

# Première citation d'*Isoperla difformis* (Klapálek, 1909) en France [Plecoptera, Perlodidae]

par Bertrand LAUNAY\* & Jacques LE DOARÉ\*\*

\* Lyon (69), [ber.launay@gmail.com](mailto:ber.launay@gmail.com)

\*\* Châteaulin (29), [jle-doare1@ac-rennes.fr](mailto:jle-doare1@ac-rennes.fr)

**Mots clés :** Perlodidae, Plecoptera, Massif Central, Faune de France.

*Isoperla difformis* a récemment été découverte en France dans trois départements du Massif Central. L'espèce est au moins présente sur les bassins hydrographiques de la Vienne, l'Allier et la Dordogne. Elle colonise, dans ces secteurs, des ruisseaux et cours d'eau de plateau à faible pente, sur substrat cristallin et souvent préservés des perturbations anthropiques. Des critères de description de la larve et de l'adulte du Taurion (Creuse) sont donnés.

## First mention of *Isoperla difformis* (Klapálek, 1909) in France [Plecoptera, Perlodidae]

**Keywords:** Perlodidae, Plecoptera, Massif Central, French Fauna.

*Isoperla difformis* has been discovered in France in three departments of the Massif Central. The species is present at least in three hydrographic watersheds: Vienne, Allier and Dordogne. It colonizes, in these areas, rivers and low slope sectors on crystalline substrates often preserved from human perturbations. Description criteria of the larvae and of the imagines from the river Taurion (Creuse) are provided.

## Introduction

En mars 2012, lors de prospections entomologiques sur le Taurion amont (département de la Creuse), nous avons capturé un imago mâle d'*Isoperla difformis*. Durant les printemps 2013 et 2014, des recherches complémentaires nous ont rapporté de nouveaux individus (larves et adultes), et permis de porter à quatre les localités de présence de l'espèce dans le Massif Central.

La détermination a été confirmée par David Murányi, du Hungarian Natural History Museum de Budapest (leg 2 ♂, 1 ♀, 1 La). Les spécimens collectés sont conservés dans la collection de l'Opie-benthos et dans celles des auteurs (BL, JLD).

## Répartition/écologie

*Isoperla difformis* fut décrite de l'Est de l'Allemagne par Klapálek, en 1909, sous le nom de *Chloroperla difformis* (in BRAUER 1909). Espèce à large répartition dans l'Ouest-paléarctique, elle est présente dans toute la Fennoscandie (Norvège, Suède, Finlande), au Danemark, en Russie occidentale, en Biélorussie, Estonie, Lettonie, Lituanie, Pologne, Slovaquie, Roumanie, Autriche, Allemagne, Hongrie et République Tchèque (GBIF 2012, FOCHETTI et al. 2013).



Photo 1: le Taurion en amont de Senoueix.

Photo 1: River Taurion, upstream of Senoueix

Cependant, sa distribution n'est pas homogène sur tout ce territoire, puisqu'elle est beaucoup plus fréquente dans le Nord, et semble bien plus rare et localisée en Europe Centrale où elle apparaît souvent sous forme de populations isolées (Com. pers. David Murányi, GBIF 2012).

L'espèce est aussi bien citée de ruisseaux et petites rivières que de plus importants systèmes, le type décrit par Klapálek provenant de l'épipotamon, l'Elbe à Dresde (BRINCK 1949, ILLIES 1955, LILLEHAMMER 1988, MOROZ et al. 2006, SEMENCHENKO et al. 2006, BOJKOVÁ et al. 2013). De façon générale, sa valence écologique s'étend du métarithron au métapotamon, et elle ne semble pas vivre à des altitudes supérieures à 1000m (KIS 1974, GRAF et al. 2009).

C'est une espèce univoltine (GRAF et al. 2009), qui accomplit la totalité de son cycle larvaire de l'automne au printemps suivant, en passant la période estivale sous forme embryonnaire. Les larves sont principalement prédatrices, mais comme beaucoup d'autres espèces du genre, les matières végétales font partie intégrante de leur régime alimentaire (algues, diatomées...) (BERTHÉLEMY et al. 1981, MALMQVIST et al. 1991).

Malgré le caractère pétricole et rhéophile des larves d'*Isoperla* (GRAF et al. 2009), *I. difformis* pourrait, durant la totalité ou une partie de son développement, présenter une forte affinité pour les habitats lenticques (LILLEHAMMER 1988, GRAF et al. 2009).

