital étroit (fig. 320) **R. colmarsensis**

Fig. 307-321.
307-308: *Rhithrogena beskidensis*; 309-310: *R. savoiensis*; 311-312: *R. dorieri*;
313, 314: *R. puytoraci*; 315, 318: *R. iridina*; 316, 319: *R. carpatoalpina*; 317: *R. semicolorata*; 320-321: *R. colmarsensis*.
307, 309, 311, 313, 315-316, 321: pénis, vue ventrale (i=dent apicale interne, e=dent apicale externe, t=titillateur); 308, 310: titillateur;
312, 314, 317-320: lobe pénien, vue apicale.



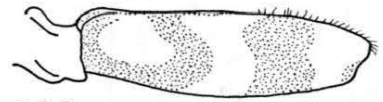
Heptagenia

1. – Face dorsale des fémurs pigmentée comme fig. 322 **2**
   – Fémurs ne présentant pas cette pigmentation **3**
2. – 1er article du tarse postérieur au moins aussi long que le second (fig. 323) **H. fuscogrisea**
   – 1er article du tarse postérieur plus court que le second (fig. 324) **H. longicauda**
3. – Tergites abdominaux jaunâtres, parcourus par une ligne médiane rouge sombre (fig. 325) **H. flava**
   – Tergites abdominaux sans ligne médiane rouge sombre **4**
4. – Aile antérieure hyaline à nervures longitudinales brun foncé; lobes péniens pointus à l'apex (fig. 326) **H. sulphurea**
   – Aile antérieure hyaline à nervures longitudinales jaune-brun; lobes péniens tronqués à l'apex (fig. 327) **H. coerulans**

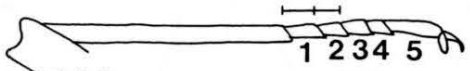
Electrogena

1. – Lobes péniens anguleux (fig. 328) **E. quadrilineata**
   – Lobes péniens arrondis (fig. 329-330) **2**
2. – Marges internes des lobes péniens écartées à la base (fig. 329) **E. rivuscellana**
   – Marges internes des lobes péniens parallèles sur toute leur longueur (fig. 330) **E. lateralis**

Fig. 322-330.
322-323: *Heptagenia fuscogrisea*; 324: *H. longicauda*; 325: *H. flava*; 326: *H. sulphurea*; 327: *H. coerulans;* 328: *Electrogena quadrilineata*; 329: *E. rivuscellana*; 330: *E. lateralis.*
322: fémur postérieur, vue dorsale; 323-324: patte postérieure; 325: tergites abdominaux; 326-327: contour du pénis, vue dorsale; 328-330: pénis, vue ventrale.

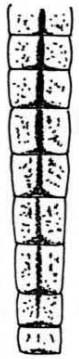


322

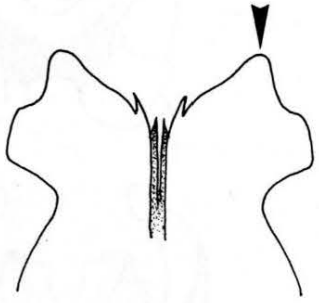


323

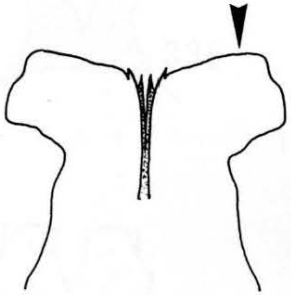
324



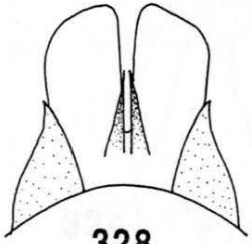
325



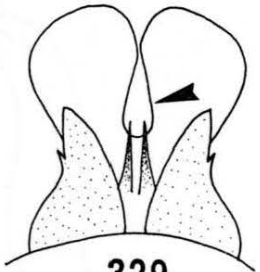
326



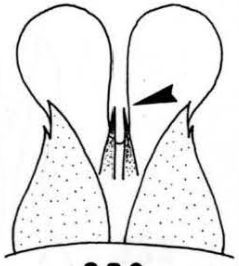
327



328



329



330

EPHEMERELLIDAE

Clé des genres

2 пункт

1. – *Mâle:* pénis non échancré entre les deux lobes (fig. 335); 2e article des gonopodes dilaté à son extrémité apicale et 3e article des gonopodes au moins deux fois aussi long que large à la base (fig. 331).

   Femelle: tête et thorax larges et courts (rapport longueur de la tête sur largeur du thorax (a:b) <0.2) (fig. 339) **Torleya**

   une seule espèce: **T. major**

   – *Mâle:* pénis échancré entre les deux lobes (fig. 336-338); les deux caractéristiques concernant les gonopodes ne sont pas présentes ensemble.

   Femelle: tête et thorax étroits (rapport longueur de la tête sur largeur du thorax (a:b) >0.3) (fig. 340) **Ephemerella**

Clé des espèces

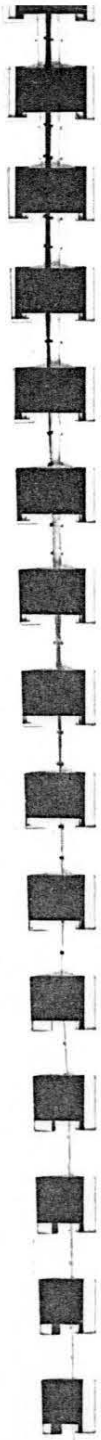
Ephemerella (mâles) femelles voir p. 144

1. – 2e article des gonopodes dilaté à son extrémité apicale (fig. 332); lobes péniens séparés par une large échancrure arrondie (fig. 336) **E. mucronata**

   – 2e article des gonopodes non dilaté à son extrémité apicale; lobes péniens séparés par une échancrure pointue **2**

2. – 2e article des gonopodes à marge interne sinueuse, 3e article court, de forme ovale (fig. 333); lobes péniens tronqués à leur extrémité apicale, séparés l'un de l'autre à leur extrémité seulement (fig. 337); filaments caudaux annelés de foncé entre chaque article **E. ignita**

   – 2e article des gonopodes à marge interne légèrement arquée, 3e article deux à trois fois aussi long que large à la base (fig. 334); lobes péniens séparés par une étroite et profonde échancrure, très prolongés à leur extrémité apicale (fig. 338); filaments caudaux de couleur uniforme; sternites abdominaux 1-7(8) avec dessin bien marqué formé de traits et de points (fig. 341) **E. notata**



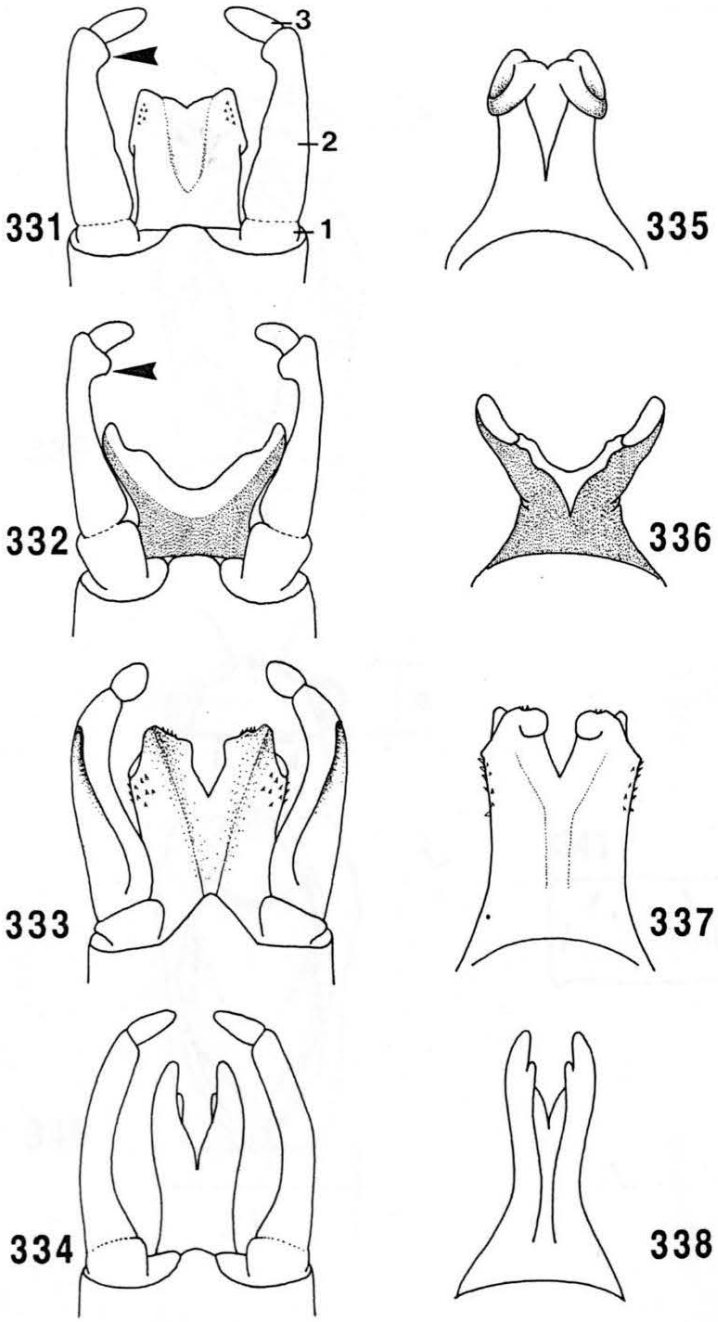


Fig. 331-338.
331, 335: *Torleya major*; 332, 336: *Ephemerella mucronata*; 333, 337: *E. ignita*; 334, 338: *E. notata*.
331-334: genitalia mâles, vue ventrale; 335-338: pénis, vue dorsale.

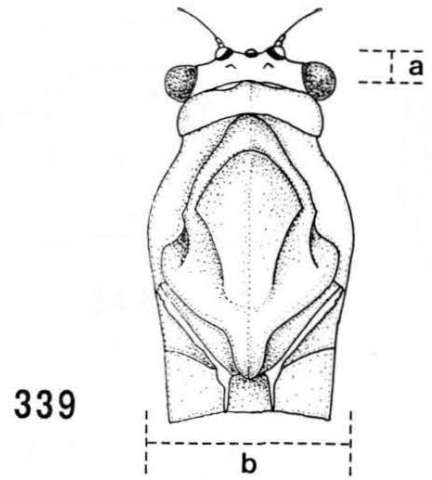
Ephemerella (femelles)

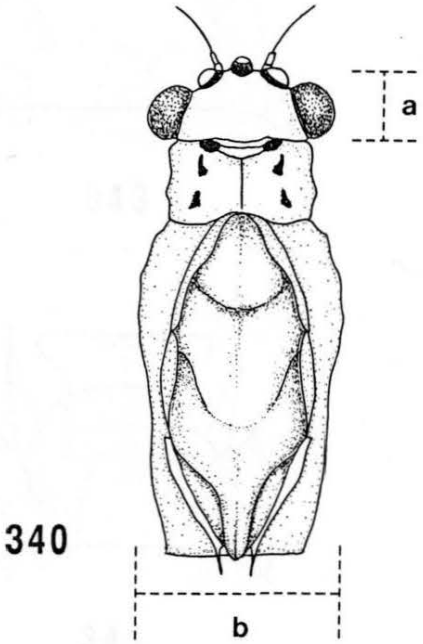
1. – Trois paires de taches noires sur le prothorax (fig. 340); sternites abdominaux 1-7(8) avec dessin bien marqué formé de traits et de points colorés d'égale intensité (fig. 341); couleur générale du corps jaunâtre **E. notata**

   – Prothorax et sternites abdominaux sans dessin spécial (de légers traits obliques sont parfois visibles sur les sternites, mais ils ne sont pas accompagnés de points) **2**

2. – Patte postérieure: tibia plus long que le fémur et deux fois plus long que les tarses; aspect général photo XXVIII **E. ignita**

   – Patte postérieure: tibia plus court que le fémur et plus court que deux fois la longueur des tarses **E. mucronata**





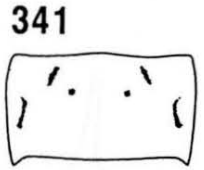
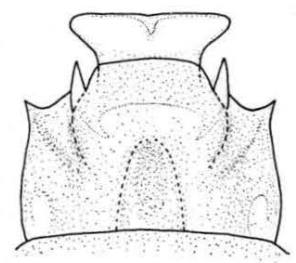


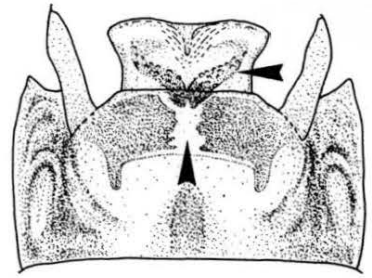
Fig. 339-341.
339: *Torleya major*; 340-341: *Ephemerella notata*.
339-340: tête et thorax, imago femelle, vue dorsale; 341: sternite abdominal.

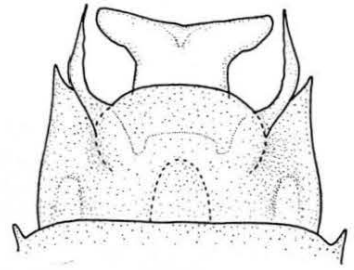
CAENIDAE

Caenis (mâles) femelles voir p. 150

1. – Styligère non pigmenté (fig. 342-344); dernier article des gonopodes terminé par une pointe droite et sclérifiée (fig. 342-344, 346); 2e segment abdominal pourvu dorsalement d'un processus digitiforme (fig. 369) **2**
   – Styligère et gonopodes entièrement ou partiellement pigmentés (fig. 345 p.ex.); dernier article des gonopodes terminé en pointe asymétrique portant des soies ou des épines (fig. 347 p. ex.) **4**
2. – Gonopodes courts atteignant à peine la moitié de la longueur du pénis (fig. 342); ailes nettement plus courtes que le corps; tous les tergites abdominaux pigmentés **C. robusta**
   – Gonopodes au moins aussi longs que le pénis; longueur des ailes à peu près égale à celle du corps; au plus 7 tergites abdominaux pigmentés **3**
3. – Gonopodes fins et arqués à courbure située au tiers basal (fig. 343, 346); pénis à base étroite, à lobes très saillants à marge postérieure rectiligne et à marge latérale courbe (fig. 343); flagelle antennaire peu épaissi à la base; fémur antérieur nettement pigmenté **C. rivulorum**
   – Gonopodes rectilignes; pénis en forme d'enclume (fig. 344); flagelle antennaire nettement élargi, dans sa partie basale (fig. 348); filaments caudaux blancs non annelés; fémur avec une tâche noire distale **C. horaria**
4. – Face ventrale du pénis verruqueuse, sclérifiée et pigmentée en forme de fruit d'érable; pigmentation du styligère interrompue dans la partie médiane (fig. 345) **C. lactea**
   – Pénis sans zone spécialement sclérifiée pigmentation visible; styligère pigmenté y compris dans sa partie médiane **5**

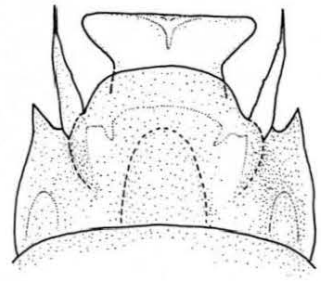

342


345


343

346

347


344

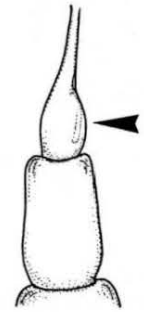

348

Fig. 342-348.
342: *Caenis robusta*; 343, 346: *C. rivulorum*; 344, 348: *C. horaria*; 345, 347: *C. lactea*.
342-345: genitalia mâles, vue ventrale; 346-347: gonopode; 348: partie basale de l'antenne d'un mâle, vue dorsale.

5. – Gonopodes portant à l'apex une touffe de fortes épines (fig. 353-354); sclérite du styligère (a) fortement pigmenté, en forme de croissant (fig. 349-350) **6**

– Gonopodes portant à l'apex une épine ou plusieurs soies fines (fig. 355-356); sclérite du styligère de forme plus ou moins rectangulaire, pouvant atteindre la marge postérieure du styligère (fig. 351-352) **7**

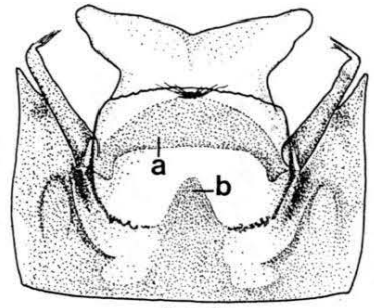
6. – Flagelle antennaire nettement élargi à la base (fig. 357); lobes péniens grands, en forme d'ailes; sclérite central (b) triangulaire à pointe dirigée vers l'arrière (fig. 349); tarse antérieur: articles 3 à 5 ensemble plus longs (jusqu'à 1.5 fois) que les articles 1 et 2 ensemble; aspect général photo XXVII **C. luctuosa**

– Flagelle antennaire peu ou pas élargi à la base (fig. 358); lobes péniens plus courts que les gonopodes et peu étendus latéralement; sillon pénien long (s) et étroit; sclérite central arrondi (fig. 350); tarse antérieur: articles 3 à 5 ensemble de même longueur que les articles 1 et 2 ensemble **C. macrura**

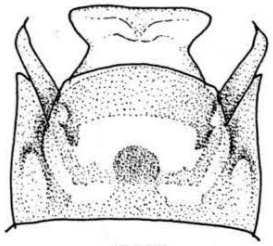
7. – Pénis en forme d'enclume, à lobes nettement divergents latéralement; sclérite du styligère étroit (fig. 351); gonopodes atteignant au maximum l'apex du pénis et terminés en une longue pointe oblique (fig. 355) **C. pusilla**

– Lobes péniens très courts et arrondis; sclérite du styligère large (fig. 352); gonopodes dépassant l'apex du pénis et terminés par de courtes et fortes soies (fig. 356) **C. beskidensis**

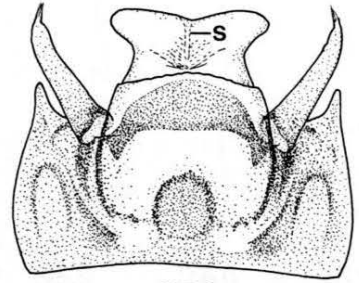
Fig. 349-358.
349, 353, 357: *Caenis luctuosa*; 350, 354, 358: *C. macrura*; 351, 355: *C. pusilla*; 352, 356: *C. beskidensis*.
349-352: genitalia mâles, vue ventrale (a=sclérite du styligère; b=sclérite central; s=sillon pénien); 353-356: gonopode; 357-358: partie basale de l'antenne d'un mâle, vue dorsale.