À maturité, les émergences sont généralement synchronisées sur une courte période d'un à deux mois. En fonction de l'altitude et de la latitude, elles peuvent se révéler très précoces puisque les imagos apparaissent parfois dès le mois de mars (SWENSEN 1966, LILLEHAMMER 1988, MALMQVIST 1989, BAGGE 1995, GRAF et al. 2009).

Dans le Nord de l'Europe, elle cohabite fréquemment avec d'autres espèces du genre, comme avec *I. grammatica* (Poda, 1761), et, plus rarement, *I. obscura* (Zetterstedt, 1840) (MALMQVIST 1989, 1991, BAGGE 1995).

## Matériel et méthodes

Les collectes d'adultes ont principalement été réalisées à l'aide d'un filet entomologique en fauchant la végétation rivulaire ou en recueillant les insectes sur la berge à l'aide d'une pince souple.

Les exuvies ont été collectées sur cette même végétation, et les larves à l'aide d'une épuisette à main placée en aval de l'habitat prélevé.

## Résultats

### Sites de capture et matériel récolté

L'espèce a été découverte dans deux secteurs du Massif Central :

- le plateau de Millevaches, situé au Nord-Ouest du massif. C'est un secteur sub-montagneux dont le substratum est essentiellement composé de schistes et de granites (GLANGEAUD 1919). Il fait partie intégrante du Parc Naturel Régional de Millevaches en Limousin.

- La Margeride, région montagneuse du Sud-Est du massif. Elle est localisée sur un socle granitique porphyrique et s'étend sur les départements du Cantal, de la Lozère et de la Haute Loire (GLANGEAUD 1921).

Les données concernant les captures sont récapitulées dans le Tableau 1.

Ces stations n'appartiennent sans doute pas au même niveau typologique, mais au vu de leurs peuplements et de leurs caractéristiques morphologiques, elles pourraient toutes se situer entre l'épi et le métarhithral.

Malgré ces différences, il semble important de noter leurs particularités mésologiques communes :

- les cours d'eau concernés sont issus du même massif cristallin, donnant des eaux faiblement minéralisées et au pH souvent acide.

Cours d'eau	Bassin versant	Commune	Département	Coordonnées wgs84		Altitude	Date	Captures	Collection
				N	E				
Taurion*	Vienne	Gentioux-Pigerolles	Creuse	45° 49' 03"	01° 59' 47"	710 m	10/03/2012	1♂	BL
							09/04/2012	2♂ (secs)	JLD
							05/03/2013	6La	JLD
							10/03/2013	14♂ 4♀ 6La	BL
							08/03/2014	13♂ 7♀	BL
Gane *	Vienne	Gentioux-Pigerolles	Creuse	45° 47' 28"	01° 55' 22"	650 m	09/04/2012	1♀	JLD
Ruisseau d'Ars*	Dordogne	PérOLS-sur-Vézère	Corrèze	45° 35' 59"	02° 00' 06"	790 m	10/04/2012	1♀	JLD
Seuges **	Allier	Saugues	Haute-Loire	44° 56' 18"	03° 32' 29"	940 m	26/04/2013	1♂ 1♀	JLD

Tableau 1. Stations à *Isoperla difformis* dans le Massif Central ; \* plateau de Millevaches, \*\* Margeride.

Table 1. *Isoperla difformis* stations in Massif Central ; \* plateau de Millevaches, \*\* Margeride.

- La pente des stations est faible (6,3 % pour celle du Taurion), ce qui leur donne une morphologie très sinueuse et une forte proportion de faciès lenticques (Photo 1).

- Les pressions anthropiques paraissent très réduites et les milieux extrêmement fonctionnels, les territoires étant majoritairement voués à l'exploitation forestière et aux pâturages.

### Notes sur l'écologie d'*Isoperla difformis* dans le Taurion

Nos observations sur l'écologie de l'espèce coïncident avec les données de la littérature. Cependant, nous tenons à apporter quelques précisions :

- les larves de derniers stades ont principalement été collectées dans les débris végétaux agglomérés au niveau des tiges et racines des callunes immergées (*Calluna vulgaris*), le plus souvent dans les mouilles des rives concaves des méandres. La prospection des radiers à substrat grossier habituellement colonisés par les larves d'*Isoperla* n'a pas été fructueuse.

- Les exuvies nymphales étaient fixées dans la végétation rivulaire, à environ 30 cm de la surface de l'eau, et très rarement sur les blocs rocheux émergents.

- L'émergence des adultes semble très synchronisée et surtout très précoce pour le genre, puisque les premiers imagos apparaissent début mars. Au mois d'avril on ne trouve plus que quelques individus, essentiellement des femelles, ayant une durée de vie plus longue (observations de 2012 à 2014).

- Ces femelles étaient surtout présentes sur les hautes herbes, dans la végétation arborée et en vol le long du corridor, alors que les mâles, beaucoup plus discrets et difficiles à observer, ont été capturés sur les berges et dans la végétation basse, toujours près du cours d'eau.

Comme dans le Nord de l'Europe, nous avons pu observer une sympatrie avec *I. grammatica* (Poda, 1761), dont les émergences ont surtout lieu en fin de printemps et en été. Il est cependant très probable qu'elle puisse vivre avec d'autres espèces comme *I. oxylepis* (Despax, 1936) ou *I. ambigua* (Despax, 1936) qui ont aussi été capturées sur des cours d'eau du plateau de Millevaches (Opie-benthos). Cette dernière préfère néanmoins des milieux plus courants et plus apicaux.



Photo 2. Capsule céphalique d'une larve ♀ (vd).

Photo 2. Head, female larvae (dv).

Par ailleurs, dans le Massif Central, il existe une autre espèce, *I. acicularis acicularis* (Despax, 1936), présente plus en altitude.

À titre indicatif, les espèces d'EPT (Éphéméroptères, Plécoptères et Trichoptères) capturées sur le Taurion sont listées en annexe 1.

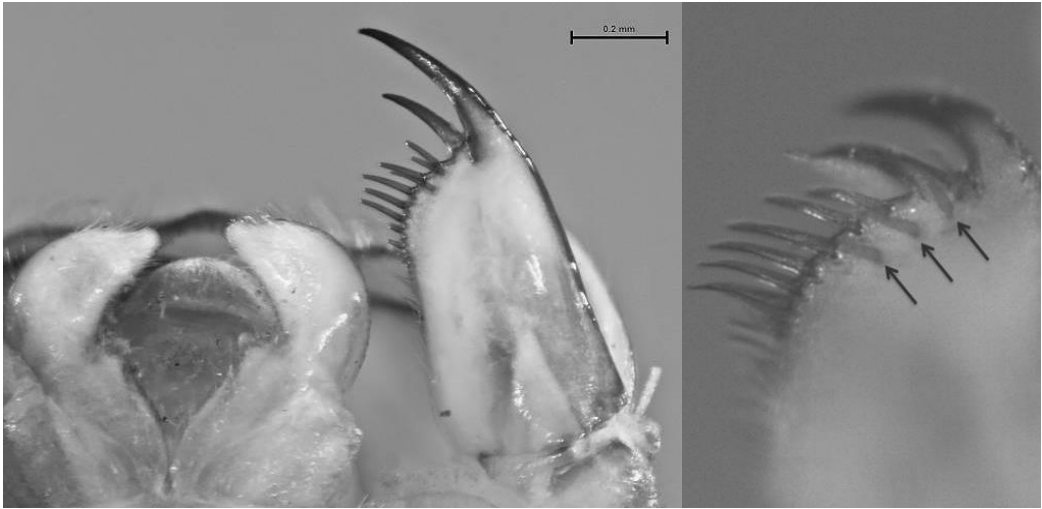
## Détermination

On trouvera dans les ouvrages de BRINCK (1949), ILLIES (1955), KIS (1974), LILLEHAMMER (1988), EISELER (2010) ET HOHMANN (2011) des descriptions plus ou moins précises de la larve et de l'imago. Nous proposons ici de rappeler les critères de détermination les plus importants, à partir de larves de dernier stade et d'adultes provenant du Taurion.

### Larve

Les mâles sont plus petits que les femelles et possèdent des fourreaux alaires peu développés (Tableau 2). Les caractères suivants concernent les deux sexes.

La couleur de la larve est claire, aux dessins contrastés gris-bruns. Des soies couchées, courtes et foncées recouvrent partiellement le corps.



Photos 3 & 4. À gauche : lacinia gauche ; à droite : les 3 soies submarginales d'une larve ♀, vue ventrale (vv).

Photos 3 & 4. Left: left lacinia; right: 3 submarginals setae of female larvae, ventral view (vv).

Le pattern de coloration de la tête correspond aux dessins et photos de BRINCK (1949), ILLIES (1955) et HOHMANN (2011). Sa face dorsale est ornée de trois taches foncées. La partie antérieure de la tête est claire, la ligne en M figurant la limite supérieure d'un motif sombre reliant la base des deux antennes. Celui-ci est large aux sommets du « M », affiné en son milieu, et possède deux petites taches claires de part et d'autre de l'ocelle supérieure. Sa limite postérieure forme deux prolongements qui descendent jusqu'aux ocelles inférieures. La zone des tempes et celles bordant les sutures frontales et occipitales sont claires. Les deux secondes aires foncées relient chaque œil à la limite postérieure de la tête (Photo 2).