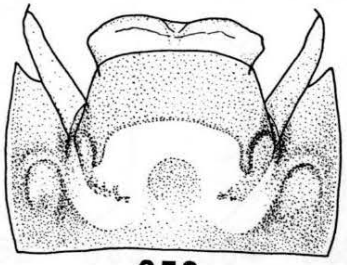
349



351



350



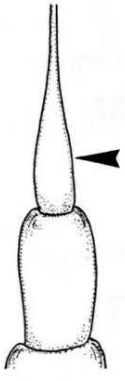
352

353

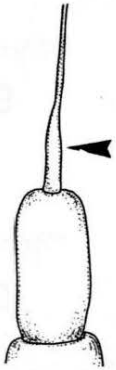
354

355

356



357



358

Caenis (femelles, aussi valable pour les subimagos)

1. – Abdomen porteur, sur les segments médians, de longs filaments latéraux (f), au moins aussi longs que le tiers de la longueur du segment correspondant (fig. 359-361) 2
   – Abdomen pourvu de filaments latéraux (f) courts ou peu visibles (fig. 362-365) 4
2. – Filaments latéraux (f) des segments médians au moins aussi longs que la longueur du segment qui les porte (fig. 359) **C. robusta**
   – Filaments latéraux des segments médians mesurant environ la moitié de la longueur du segment qui les porte (fig. 360-361) 3
3. – Vertex céphalique fortement bombé en hauteur; 2e tergite abdominal sans (ou rarement avec un court) processus digitiforme dorsal (fig. 370); flagelle antennaire non élargi à la base **C. lactea**
   – Vertex céphalique plat; 2e tergite abdominal pourvu d'un long processus digitiforme dorsal (fig. 369); flagelle antennaire élargi asymétriquement à la base (fig. 366) **C. horaria**
4. – Abdomen non pigmenté dans sa plus grande partie, tout au plus les trois premiers tergites abdominaux pigmentés **C. rivulorum**
   – Majorité voire totalité des tergites abdominaux pigmentés 5
5. – Filaments latéraux courts (fig. 363); œufs pourvus de 2 capes polaires (caractère visible à travers l'abdomen de la femelle) 6
   – Filaments latéraux fortement réduits ou absents (fig. 364-365); œufs pourvus d'une seule cape polaire (caractère visible à travers l'abdomen de la femelle) 7
6. – Flagelle antennaire pas ou à peine élargi à la base (fig. 367) **C. macrura**
   – Flagelle antennaire nettement élargi à la base (fig. 368) **C. luctuosa**
7. – Corps fortement pigmenté; tergites abdominaux en principe sans ligne médiane claire, si cette ligne est présente, elle est bordée de deux traits foncés; longueur du corps inférieure à 3.3 mm **C. pusilla**
   – Corps à pigmentation variable; tergites abdominaux clairs au moins le long de la ligne médiane; longueur du corps supérieure à 3.5 mm **C. beskidensis**

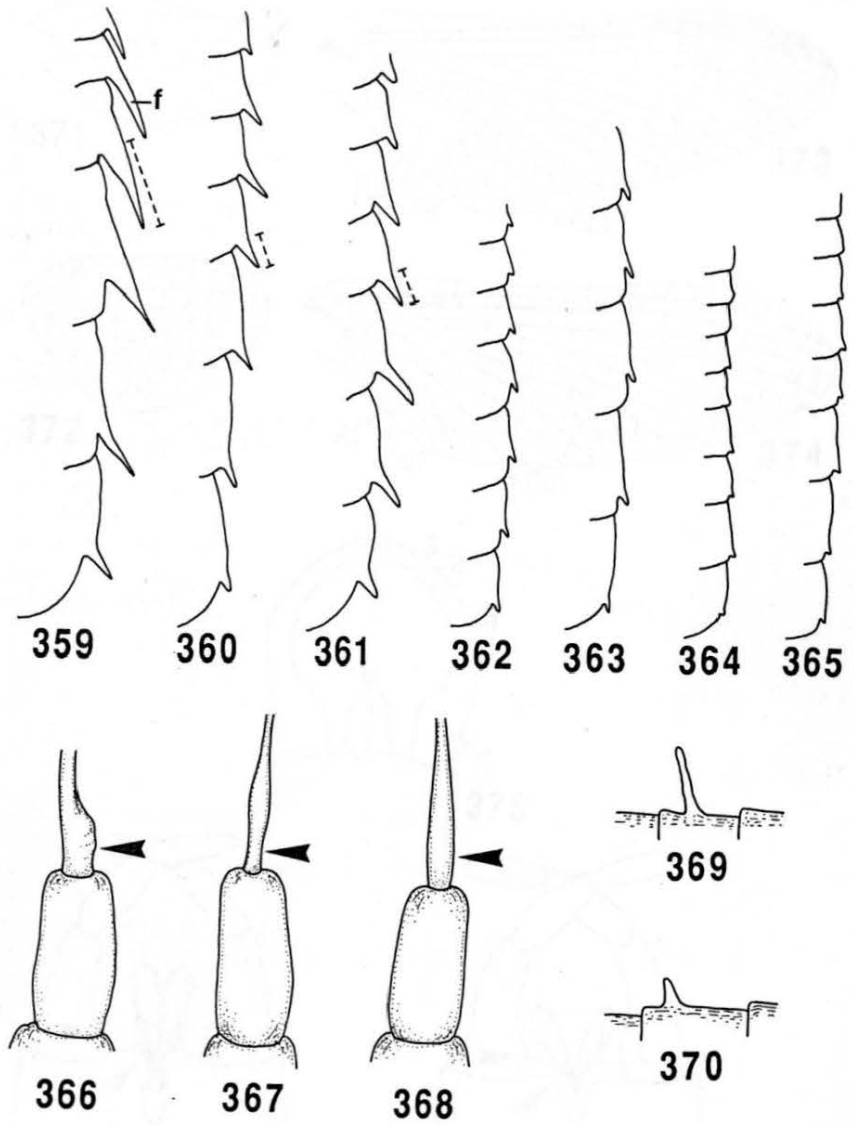


Fig. 359-370.
359: *Caenis robusta*; 360, 370: *C. lactea*; 361, 366, 369: *C. horaria*; 362: *C. rivulorum*; 363, 368: *C. luctuosa*; 364: *C. pusilla*; 365: *C. beskidensis*; 367: *C. macrura*.
359-365: marge latérale de l'abdomen de la femelle (f = filament latéral); 366-368: partie basale de l'antenne d'une femelle, vue dorsale; 369-370: processus digitiforme du 2e tergite abdominal, vue latérale.

LEPTOPHLEBIIDAE (mâles)

Clé des genres

1. – Aile postérieure pourvue d'un processus costal (fig. 371) 2
   – Aile postérieure sans processus costal (fig. 372) 4
2. – 2e et 3e articles des gonopodes faiblement développés; lobes péniens à base tubulaire et nettement acuminés à l'apex (fig. 375) **Choroterpes** une seule espèce: **C. picteti**
   – 2e et 3e articles des gonopodes bien développés; lobes péniens généralement prolongés par deux crochets ventraux (fig. 376-379) 3
3. – Marge interne du 1er article des gonopodes régulièrement concave, sans processus (fig. 376-377) **Habrophlebia**
   – Marge interne du 1er article des gonopodes avec un processus allongé, bien marqué dans sa partie proximale (fig. 378-379) **Habroleptoides**
4. – Aile antérieure: racine de la nervure Cu2 à mi-distance entre les racines de Cu1 et de A1 (fig. 373); genitalia comme fig. 380-381 **Leptophlebia**
   – Aile antérieure: racine de la nervure Cu2 nettement plus proche de la racine de A1 que de celle de Cu1 (fig. 374); genitalia comme fig. 382-383 **Paraleptophlebia**

Clé des espèces

Habrophlebia

1. – Marge postérieure du styligère formant deux lobes saillants de part et d'autre de l'échancrure médiane; marge interne du 1er article des gonopodes à saillie basale très marquée (fig. 376); abdomen brun avec des zones blanchâtres **H. lauta**
   – Marge postérieure du styligère à lobes arrondis et peu saillants de part et d'autre de l'échancrure médiane; marge interne du 1er article des gonopodes à saillie basale moyennement marquée (fig. 377); abdomen brun sans zones blanchâtres **H. fusca**

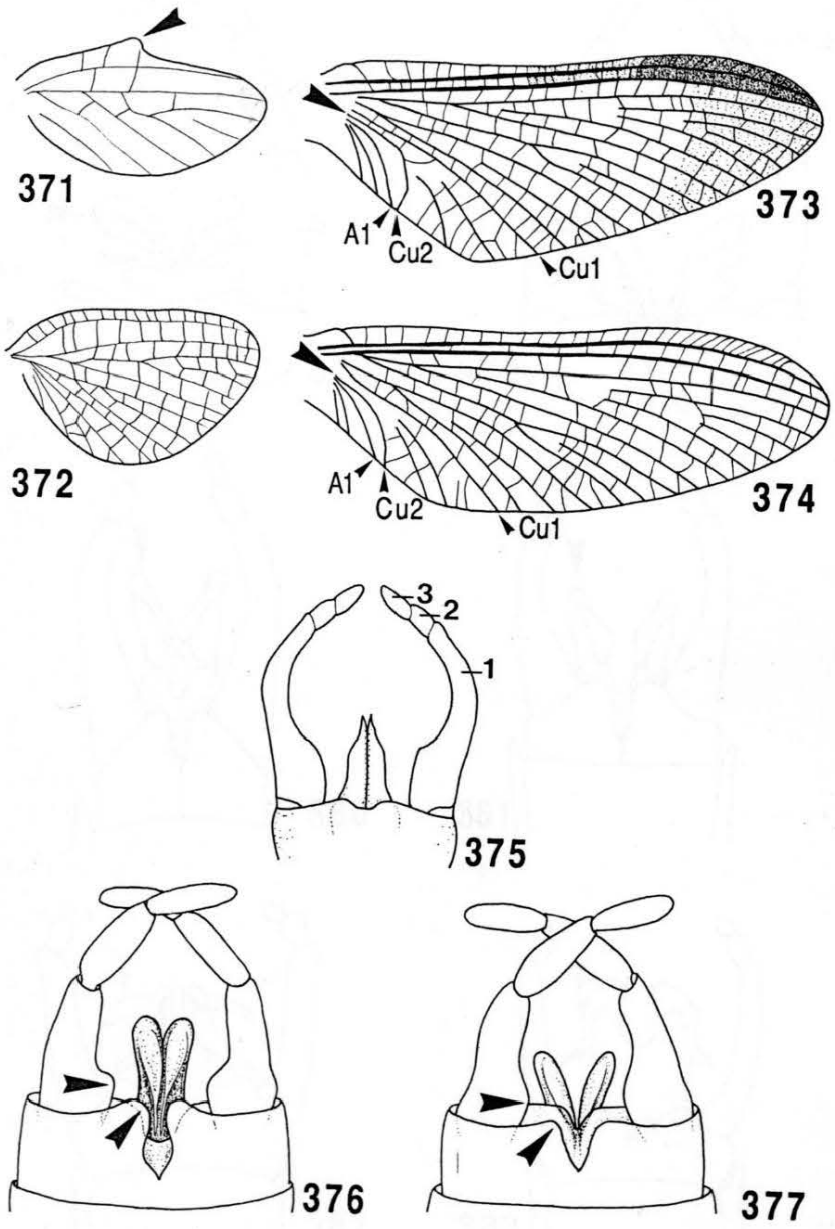


Fig. 371-377.
371: *Habroleptoides*; 372, 374: *Paraleptophlebia*; 373: *Leptophlebia*; 375: *Choroterpes picteti*; 376: *Habrophlebia lauta*; 377: *H. fusca*.
371-372: aile postérieure; 373-374: aile antérieure; 375-377: genitalia mâles, vue ventrale.