L'aspect des laciniae est très caractéristique, la marge apicale, où s'insèrent les deux dents, forme un angle pratiquement droit avec la marge interne. Elles apparaissent de forme subrectangulaire, la marge basale étant légèrement plus large que la marge apicale (Photo 3).

Sur cette marge apicale, 6 à 7 fortes soies marginales sont présentes, laissant ensuite place à des soies plus fines le long de la marge interne. Une seconde rangée de 3 fortes soies submarginales est toujours décalée sur la face externe de la lacinia (Photo 4, flèches). Celles-ci peuvent être cassées et il faut donc compter leurs insertions.

Ces deux critères réunis, également visibles sur les exuvies nymphales, sont les plus discriminants pour la détermination de l'espèce aux derniers stades larvaires (EISELER 2010, HOHMANN 2011).

Le pronotum est clair sur les marges latérales et en son milieu. Il est bordé de soies fortes, plus longues sur la marge postérieure, qui s'étendent jusqu'à la partie antérieure et les marges latérales du mésonotum.



Photo 5. Larve ♀, vue dorsale (vd).

Photo 5. Female larva, dorsal view (dv).

La coloration des pattes est homogène, claire, sans macule brune transversale sur le tiers antérieure des tibias. Des soies longues et denses couvrent la marge antérieure des tarse et des tibias et deviennent moins abondantes sur les fémurs.

La coloration des tergites abdominaux est contrastée, avec trois bandes longitudinales foncées (Photo 5). La première, au milieu de chaque segment, joint les limites antérieures et postérieures du tergite et forme une ligne étroite. Les deux autres, sur les marges latérales, sont plus larges et s'arrêtent avant la limite tergite/sternite (vue latérale). Les deux taches claires sont ovoïdes mais de taille très variable et les sternites semblent être toujours clairs. Les soies des marges postérieures des tergites sont longues et tronquées.

Les cerques possèdent une bande foncée à la base de chaque segment où s'insèrent les soies en couronne. En vue latérale, des soies intercalaires plus longues sont présentes à partir du segment 10 mais elles ne sont jamais très denses.

### **Imago**

#### Mâle :

Le mâle est brachyptère (Photo 6) et plus petit que la femelle, les tailles du corps et des ailes sont détaillées dans le Tableau 2.

La tête est nettement plus large que le pronotum. La couleur du corps est foncée, elle peut varier du brun au noir et il est de ce fait impossible de distinguer le sac pénial à travers le sternite 9.

Photo 6. Adulte mâle d'*Isoperla difformis*.Photo 6. *Isoperla difformis* imago male.

La cuticule est recouverte de soies, fortement visibles par contraste avec la couleur du corps. Sur le sternite 8, la vésicule ventrale est grande et de forme sub-triangulaire, sa largeur égalant environ 1/4 de celle du sternite (Photo 11).

	Mâles			Femelles		
	Corps	Aile antérieure	Larve corps	Corps	Aile antérieure	Larve corps
LILLEHAMMER 1988	6,8 - 8,7	1,7 - 2,8	8-11	7,8 - 13,5	9 - 13,1	10-16
BRINCK 1949	--	1,7 - 2,7	8-11	--	9,4 - 13,1	10-16
Taurion	7,5 - 8	1,8 - 2	8,3	8,7 - 10,5	9 - 10,8	11-12,5

Tableau 2. Limites des tailles du corps et des ailes antérieures (mm) de 14 ♂, 11 ♀ et 6 larves du Taurion.

Table 2. Range of anterior wings and body sizes (mm) of 14 ♂ and 11 ♀ and 6 larvae from river Taurion.

Le sac pénial ne possède pas d'armature principale nettement définie. Lorsqu'il est dévaginé, il apparaît faiblement aminci en son milieu. Son apex est légèrement plus large que la base et se sépare en deux lobes distincts (vue dorsale).

Le pédicule (*sensu* DESPAX 1936), sur sa face ventrale, est couvert d'écailles en forme de "peigne" (Photos 7 et 8a) et, sur les faces latérales et dorsales, ces écailles sont allongées, pointues et plus clairsemées.

Le reste du sac est partiellement couvert de tubercules coniques, mucronés ou tronqués à leur apex (Photos 7 et 8b). Deux aires sont cependant lisses et dépourvues de tubercules : une large



zone ovalaire dans la partie apicale qui rejoint les deux lobes (vue ventrale) et une bande médiane plus fine (vue latérale).



Photo 7. Sac pénial du mâle dévaginé, face ventrale.

Photo 7. Male extruded penis, ventral face.

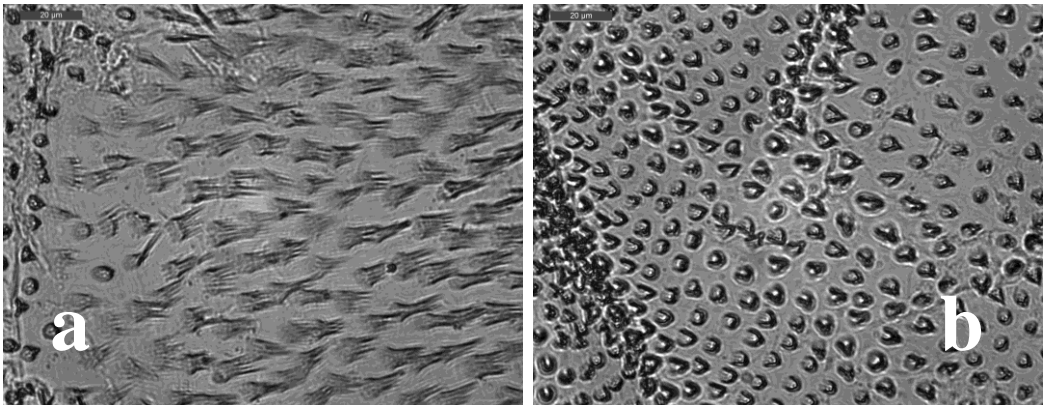


Photo 8. Écailles de la partie basale du pédicule (a) et tubercules de la partie médiane du sac pénial (b).

Photo 8. Scales of scape bases (a) and tubers of median part of penis (b).

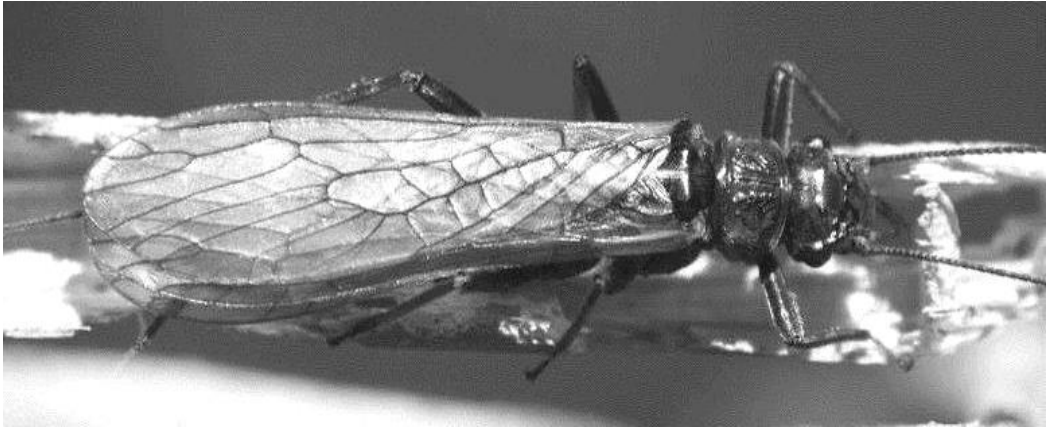


Photo 9. Adulte femelle d'*Isoperla difformis*.

Photo 9. Imago female of *Isoperla difformis*.

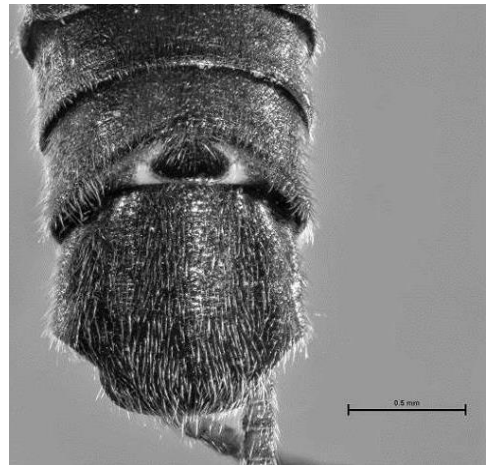
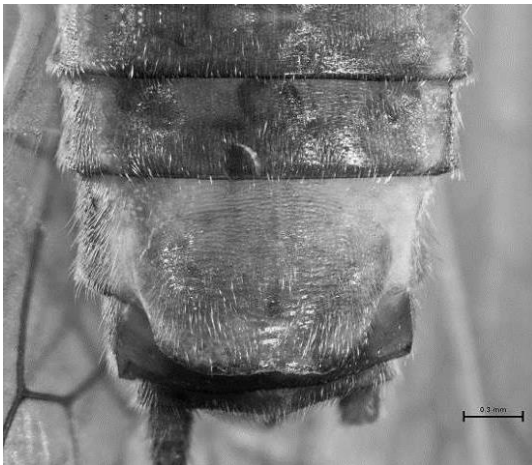
#### Femelle :