Habroleptoides

1. – Marge interne du 1er article des gonopodes concave, avec un processus en forme de bec dans la partie proximale (fig. 378); abdomen de couleur brun foncé assez uniforme; aspect général photo XXIV **H. confusa**
   – Marge interne du 1er article des gonopodes convexe, avec un processus arrondi dans la partie proximale (fig. 379); sternites abdominaux clairs avec chaîne nerveuse ganglionnaire bien visible **H. auberti**

Leptophlebia

1. – Apex des lobes péniens arrondi, non denticulé; crochet ventral long et effilé (fig. 380) **L. marginata**
   – Apex des lobes péniens pointu, muni d'une petite dent; crochet ventral en forme de lame de couteau (fig. 381) **L. vespertina**

Paraleptophlebia

1. – Lobes péniens séparés par une incision peu profonde; apex du lobe portant, en plus du crochet ventral, une lame bien développée et disposée perpendiculairement au crochet (fig. 382) **P. submarginata**
   – Lobes péniens séparés par une incision bien marquée; apex du lobe portant, en plus du crochet ventral, une petite dent peu développée (fig. 383) **P. cincta**

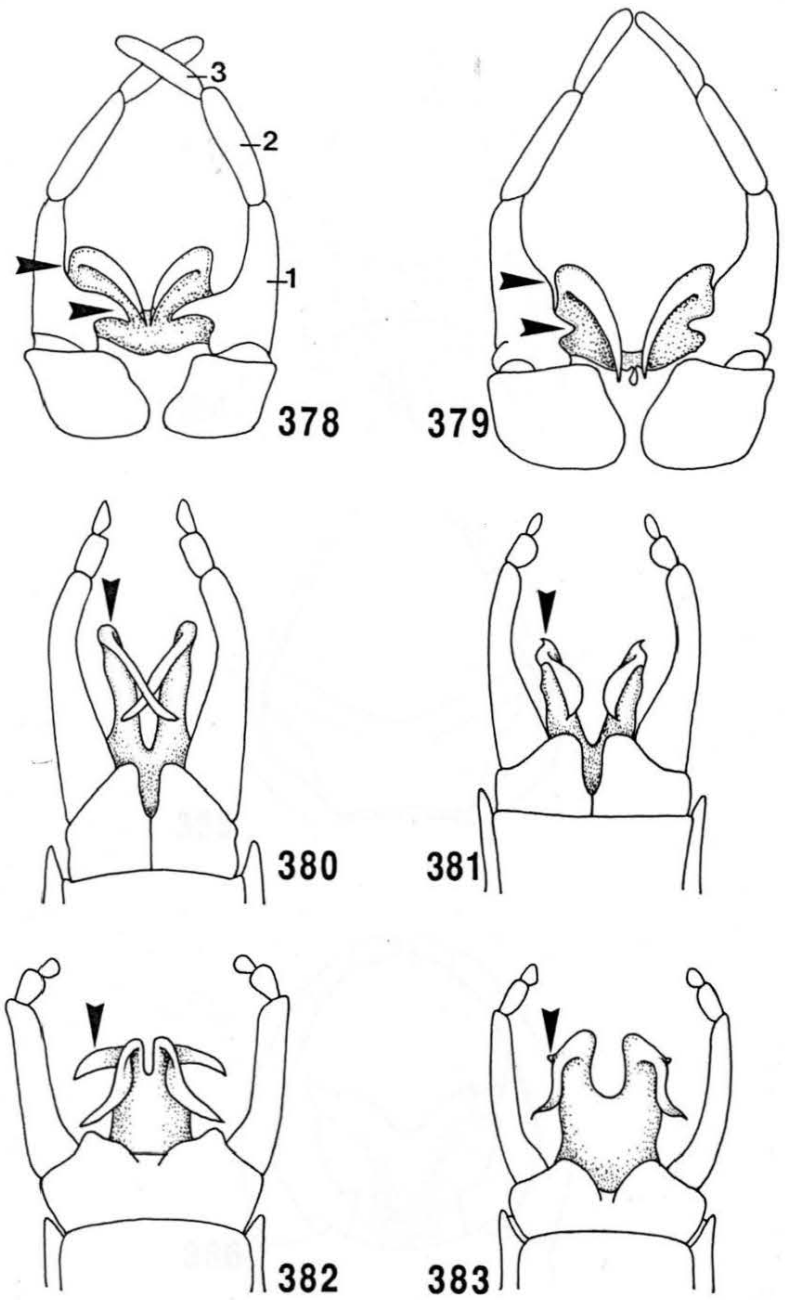


Fig. 378-383.
378: *Habroleptoides confusa*; 379: *H. auberti*; 380: *Leptophlebia marginata*; 381: *L. vespertina*; 382: *Paraleptophlebia submarginata*; 383: *P. cincta*.
378-383: genitalia mâles, vue ventrale.

OLIGONEURIIDAE

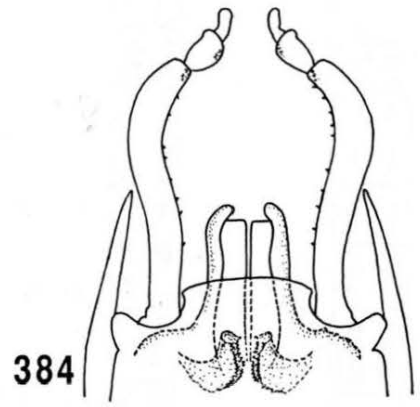
Une seule espèce; aspect général photo XXX (genitalia mâles fig. 384)
Oligoneuriella rhenana

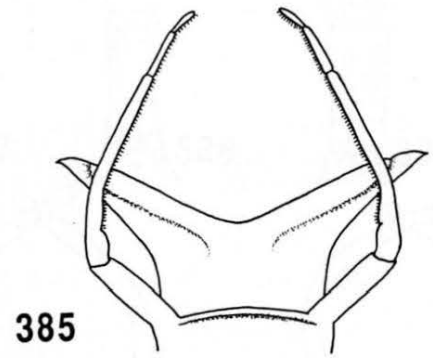
POLYMITARCYIDAE

Une seule espèce; aspect général photo XXIX (genitalia mâles fig. 385)
Ephoron virgo

POTAMANTHIDAE

Une seule espèce; aspect général photo XXXI (genitalia mâles fig. 386)
Potamanthus luteus





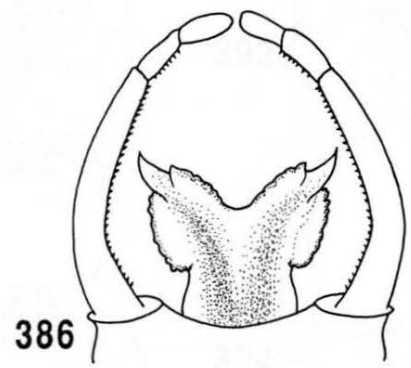


Fig. 384-386.
384: *Oligoneuriella rhenana*; 385: *Ephoron virgo*; 386: *Potamanthus luteus*.
384-386: genitalia mâles, vue ventrale.

EPHEMERIDAE

Ephemera

1. – Deux grandes taches triangulaires foncées sur les tergites abdominaux 7-9; pas de taches sur les tergites abdominaux 3-5 (fig. 387); lobes péniens à bords latéraux parallèles (fig. 391); aspect général photo XXXII **E. danica**
   – Dessin sur tous les tergites abdominaux; lobes péniens à bords divergents ou convergents **2**
2. – Deux taches triangulaires allongées foncées sur tous les tergites abdominaux; tergites 7-9 pourvus en plus de deux traits longitudinaux foncés (fig. 388); surface alaire brunâtre, nervures foncées; lobes péniens nettement divergents à l'apex (fig. 392) **E. vulgata**
   – Dessins des tergites abdominaux formés de lignes longitudinales foncées; surface alaire transparente; couleur générale jaune clair: lobes péniens non divergents à l'apex **3**
3. – 6 lignes longitudinales foncées sur les tergites abdominaux 7-9 (fig. 389); nervures de l'aile postérieure uniformément jaunes; nervures transversales de l'aile antérieure brunes, sans ombrages, presque de même couleur que les nervures longitudinales; 1er article des gonopodes plus court que les deux derniers ensemble; lobes péniens séparés à l'apex seulement (fig. 393) **E. lineata**
   – 4 lignes longitudinales foncées sur les tergites abdominaux 6-8(9) (fig. 390); nervures transversales de l'aile postérieure brunes; nervures transversales de l'aile antérieure brunes, souvent ombrées de foncé, nettement plus marquées que les nervures longitudinales; 1er article des gonopodes allongé, plus long que les deux derniers articles ensemble; lobes péniens séparés sur toute leur longueur (fig. 394) **E. glaucops**