La femelle est macroptère (Photo 9) et plus grande que le mâle, les tailles du corps et des ailes sont reportées dans le Tableau 2. La tête est légèrement plus large que le pronotum.

Sa couleur est à dominante brun foncé et similaire au mâle.

La plaque génitale du sternite 8 est large, de forme sub-quadrangulaire, et dépasse largement sur le sternite 9. Elle possède une échancrure médiane sur sa marge postérieure, plus ou moins profonde en fonction des individus (Photo 10).

La forme de cette plaque génitale semble être un critère trop variable pour être discriminant.



Photos 10 & 11. À gauche : plaque génitale ♀ ; à droite : sternites 7-9 ♂ (vv).

Photos 10 & 11. Left: genital plate ♀; right: sternites 7-9 ♂ (vv)

## Discussion

La découverte d'*I. difformis* dans le Massif Central, en dépit des nombreuses prospections réalisées ces dernières décennies (DESPAX 1933, MORTON 1935, AUBERT 1963, BERTHÉLEMY 1965, 1975), est à imputer, d'une part, à la rareté de l'espèce et de son habitat et, d'autre part, à ses émergences très précoces et très courtes. Les espèces hivernales sont généralement sous échantillonnées dans les inventaires.

De plus, elle est probablement l'une des espèces d'*Isoperla* les plus sensibles à la dégradation des milieux aquatiques (MALMQVIST 1989, VUORI et al. 1999), et aurait pu disparaître de certains cours d'eau.

Le Taurion amont et les autres cours d'eau où elle a été observée peuvent être considérés comme les mieux préservés du Massif Central. Leur naturalité est encore excellente et ils pourraient rentrer dans la liste des cours d'eau de référence en termes de peuplements d'EPT.

D'autres secteurs du Massif Central présentent des profils et des habitats analogues et devraient également abriter l'espèce, notamment la haute Truyère (Lozère), la Santoire (Cantal) et l'amont de la Vézère (Corrèze), où des prospections complémentaires restent à réaliser. À terme, les objectifs seront d'évaluer la zone géographique occupée par l'espèce et de voir la fragmentation des populations existantes.

Par rapport aux autres espèces d'*Isoperla* de notre pays, *I. difformis* se distingue par plusieurs caractères :

- d'un point de vue morphologique, on peut noter la couleur presque noire des adultes et le brachyptérisme très prononcé et systématique des mâles ; seules quelques populations d'altitude de l'endémique pyrénéenne *I. viridinervis* (Pictet, 1865) présentent ce caractère. La larve, tout comme l'exuvie nymphale, diffère nettement des autres espèces connues par la coloration typique de la tête, mais surtout par la forme des lacinias et leurs 3 soies submarginales.

- D'un point de vue phénologique, son émergence très précoce est atypique.

- D'un point de vue écologique, le genre *Isoperla* est pétricole et colonise surtout les radiers et secteurs lotiques des cours d'eau, alors que les larves de derniers stades d'*I. difformis* semblent plutôt vivre dans des profonds et des zones calmes accrochées à des débris ligneux.

Il est donc très probable que cette espèce soit une représentante de milieux qui ont pu réunir et conserver des conditions mésologiques particulières. Cette rareté devrait nous inciter à les étudier et à les préserver d'avantage.

À l'instar de l'Allemagne et de la République Tchèque qui l'ont classée sur leurs listes rouges des Plécoptères (REUSCH et al. 1998, BOJKOVÁ et al. 2013) et, au vu des connaissances actuelles sur l'espèce et ses rares populations, on pourrait qualifier celle-ci de vulnérable dans notre pays et lui accorder le statut d'espèce « en danger » sur le territoire national.

## Remerciements

Nous tenons à remercier très chaleureusement, pour leur aide et leurs conseils, David Murányi, Florian Desfemme, Fabrice Parais, Jean-Paul Reding, Michel Brulin, Gennaro Coppa, Jacques Mouthon, Julien Barnasson et le centre Irstea Lyon-Villeurbanne (accès au matériel photographique).

### Travaux cités

- AUBERT, J. 1963. Les Plécoptères du Massif Central. *Bulletin de la Société entomologique de France*, **68** : 163-185.
- BAGGE, P. & J. HYNYNEN. 1995. Plecopteran communities and annual emergence in five forest streams and two lakes outlet streams of central Finland. *Entomologica Fennica*, **6**: 99-108.
- BERTHÉLEMY, C. & M. LAHOUR. 1981. Régimes alimentaires et pièces buccales de quelques Perlodidae et Perlidae des Pyrénées [Plecoptera]. *Annales de Limnologie*, **17** (1) :1-24.
- BERTHÉLEMY, C. & C. LAUR. 1975. Plécoptères et Coléoptères aquatiques du Lot (Massif Central Français). *Annales de Limnologie*, **11** (3) : 263-285.
- BOJKOVÁ, J. & T. SOLDÁN. 2013. Stoneflies (Plecoptera) of the Czech Republic: species checklist, distribution and protection status. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, **53** (2): 443-484.
- BRINCK, P. 1949. Studies on Swedish stoneflies (Plecoptera). *Opuscular Entomologica*, **11** : 1-250.
- DESPAX, R. 1933. Plécoptères d'Auvergne. *Bulletin de la Société Entomologique de France*, Paris, **38** : 239-245.
- DESPAX, R. 1936. Contribution à l'étude du genre *Chloroperla* (Pictet) (*Isoperla* Banks). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, **69** : 337-398.
- EISELER, B. 2010. Taxonomie für die Praxis: Bestimmungshilfen-Makrozoobenthos. LANUV-Arbeitsblatt, **14** (1): 1-184.
- FOCHETTI, R. & J. M. TIerno DE FIGUERA. 2013. Fauna Europaea: Plecoptera, Isoperlinae. Fauna Europaea version 2.6, <http://www.faunaeur.org>.
- GBIF 2012. Recommended practices for citation of the data published through the GBIF Network. Version 1.0 (Authored by Vishwas Chavan), Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility. Pp.12, ISBN: 87-92020-36-4. Accessible at [http://links.gbif.org/gbif\\_best\\_practice\\_data\\_citation\\_en\\_v1](http://links.gbif.org/gbif_best_practice_data_citation_en_v1)
- GLANGEAUD, P. 1919. Le plateau de Millevaches: ses cycles d'érosion, ses anciens glaciers et ses tourbières. Gauthier-Villars. *Extrait des comptes rendus des séances de l'académie des Sciences*, **169** : 863.
- GLANGEAUD, P. 1921. Les monts de la Margeride; leurs éruptions porphyriques, leurs cycles d'érosion et leurs glaciers. Gauthier-Villars. *Extrait des comptes rendus des séances de l'académie des Sciences*, **172**: 226.
- GRAF, W., A. W. LORENZ, J. M. TIerno DE FIGUERA, S. LUCKE, M. J. LOPEZ-RODRIGUEZ & C. DAVIES. 2009. *Distribution and Ecological Preferences of European Freshwater Organisms*. Volume 2 - Plecoptera. Edited by Schmidt-Kloiber, A. & D. Hering. Pensoft Publishers (Sofia-Moscow). 262 pp.
- HOHMANN, M. 2011. Bestimmungs-Schlüssel für die deutschen außeralpinen Steinfliegen-Larven (Insecta, Plecoptera). *Kassel University press*, GmbH: 1-59.
- ILLIES, J. 1955. Steinfliegen oder Plecoptera. Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile, Veb Gustav Fischer Verlag, Jena. 150 pp.
- KIS, B. 1974. Insecta. Plecoptera. Academiei Republicii Socialiste România. Bucarest, Fauna Republicii Socialiste România, **8** (7) : 1-271.
- LILLEHAMMER, A. 1988. Stoneflies (Plecoptera) of Fennoscandia and Denmark. Fauna Entomologica Scandinavica, E. J. Brill/Scandinavian Science Press Ltd., **21**: 1-165.
- MALMQVIST, B., P. SJÖSTÖRM & K. FRICK. 1991. The diet of two species of *Isoperla* (Plecoptera: Perlodidae) in relation to season, site, and sympatry. *Hydrobiologia*, **213**: 191-203.
- MALMQVIST, B. & P. SJÖSTÖRM. 1989. The life cycle and growth of *Isoperla grammatica* and *I. difformis* (Plecoptera) in southernmost Sweden: intra and interspecific considerations. *Hydrobiologia*, **175**: 97-108.
- MOROZ, M. D., S. CZACHOROWSKI, K. LEWANDOWSKI & P. BUCZYNSKI 2006. Aquatic Insects (Insecta: Plecoptera, Ephemeroptera, Odonata, and Trichoptera) of the rivers in the Berezinskii Biosphere Reserve. *Entomological Review*, **86** (9): 987-994.
- MORTON, K. J. 1935. New Trichoptera and Plecoptera in France: some Auvergne Plecoptera. Transaction of the Royal entomological Society of London, **83**: 557-562.
- REUSCH, H. & A. WEINZIERL. 1998. Rote Liste der Steinfliegen (Plecoptera). In: Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz. *Bundesamt für Naturschutz*,