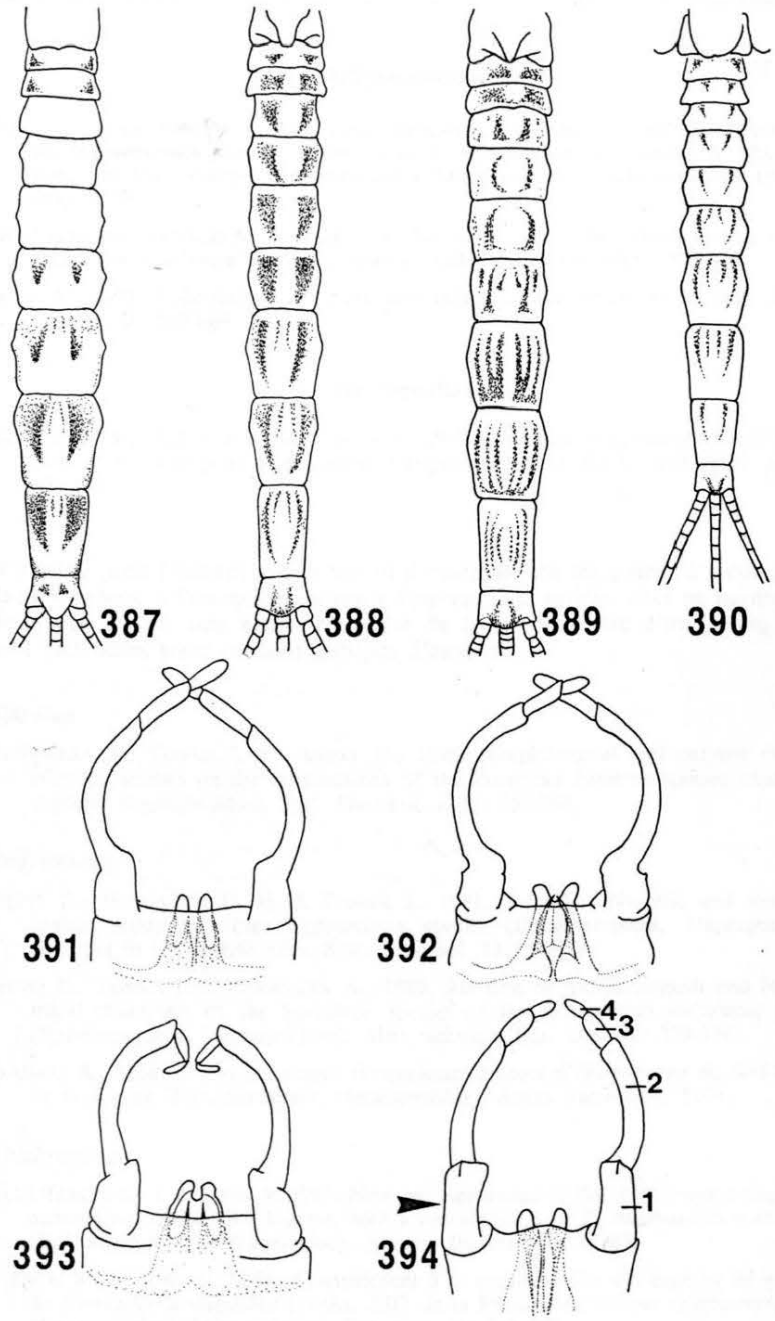


Fig. 387-394.
387, 391: *Ephemera danica*; 388, 392: *E. vulgata*; 389, 393: *E. lineata*; 390, 394: *E. glaucops*.
387-390: tergites abdominaux; 391-394: genitalia mâles, vue ventrale.

3. Bibliographie de détermination

Les travaux cités ci-dessous sont classés par familles. Ils permettent la détermination d'un grand nombre d'espèces européennes.

Siphlonuridae

MALZACHER P., 1981. Beitrag zur Taxonomie europäischer *Siphlonurus*-Larven. Stutt. Beitr. Naturk. Ser. A. 345: 1-11.

PUTHZ V., 1977. Bemerkungen über europäischen *Siphlonurus*-Arten. Reichenbachia 16: 169-175.

SÖDERSTRÖM O. & NILSSON J., 1986. Redescription of *Parameletus chelifer* and *Parameletus minor*, with keys to nymphal and adult stages of the Fennoscandian species of Siphlonuridae (Ephemeroptera). Entomol. Scand. 17: 107-118.

STUDEMANN D., LANDOLT P. & TOMKA I., 1988. Morphology and taxonomy of imagines and eggs of Central and Northern European Siphlonuridae (Ephemeroptera). Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 61: 303-328.

STUDEMANN D., TOMKA I. & LANDOLT P., 1992. Revision of the Iberian Siphlonuridae (Ephemeroptera). Aquatic Insects 14.

Rallidentidae

PUTHZ V., 1977. Über die europäischen Arten der Gattung *Metreletus*. Philippia 3(3): 199-205.

Baetidae

KEFFERMÜLLER M. & SOWA R., 1984. Survey of Central European species of the genus *Centroptilum* EATON and *Pseudocentroptilum* BOGOESCU (Ephemeroptera, Baetidae). Pol. Pismo Entomol. 54(2): 309-340.

MÜLLER-LIEBENAU I., 1969. Revision der europäischen Arten der Gattung *Baetis* LEACH, 1815 (Insecta, Ephemeroptera). Gewässer und Abwässer 48/49: 1-214.

SARTORI M., 1985. New records and redescription of *Baetis nubecularis* from the Swiss Jura (Ephemeroptera, Baetidae). Aquatic Insects 7(4): 209-214.

SOWA R., 1975. What is *Cloeon dipterum* (LINNAEUS, 1761) ? Ent. scand. 6: 215-223.

SOWA R., 1980. Taxonomy and ecology of European species of the *Cloeon simile* EATON group. Ent. scand. 11: 149-258.

WALTZ R. D. & MCCAFFERTY W. P., 1987. Systematics of *Pseudocloeon, Acentrella, Baetiella* and *Liebebiella*, new genus (Ephemeroptera, Baetidae). J. N. York Entomol. Soc. 95(4): 553-568.

Oligoneuriidae

DAKKI M. & GIUDICELLI J., 1984. Ephéméroptères d'Afrique du Nord: 2. Description de *Oligoneuriella skoura*, n. sp. et de *Oligoneuriopsis skhounate*, n. sp., avec notes sur leur écologie (Ephemeroptera, Oligoneuriidae). Bull. Inst. Sci. (Rabat) 0(4): 13-28.

GONZALEZ DEL TANAGO M. & GARCIA DE JALON D., 1983. The Oligoneuriidae of the Duero Basin (Central north of Spain). Arch. Hydrobiol. 97(3): 395-405.

SOWA R., 1973. Contribution à l'étude des *Oligoneuriella* européennes. Bull. Acad. Pol. Sc. 21: 657-665.

Heptageniidae

ZURWERRA A., METZLER M. & TOMKA I., 1987. Biochemical systematics and evolution of the European Heptageniidae (Ephemeroptera). Arch. Hydrobiol. 109(4): 481-510.

Il n'existe pour l'instant aucun travail d'ensemble sur les genres d'Heptageniidae européens, à l'exception du genre *Epeorus*. Les articles cités ne permettent donc pas d'avoir une vision complète de la systématique d'un genre, mais sont très utiles pour certains groupes d'espèces.

Epeorus

ZURWERRA A., TOMKA I. & LAMPEL G., 1986. Morphological and enzyme electrophoretic studies on the relationships of the European *Epeorus* species (Ephemeroptera, Heptageniidae). Syst. Entomol. 11(2): 255-266.

Ecdyonurus

HEFTI D., HUMPESCH U. H. & TOMKA I., 1988. An electrophoretic and morphological study of three *Ecdyonurus* species (Ephemeroptera, Heptageniidae) occuring in the British Isles. Syst. Entomol. 13: 161-170.

HEFTI D., TOMKA I. & ZURWERRA A., 1989. Revision of morphological and biochemical characters of the European species of the *Ecdyonurus helveticus* group (Ephemeroptera, Heptageniidae). Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 62: 329-344.

THOMAS A., 1968. Sur la taxonomie de quelques espèces d'*Ecdyonurus* du Sud-Ouest de la France (Ephemeroptera, Heptageniidae). Annls Limnol. 4: 51-71.

Rhithrogena

ALBA-TERCEDOR J. & SOWA R.,1987. New representatives of the *Rhithrogena diaphana* group from continental Europe, with a redescription of *R. diaphana* NAVÀS, 1917 (Ephemeroptera, Heptageniidae). Aquatic Insects 9(2): 65-83.

SARTORI M. & SOWA R., 1988. Complément à la connaissance des espèces du groupe de *Rhithrogena diaphana* NAVÀS, 1917 de la Péninsule Ibérique (Ephemeroptera, Heptageniidae). Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 61: 349-360.

SOWA R. & DEGRANGE C., 1987. *Rhithrogena* du groupe *hybrida* (Ephemeroptera, Heptageniidae) des Alpes françaises. Acta Hydrobiol. 29: 71-87.

SOWA R. & DEGRANGE C., 1987. Taxonomie et répartition des *Rhithrogena* EATON du groupe *alpestris* (Ephemeroptera, Heptageniidae) des Alpes et des Carpates. Pol. Pismo Entomol. 57: 475-493.

TOMKA I. & RASCH P., 1992. *Rhithrogena intermedia* METZLER, TOMKA & ZURWERRA, 1987 eine Art der alpestris-Gruppe nach Sowa und ergänzende Beschreibungen zu vier weiteren *Rhithrogena* Arten (Ephemeroptera, Heptageniidae). Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 65: im Druck.

Heptagenia

SOWA R., 1971. Note sur deux espèces de la famille des Heptageniidae des Carpates polonaises. Acta Hydrobiol. 13: 29-41.

Electrogena

BELFIORE C., 1981. On the Italian species of the *Ecdyonurus lateralis* group. Aquatic Insects 3: 171-178.

BELFIORE C., 1982. The nymphs of Italian species of the *Ecdyonurus lateralis* group, with a description of the nymph of *E. gridellii* (Grandi, 1953). Fragm. Entomol. Roma 16: 125-131.

LANDOLT P., DETHIER M., MALZACHER P. & SARTORI M., 1991. A new *Electrogena* species from Switzerland (Ephemeroptera, Heptageniidae). Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. 80: 459-470.

ZURWERRA A. & TOMKA I., 1985. *Electrogena*, gen. nov., eine neue Gattung der Heptageniidae (Ephemeroptera). Entomol. Ber. Luzern 13: 99-104.

Ephemerellidae

ALLEN R. K., 1980. Geographic distribution and reclassification of the sub-family Ephemerellinae (Ephemeroptera, Ephemerellidae). In: Proc. IIId Intern. Confer. Ephemeroptera, J. F. Flannagan & K. E. Marshall eds.: 71-92.

GONZALES DEL TANAGO M. & Garcia de Jalon D., 1983. New Ephemerellidae from Spain. Aquatic Insects 5(3): 147-156.

SOLDÁN T., 1982. A redescription of *Ephemerella maculocaudata* IK. with notes on Balkan species of the genus *Ephemerella*. Acta zool. Bulgarica 20: 44-50.

STUDEMANN D. & TOMKA I., 1987. Contribution to the study of European Ephemerellidae (Ephemeroptera) I: Completion of description of three endemic Iberian species. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 60: 361-378.