55: 255-259.

- SALTVEIT, S. J. & A. LILLEHAMMER A. 1984. Studies on egg development in the Fennoscandian *Isoperla* species (Plecoptera). *Annales de Limnologie*, **20** (1-2): 91-94.
- SEMENCHENKO, V. & N. RYBIANETS. 2006. The state and water quality of small rivers in Belarus: the case study of the Dnieper river basin. *Ecology and hydrobiology*, **6** (1-4): 61-67.
- SWENSEN, P. O. 1966. Growth of nymphs of streams living stoneflies (Plecoptera) in northern Sweden. *Oikos*, **17**: 197-206.
- TIMM, H. 2000. Distribution of stoneflies (Insecta, Plecoptera) in Estonia. *Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol.*, **49**(3): 277-288.
- VUORI, K. M., H. LUOTONEN. & P. LILJANIEMI. 1999. Benthic macroinvertebrates and aquatic mosses in pristine streams of the Tolvajärvi region, Russia Karelia. *Boreal Environment Research*, **4**: 187-200.

### Sites internet

Catalogue of life, Plecoptera species: <http://plecoptera.speciesfile.org>  
 Fauna Europaea: <http://www.faunaeur.org/>  
 Freshwater ecology: <http://www.freshwaterecology.info>  
 GBIF (Global Biodiversity Information Facility): <http://www.gbif.org/species/2004213>  
 Opie benthos: <http://www.opie-benthos.fr>

### Crédits photographiques :

Photos 1, 4, 6, 7, 8 et 9: Bertrand Launay

Photos 2, 3, 5, 10 et 11: Fabrice Parais (Dreal Basse Normandie)

### Annexe 1

Liste des espèces d'Éphéméroptères et de Plécoptères à Senoueix, et de Trichoptères à Villemeuix (commune de Gentioux-Pigerolles).

*Rhithrogena semicolorata* (Curtis, 1834); *Epeorus torrentium* Eaton, 1881; *Ecdyonurus* sp. Eaton, 1868; *Baetis rhodani* (Pictet, 1843); *Siphonurus aestivalis* (Eaton, 1903) (comm. pers. Michel Brulin).

*Siphonoperla torrentium* (Pictet, 1841); *Dinocras cephalotes* (Curtis, 1827); *Capnia vidua collarti* Aubert, 1950 ; *Capnioneura mitis* Despax, 1932 ; *Perlodes microcephalus* (Pictet, 1833); *Isoperla difformis* (Klapálek, 1909); *I. grammatica* (Poda, 1761); *Brachyptera monilicornis* (Pictet, 1841); *B. risi* (Morton, 1896); *Taeniopteryx nebulosa* (Linnaeus, 1758) ; *Leuctra aurita* Navás, 1919; *L. hippopus* Kempny, 1899; *L. inermis* Kempny, 1899 ; *L. fusca* (Linnaeus, 1758); *Amphinemura sulcicollis* (Stephens, 1836); *Protonemura beatensis* (Despax, 1929); *P. meyeri* (Pictet, 1841) ; *Nemoura avicularis* Morton, 1894; *N. erratica* Claassen, 1936 ; *N. cinerea* (Retzius, 1783) (captures des auteurs).

*Adicella reducta* (MacLachlan, 1865) ; *Odontocerum albicorne* (Scopoli, 1763) ; *Philopotamus montanus* Donovan, 1813 ; *Silo nigricornis* (Pictet, 1834) ; *Anabolia nervosa* (Curtis, 1834) ; *Chaetopterygopsis maclachlani* Stein, 1874 ; *Chaetopteryx villosa* (Fabricius, 1798) ; *Drusus annulatus* (Stephens, 1837) ; *Enoicyla pusilla* (Burmeister, 1839) ; *Rhyacophila dorsalis dorsalis* (Curtis, 1834) (comm. pers. Gennaro Coppa).