STUDEMANN D., LANDOLT P. & TOMKA I., 1989. Contribution to the study of European Ephemerellidae (Ephemeroptera) II: Description of the winged stages of *Ephemerella ikonomovi* PUTHZ, 1971 and *Serratella albai* GONZALES DEL TANAGO & GARCIA DE JALON, 1983. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 62: 119-127.

Caenidae

MALZACHER P., 1984. Die europäischen Arten der Gattung *Caenis* STEPHENS (Insecta, Ephemeroptera). Stutt. Beitr. Naturk. Ser. A, 373: 1-48.

MALZACHER P.,1986. Diagnostik, Verbreitung und Biologie der europäischen *Caenis*-Arten (Ephemeroptera: Caenidae). Stuttgarter Beitr. Naturk. Ser. A, 387: 1-41.

Leptophlebiidae

BELFIORE C. & GAINO E., 1985. Le specie italiane del genere *Habrophlebia* EATON, 1881. Boll. Ass. Rom. Entomol. 39: 11-18.

JACOB U. & SARTORI M., 1984. Die europäischen Arten der Gattung *Habrophlebia* EATON (Ephemeroptera, Leptophlebiidae). Entomol. Abhandl. (Dresden) 48(5): 45-52.

SARTORI M., 1986. Révision taxonomique du genre *Habroleptoides* SCHÖNEMUND, 1929 (Ephemeroptera, Leptophlebiidae). III: Description de *H. annae* n. sp. et *H. thomasi* n. sp. et synthèse finale des stades ailés. Revue suisse Zool. 93(4): 919-949.

SARTORI M. & JACOB U., 1986. Révision taxonomique du genre *Habroleptoides* SCHÖNEMUND, 1929 (Ephemeroptera, Leptophlebiidae). II: A propos du statut de *Habroleptoides modesta* (HAGEN, 1864). Revue suisse Zool. 93(3): 683-691.

Ephemeridae

BURMEISTER E. G., 1987. Die Arten der Gattung *Ephemera* LINNAEUS, 1758 in Bayern. Diagnostik und Faunistik (Insecta, Ephemeroptera, Ephemeridae). Nachr. Bayer. Entomol. 36: 68-73.

VIII. GLOSSAIRE

Adelphotaxa (=groupes frères): espèces ou lignées généalogiques fermées issues d'une spéciation dichotomique et originaires d'un seul ancêtre commun.

Apomorphie: caractère apparu récemment au sein d'une lignée monophylétique.

Benthal: zone correspondant au fond d'une étendue d'eau ou d'un cours d'eau.

Benthique: qui vit sur le fond d'un cours d'eau en contact direct avec le substrat.

Benthos: ensemble des communautés végétales et animales qui vivent sur le fond d'un cours d'eau.

Bioindicateur: espèce animale ou végétale dont l'occurrence est liée à des conditions écologiques très spécifiques et qui peut être considérée comme caractéristique d'un milieu déterminé.

Biomasse: masse de matière vivante par unité de surface ou de volume à un moment donné. Elle peut être exprimée en masse fraîche ou en masse sèche.

Branchie (=branchie trachéenne =tergalie selon KLUGE, 1989): chez les éphémères, appendice abdominal (rarement aussi fixé aux pattes ou à l'appareil buccal) généralement en forme de feuillet ou de filaments servant à capter l'oxygène dissous dans l'eau. Les branchies contribuent aussi à la régulation osmotique.

Chitine: polysaccharide constitué de longues chaînes de molécules de N-acétyl-glucosamine. La chitine est le composé chimique prépondérant dans l'exosquelette des insectes.

Cladogramme: représentation d'un système phylogénétique sous forme d'un schéma dichotomique.

Convergence: phénomène de similitude morphologique, physiologique ou éthologique entre deux unités taxonomiques, intervenu dans l'évolution indépendamment de toute affinité phylogénétique.

Crénal: zone supérieure d'un cours d'eau correspondant à la région de sa source. Le crénal est subdivisé en deux zones, d'amont en aval: l'eucrénal (la source elle-même) et l'hypocrénal (zone succédant directement à la source).

Dérive (=drift): transport passif d'organismes par le courant.

Détritus: débris organiques ou minéraux.

Diapause: interruption momentanée du développement caractérisée par une diminution sensible des besoins énergétiques et matériels de l'organisme afin de survivre à une période défavorable.

Dimorphisme sexuel: différence morphologique entre les deux sexes à l'intérieur d'une espèce.

Emergence: moment du développement où l'insecte passe d'une vie aquatique à une vie aérienne.

Exosquelette: enveloppe externe durcie des arthropodes.

Exuvie: partie externe de l'exosquelette dont les larves se débarrassent régulièrement au cours des processus de mues.

Genitalia: ensemble des pièces formant l'appareil copulateur.

Hémimétabolie: type de développement dans lequel la transition entre les stades larvaires et le stade imaginal s'effectue sans métamorphose complète, de manière continue (par exemple chez les punaises).

Holométabolie: type de développement dans lequel le passage du stade larvaire au stade imaginal s'effectue au cours d'une métamorphose complète avec formation d'une chrysalide ou pupe (par exemple chez les papillons, les coléoptères).

Imago (=adulte): stade du développement qui comprend la phase de maturité sexuelle de l'organisme.

Interstitiel: caractérise les espaces libres entre les éléments constitutifs d'un substrat.

Larve: phase du développement post-embryonnaire précédant la phase de maturité sexuelle.

Lentique: caractérisé par un faible courant (zone lentique d'un cours d'eau).

Limnophile: qui affectionne les eaux dormantes (lacs, étangs).

Lithophile: qui affectionne les substrats inorganiques (pierre, gravier, sable).

Littoral: zone du bord des lacs caractérisée par une faible profondeur et souvent par l'existence d'une ceinture de végétation.

Lotique: caractérisé par un fort courant (zone lotique d'un cours d'eau).

Macroinvertébré: organisme animal dépourvu de squelette interne et dont la taille en fin de croissance est rarement inférieure au millimètre.

Macrophyte: plante supérieure aquatique ou subaquatique.

Métamorphose: phase de transition entre la vie larvaire et la vie adulte.

Monophylétique: qui appartient à la même lignée généalogique fermée.

Mouille: zone d'un cours d'eau qui présente une grande profondeur et de faibles vitesses d'écoulement.

Nymphe: dernier stade larvaire chez les insectes hémimétaboles. Chez les éphémères, la nymphe se reconnaît à la coloration noire des fourreaux alaires.

Parthénogenèse: reproduction monosexuée sans fécondation.

Pélagique: qui vit en pleine eau.

Périphyton: ensemble des organismes vivants microscopiques, plus ou moins sessiles, qui recouvrent le substrat.

Phytophile: qui affectionne les substrats recouverts de végétation.

Plancton: ensemble des organismes animaux et végétaux microscopiques qui vivent en pleine eau.

Population: ensemble d'individus entre lesquels s'effectuent régulièrement des échanges génétiques. On appelle population tous les individus d'une espèce dans un lieu donné.

Potamal: zone inférieure d'un cours d'eau, correspondant au fleuve jusqu'à l'embouchure dans la mer. Le potamal est subdivisé en trois zones, d'amont en aval: l'épipotamal (zone la plus inférieure dans nos régions), le métapotamal (large fleuve) et l'hypopotamal (zone qui subit les influences de la mer).

Pterygota: ensemble des ordres d'insectes ailés (au moins primitivement).

Radier: zone d'un cours d'eau qui présente une faible profondeur et des vitesses d'écoulement importantes (zone de rapides).

Rhéophile: qui affectionne les eaux courantes.

Rhithral: zone moyenne d'un cours d'eau, située entre la source et la zone du fleuve. Dans nos régions la majorité des eaux courantes appartiennent au rhithral. Le rhithral est subdivisé en trois zones, d'amont en aval: l'épirhithral, le métarhithral et l'hyporhithral.

Sclérifié: durci par la sclérotine.

Sclérotine: protéine insoluble, obtenue par durcissement de l'arthropodine grâce à la formation de ponts phénoliques entre les chaînes polypeptidiques.

Subimago: stade de développement propre aux éphémères, apparaissant entre la nymphe et l'adulte. La subimago est déjà ailée, mais elle devra subir encore une mue pour atteindre sa maturité sexuelle.

Substrat: ensemble des composants constitutifs du lit dans une étendue ou un cours d'eau.

Synapomorphie: correspondance de deux caractères apomorphes entre deux lignées monophylétiques.

Système phylogénétique: arrangement de lignées généalogiques fermées, issues de différents clivages évolutifs et originaires d'un ancêtre commun.

Zonation longitudinale: division d'un cours d'eau en plusieurs régions, de la source au fleuve. Les trois zones principales sont le crénal, le rhithral et le potamal.

IX. BIBLIOGRAPHIE

ALLAN J. D., 1978. Trout predation and size composition of stream drift. Limnol. Oceanogr. 23: 1231-1237.

BELFIORE C., 1983. Efemerotteri. Guide per il ricinoscimento delle specie animale delle acque interne italiane. Consiglio nationale delle ricerche AQ/1/201: 1-113.

BOHLE H. W., 1969. Untersuchungen über die Embryonalentwicklung und die embryonale Diapause bei *Baetis vernus* CURT. und *Baetis rhodani* (PICT.). Zool. Jb. Anat. 86: 493-575.

BOHLE H. W., 1972. Die Temperaturabhängigkeit der Embryogenese und der embryonalen Diapause von *Ephemerella ignita* (PODA). Oecologia 10: 253-268.

BOGOESCU C., 1958. Ephemeroptera. Fauna Rep. Pop. Rom. VII (3): 1-187.

BRINCK P., 1957. Reproductive system and mating in Ephemeroptera. Opusc. Ent. 22: 1-37.

BRITTAIN J. E., 1982. Biology of Mayflies. Ann. Rev. Entomol 27: 119-147.

CLIFFORD H. C., 1982. Life cycles of mayflies, with special reference to voltinism. Quest. Ent. 18(1-4): 15-90.

DEGRANGE C., 1956. Sur l'éclosion des larves des Ephémères. Comptes-rendus Acad. Sci. 1956: 2054-2056.

DEGRANGE C., 1960. Recherches sur la reproduction des Ephéméroptères. Trav. Lab. Hydrobiol. Pisc. Grenoble 50-51: 1-193.

DEGRANGE C., 1961. Processus cinétique de l'éclosion chez les Ephéméroptères. Trav. Lab. Hydrobiol. Pisc. Grenoble: 1-6.

EATON A. E., 1883-1888. A revisional monograph of recent Ephemeridae or Mayflies. Trans. Linn. Soc. London 3: 1-352.

EDMUNDS G. F. JR., 1972. Biogeography and evolution of Ephemeroptera. Ann. Rev. Ent. 17: 21-42.

EDMUNDS G. F. JR., 1984. Ephemeroptera. In: Merritt R. W. and Cummins K. W.: An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall / Hunt Publishing Company: 94-125.

EDMUNDS G. F. JR & MCCAFFERTY W. P., 1988. The mayfly subimago. Ann. Rev. Ent. 33: 509-529.

ELLIOTT J. M. & HUMPESCH U. H., 1983. A key to the adults of the British Ephemeroptera with notes on their ecology. Freshwater Biological Association 47: 1-101.

ELLIOTT J. M., HUMPESCH U. H. & MACAN T. T., 1988. Larvae of the British Ephemeroptera: a key with ecological notes. Freshwater Biological Association 49: 1-145.

ELPERS C. & TOMKA I., 1992. Struktur der Mundwerkzeuge und Nahrungsaufnahme bei den Larven von *Oligoneuriella rhenana* IMHOFF (Ephemeroptera, Oligoneuriidae). Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. 65: 119-139.

FINK T. J., 1980. A comparison of mayfly (Ephemeroptera) instar determination methods. In: Proc. IIId Intern. Confer. Ephemeroptera, J. F. Flannagan & K. E. Marshall eds.: 367-380.

FRANCISSEN F. P. M. & MOL A. W. M., 1984. Augerius Clutius and his «De Hemerobio», an early work on Ephemeroptera. Basilisken Presse, Marburg: 1-128.

GRANDI M., 1960. Ephemeroidea. Fauna d'Italia 3, Caderini Edizioni, Bologna: 1-474.

HARPER P.-P. & CLOUTIER L., 1985. Composition et phénologie de communautés d'insectes du Lac Geai, lac dystrophe des Laurentides (Quebec). Naturaliste Can. (Rev. Ecol. Syst.) 112(3): 405-415.

HEFTI D., TOMKA I. & ZURWERRA A., 1985. Recherche autoécologique sur les Heptageniidae (Ephemeroptera, Insecta). Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 58: 87-111.

HEFTI D. & TOMKA I., 1991. Mayfly communities in a prealpine stream system of Switzerland. Aquatic Sciences 53: 20-38.

HEINZE, K., 1952. Polyvinyl-Lactophenol-Gemisch als Einbettungsmittel für Blattläuse. Naturwissenschaften 39: 285-286.

HUBBARD M. D., 1990. Mayflies of the world: a catalog of the family and genus group taxa (Insecta, Ephemeroptera). Flora & Fauna Handbook 8, Sandhill Crane Press, Gainesville, Florida, 119 pp.

HUBBARD M. D. & PETERS W. L., 1976. The number of genera and species of mayflies (Ephemeroptera). Entomol. News 87: 245.

HUMPESCH U. H., 1980a. Effect of temperature on the hatching time of parthenogenetic eggs of five *Ecdyonurus* spp. and two *Rhithrogena* spp. (Ephemeroptera) from Austrian streams and English rivers and lakes. J. Anim. Ecol. 49: 927-937.

HUMPESCH U. H., 1980b. Effect of temperature on the hatching time of eggs of five *Ecdyonurus* spp. from Austrian streams, English streams, rivers and lakes. J. Anim. Ecol. 49(1): 317-334.

HUMPESCH U. H., 1984. Egg development of non-diapausing exopterygote aquatic insects occuring in Europe. Akad. Wiss. Math.-naturw. Kl. 193: 329-341.

HUMPESCH U. H. & ELLIOTT J.M., 1984. Zur Ökologie adulter Ephemeropteren Österreichs. Arch. Hydrobiol. 101(1-2): 179-207.

IMHOF A., TOMKA I. & LAMPEL G., 1988. Autökologische und elektrophoretische Untersuchungen an zwei *Ecdyonurus venosus*-Populationen. Bull. Soc. Frib. Sc. Nat. 77: 55-129.

KIMMINS D. E., 1972. A revised key to the adults of the British species of Ephemeroptera, with notes on their ecology. Publ. Freshwater Biological Association 15: 74 pp.

KLAPALEK F., 1909. Ephemerida. Eintagsfliegen. Süsswasserfauna Deutschlands. 8: 1-32. Fischer Verlag Jena.

KLUGE N. Y., 1989. Generic revision of the Heptageniidae (Ephemeroptera). I. Diagnoses of tribes, genera and subgenera of Heptageniinae. Entomol. Rev. 68: 1-25.

KOSS, R. K. & EDMUNDS G.F. JR., 1974. Ephemeroptera eggs and their contribution to phylogenetic studies of the order. Zool. J. Linn. Soc. 55: 267-349.

KUKALOVA-PECK J., 1978. Origin and evolution of insect wings and their relation to metamorphosis, as documented by their fossil records. J. Morphol. 15: 53-126.

KUKALOVA-PECK J., 1985. Ephemeroid wing venation based upon new gigantic Carboniferous mayflies and basic morphology, phylogeny and metamorphosis of pterygote insects (Insecta, Ephemerida). Can. J. Zool. 63(4): 933-955.

LADLE M., WELTON J. S. & BASS J. A. B., 1980. Invertebrate colonization of the gravel substratum of an experimental recirculating channel. Holarct. Ecol. 3: 116-123.

LANDA V., 1969. Jepice-Ephemeroptera. Fauna CSSR 18. Académie des Sciences, Prague: 1-347.

MCCAFFERTY W. P., 1990. Ephemeroptera. In: D. A. GRIMALDI ed.: Insects from the Santana Formation, Lower Cretaceous, of Brazil. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 195: 20-50.

MCCAFFERTY W. P. & EDMUNDS G. F. JR., 1979. The higher classification of the Ephemeroptera and its evolutionary basis. Ann. Entomol. Soc. Am. 72: 5-12.

MCSHAFFREY D. & MCCAFFERTY W. P., 1986. Feeding behaviour of *Stenacron interpunctatum* (Ephemeroptera). J. North Am. Benthol. Soc. 5: 200-210.

MCSHAFFREY D. & MCCAFFERTY W. P., 1988. Feeding behaviour of *Rhithrogena pellucida* (Ephemeroptera, Heptageniidae). J. North Am. Benthol. Soc. 7: 87-99.

MAIORANA V.C., 1979. Why do adult insects not moult ? Biol. J. Linn. Soc. 11: 253-258.

MALZACHER P., 1986. Diagnostik, Verbreitung und Biologie der europäischen *Caenis*-*Arten* (Ephemeroptera, Caenidae). Stutt. Beitr. Naturk. Ser. A. 387: 1-41.

MATTHEY W., DELLA SANTA E. & WANNENMACHER C., 1984. Manuel pratique d'écologie. Payot, Lausanne, 99 pp.

MIKULSKI J., 1936. Jetki, Ephemeroptera. Fauna sladkowodna Polski 15: 1-168.

MÜLLER K., 1954. Investigations on the organic drift in north swedish streams. Inst. Freshwater Res. Drottningholm Rep. 0(35): 133-148.

MÜLLER K., 1974. Stream drift as a chronobiological phenomenon in running water ecosystems. Ann. Rev. Ecol. Syst. 5: 309-323.

PICTET F. J., 1843-1845. Histoire naturelle générale et particulière des insectes névroptères. Famille des Ephémérines. Kessmann & Cherbuliez, Genève 1-300 + 49 pl.

SARTORI M., 1987. Contribution à l'étude taxonomique et éco-faunistique des Ephéméroptères de Suisse (Insecta, Ephemeroptera). Thèse Univ. Lausanne. 1-561.

SARTORI M., 1988. Quelques compléments à la faune des Ephéméroptères de Suisse (Insecta, Ephemeroptera). Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 61: 339-347.

SARTORI M. & SARTORI-FAUSEL A., 1991. Variabilité de la durée du stade subimaginal et de la fécondité chez *Siphlonurus aestivalis* EATON. Rev. Suisse Zool. 98: 717-723.

SAVOLAINEN E., 1978. Swarming in Ephemeroptera: the mechanism of swarming and the effect of illumination and weather. Ann. Zool. Fenn. 15: 17-52.

SCHAEFER C. W., 1975. Mayfly subimago: a possible explanation. Ann. Ent. Soc. America 68: 183.

SCHÖNEMUND E., 1930. Eintagsfliegen oder Ephemeroptera. Tierwelt Deutschlands. Gustav Fischer Verlag 19: 1-103.

SOLDÁN T. & LANDA V., 1989. Saprobität-Veränderungen an einigen Lokalitäten in Elbe-Stromgebiet auf Grund der Verbreitung der Eintagsfliegen (Ephemeroptera). Verh. IX SIEEC, Gotha, 1986: 349-353.

STRENGER A., 1953. Zur Kopfmorphologie der Ephemeridenlarven *Ecdyonurus* und *Rhithrogena*. Öst. Zool. Z. 4: 191-228.

STRENGER A., 1973. Die Mandibelgestalt der Ephemeridenlarven als funktionsmorphologisches Problem. Verh. Deutsch. Zool. Ges. Jahresver.: 75-79.

STRENGER A., 1977. Zur Kopfmorphologie der Ephemeridenlarven *Proboscidiplocia skoroi*. Zoologica 127: 1-18.

STRENGER A., 1979. Die Ernährung der Ephemeropterenlarven als funktionsmorphologisches Problem. In: Proc. IInd Intern. Confer. Ephemeroptera, K. Pasternak & R. Sowa eds.: 301-308.

STUDEMANN D., LANDOLT P. & TOMKA I., 1987. Complément à la description de *Arthroplea congener* BENGTSSON, 1908 (Ephemeroptera) et à son statut systématique. Bull. Soc. Frib. Sc. Nat. 76: 144-167.

SWEENEY B. W. & VANNOTE R. L., 1982. Population synchrony in mayflies *(Dolania americana)*: a predator satiation hypothesis. Evolution 36(4): 810-821.

THOMAS A., 1975. Ephéméroptères du Sud-Ouest de la France. I: migrations d'imagos à haute altitude. Annls Limnol. 11(1): 47-66.

TOMKA I. & ELPERS C., 1991. Problems in the phylogeny of the Ephemeroptera: 115-134. In: J. Alba-Tercedor & A. Sanchez-Ortega eds.: Overview and strategies of Ephemeroptera and Plecoptera. Sandhill Crane Press, Gainsville.

UJHELYI S., 1966. The Mayflies of Hungary, with the description of a new species, *Baetis pentaphlebodes* sp. n. (Ephemeroptera). Acta Zool. Acad. Sc. Hung. 12: 203-210.

ULMER G., 1929. Ephemeroptera. Tierwelt Mitteleuropas 4: 1-43.

VERNEAUX J. & TUFFERY G., 1967. Une méthode zoologique pratique de détermination de la qualité biologique des eaux courantes. Annls scient. Univ. Besançon 3(3): 79-90.

WALLACE J. B. & MERRITT R. W., 1980. Filter-feeding ecology of aquatic insects. Ann. Rev. Ent. 25: 103-132.

WATERS T.F., 1972. The drift of stream insects. Ann. Rev. Ent. 17: 253-272.

WEBER H. & WEIDNER H., 1974. Grundriss der Insektenkunde. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 640 pp.

WILZBACH M.A., 1990. Nonconcordance of drift and bentic activity in *Baetis*. Limnol. Oceanogr. 35: 945-952.

ZELINKA M. & MARVAN P., 1961. Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fliessender Gewässer. Arch. Hydrobiol. 57(3): 399-407.

ZURWERRA A. & TOMKA I., 1984. Beitrag zur Kenntnis der Eintagsfliegenfauna der Schweiz (Insecta, Ephemeroptera). Bull. Soc. Frib. Sc. Nat. 73: 132-146.

INDEX ALPHABÉTIQUE

Les noms écrits en *italique* correspondent aux synonymes.
Les pages indiquées **en gras** se rapportent aux clés de détermination.

Familles et genres

Acentrella 16, 28, **84, 124**
Ameletus **81, 122**
Baetidae 10, 12, 14, 18, 28, 30, 31, 39, 40, **53, 84, 118, 124**
Baetis 16, 23, 24, 25, 27, 28, **84, 86, 124, 126**
Caenidae 10, 14, 30, 31, 39, 40, **52, 106, 118, 146**
Caenis 10, 16, 22, 25, 27, **106, 146**
Centroptilum 16, **84, 124**
Chitonophora 43
Choroterpes **110, 152**
Cloeon 16, **84, 86, 124**
Ecdyonurus 10, 24, 25, 27, 28, **92, 130, 132**
Electrogena 23, 24, 28, **92, 102, 130**
Epeorus 24, 25, 27, 28, **92, 130**
Ephemera 10, 12, 16, 24, 25, 30, 31, **114, 158**
Ephemerella 10, 25, 49, **104, 142, 144**
Ephemerellidae 12, 14, 23, 30, 31, 39, 40, **52, 104, 118, 142**
Ephemeridae 14, 23, 30, 39, 40, **53, 114, 116, 158**
Ephoron 12, 30, **114, 156**
Habroleptoides 23, 24, 25, **110, 112, 152, 154**
Habrophlebia 25, **110, 152**
Heptagenia 25, 28, **92, 102, 130**
Heptageniidae 10, 12, 18, 20, 22, 28, 31, 39, 40, **52, 92, 118, 130**
Leptophlebia **110, 112, 152, 154**
Leptophlebiidae 14, 30, 39, 40, **110, 118, 152**
Metreletus **81, 122**
Metretopus 41
Oligoneuriella **114, 156**
Oligoneuriidae 12, 16, 28, 31, 39, 40, **52, 114, 116, 156**
Paraleptophlebia ... 23, **110, 112, 152, 154**
Polymitarcyidae 14, 30, 39, 40, **53, 116**
Polymitarcys 44
Potamanthidae 30, 31, 39, 40, **53, 116**
Potamanthus **114, 156**
Procloeon 16, **84, 124**
Pseudocentroptilum 16, **84, 124**
Rallidentidae 28, 39, 40, **53, 81, 118, 122**
Rhithrogena 10, 23, 25, 27, 28, **92, 96, 130, 136**
Siphlonuridae 22, 23, 28, 39, 40, **53, 80, 118, 120**
Siphlonurus 18, 24, 25, **80, 120**
Torleya **104, 142**

Espèces

aestivalis 45, 54, **80, 120**
allobrogica 43
alpestris 47, **98, 138**
alpicola 47, 64, **92, 130**
alpinus (Ameletus) 41
alpinus (Baetis) 26, 45, **86, 128**
alpinus (Ecdyonurus) ... 48, **94, 134**
armatus 45, **80, 120**
assimilis 42
auberti 50, **112, 154**
balcanicus 45, 56, **81, 122**
belgica 43
bengtssoni 41
beskidensis (Caenis) 49, **108, 148, 150**
beskidensis (Rhithrogena) 47, **100, 138**
bifidum 46, 62, **84, 124**
bioculatus 41
bollenganus 43
buceratus 45, **90, 128**
carpatica 41
carpatoalpina 47, **100, 138**
cincta 50, **112, 154**
coerulans 49, **102, 140**
cognatum 42
colmarsensis 47, **100, 138**
confusa 50, 75, **112, 154**
croaticus 45, **80, 120**
danica 24, 31, 51, 77, **114, 158**
degrangei 47, **98, 136**
diaphana 42, 43
dimidiata 44
dipterum 22, 23, 25, 27, 46, 61, **86, 126**
dispar 48, **94, 132**
dorieri (Baetis) 41
dorieri (Rhithrogena) ... 47, **98, 138**
endenensis 47, **98, 136**
felsinea 44
ferruginea 42, 43
finitimus 42
flava 49, **102, 140**
flavipennis 43
fluminum 43
fusca 51, **110, 152**
fuscatus 45, **88, 126**

fuscogrisea 49, **102, 140**
germanica 47, **100, 138**
glaucops 31, 51, **114, 158**
goethgebueri 41
grandii 41
gratianopolitana.... 47, **96, 136**
grischuna 47, **96, 136**
haarupi 42
halterata 44
helveticus 48, **94, 134**
hessei 41
horaria 49, 70, **106, 146, 150**
hungaricus 41
hybrida 47, **96, 136**
ignita 10, 12, 14, 20, 24, 49, 69, **104, 142, 144**
incus 44
inopinatus 45, 55, **81, 122**
inscriptum 42
insignis ..... 48, **92** ou **94, 132**
intermedia 47, **98, 136**
iridina 48, **100, 138**
konjarensis 44
krieghoffi 43
kulindrophtalmus .. 41
lactea 27, 49, **108, 146, 150**
lactella 44
lacustris 45, **80, 120**
landai 48, **98, 138**
lateralis 49, 67, **102, 140**
lauta 51, 74, **110, 152**
lineata 51, **114, 158**
longicauda 49, **102, 140**
loyolaea 20, 48, **96, 136**
luctuosa 24, 50, **106, 148, 150**
luteolum 22, 24, 46, 59, **84, 124**
luteus 30, 40, 51, 78, **114, 156**
lutheri 45, **88, 128**
macrura 24, 50, **106, 148, 150**
major 49, **104, 142**
marginata 27, 50, 73, **112, 154**
melanonyx 46, **88, 128**
meyeri 44
modesta 44
moesta 44
mucronata 49, **104, 142, 144**

muticus 46, **90, 128**
niger 46, **90, 128**
nivata 48, **96, 136**
nivea 44
nocturna 44
notata 22, 49, **104, 142, 144**
nubecularis 46, **86, 128**
parahelveticus 48, **94, 134**
pennulatum 46, 60, **84, 124**
picteti (Choroterpes) .. 50, 71, **110, 152**
picteti (Ecdyonurus) ... 48, **94, 134**
principii 41
pumilus 42
pusilla 24, 50, **108, 148, 150**
puthzi 48, **98, 136**
puytoraci 48, **100, 138**
quadrilineata 49, **102, 140**
rhenana (Oligoneuriella) 12, 14, 22, 23, 24, 25, 31, 47, 63, **114, 156**
rhenanus (Ecdyonurus) 43
rhenicola 44
rhodani 20, 46, 57, **86, 126**
rivulorum 50, **108, 146, 150**
rivuscellana 49, **102, 140**
robusta 27, 50, **106, 146, 150**
rufulum 42
savoiensis 48, **100, 138**
scambus 46, **88, 126**
semicolorata 24, 48, 65, **100, 138**
semitincta 43
simile 22, 46, **86, 126**
sinaica 46, 58, **84, 124**
subatrebatinus 42
submarginata 50, 72, **112, 154**
sulfurea 49, 68, **102, 140**
sylvicola 47, **92, 130**
tatrica 43
tenax 42
torrentis 48, **94, 132**
undosa 44
unicolorata 43
venosus 23, 24, 48, 66, **94, 132**
vernus 20, 46, **90, 126**
vespertina 50, **112, 154**
virgo 22, 23, 31, 51, 76, **114, 156**
vulgata 51, **114, 158**
zelleri 48, **94, 134**

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements 4
Préface 7

I. INTRODUCTION 8

II. MORPHOLOGIE 10
1. Morphologie des larves 10
2. Morphologie des stades ailés 14

III. BIOLOGIE 20
1. Développement 20
2. Ethologie 23
3. Cycles de développement 25
4. Habitat et types morpho-écologiques des larves 27
5. Types de nutrition des larves 30

IV. RÉCOLTE, ÉLEVAGE, CONSERVATION 32
1. Méthodes de récolte 32
2. Méthodes d'élevage 35
3. Méthodes de conservation 36

V. SYSTÈME PHYLOGÉNÉTIQUE 38

VI. ESPÈCES CONSIDÉRÉES 41
1. Liste des espèces 41
2. Caractérisation écologique 45

VII. CLÉS DE DÉTERMINATION 52
1. Larves 52
2. Imagos 116
3. Bibliographie de détermination 160

VIII. GLOSSAIRE 164

IX. BIBLIOGRAPHIE 167

Index alphabétique 171