

# Les Plécoptères de la Kabylie du Djurdjura (Algérie) et biogéographie des espèces d'Afrique du Nord [Plecoptera]

par Abdelkader LOUNACI\* & Gilles VINÇON\*\*

\* Département de Biologie, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques,  
Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie. E-mail : lounaci@yahoo.fr

\*\* 55 boulevard J. Vallier F - 38100 Grenoble, France. E-mail : vincon@kls-logistic.fr

Mots clés : Plécoptères, Kabylie du Djurdjura, Maghreb, euro-méditerranéen, faunistique, écologie, biogéographie.

L'étude de 20 stations, réparties entre 1680 et 20 m d'altitude dans le Massif du Djurdjura (Kabylie, Tizi-Ouzou, Algérie du Nord), a permis d'identifier 17 espèces de Plécoptères. Le genre *Siphonoperla* et *Leuctra tunisica* Pardo & Zwick, 1993 sont nouveaux pour l'Algérie, *Nemoura fulviceps* Klapalek, 1902 est nouvelle pour l'Afrique. L'abondance et la richesse spécifique maximales sont observées dans les ruisseaux froids d'altitude (1300-1000 m) et les torrents de moyenne montagne (1000-480 m) bordés de végétation assez dense, constituant les habitats privilégiés de cet ordre. Au contraire, les ruisseaux d'altitude supérieure à 1300 m, aux conditions hydrologiques, physiographiques et écologiques plus drastiques, et les cours d'eau de basse altitude (< 400 m), fortement perturbés par les activités humaines et à température estivale trop élevée, hébergent une faune particulièrement pauvre.

Les espèces de Plécoptères signalées à ce jour des trois pays du Maghreb sont au nombre de 33 : 25 au Maroc, 21 en Algérie et 17 en Tunisie. Ce peuplement, essentiellement d'origine paléarctique, est dominé par les éléments à distribution Ouest-méditerranéenne, avec une proportion élevée d'endémiques (15 espèces, soit 45,5%).

## The Djurdjura stoneflies (Kabylia, Algeria), and biogeography of the North-African species [Plecoptera]

Keywords : Plecoptera, Kabylia, Djurdjura, Maghreb, euromediterranean, faunistic, ecology, biogeography.

20 stations, ranging from 1680 to 20 m elevation a.s.l., were surveyed in the Djurdjura Massif (Kabylia, Tizi-Ouzou, Northern Algeria). 17 stoneflies species were recorded ; the genus *Siphonoperla* and *Leuctra tunisica* Pardo & Zwick, 1993 are new for Algeria ; *Nemoura fulviceps* Klapalek, 1902 is new for Africa. Abundance and specific richness were highest in cold high elevation brooks (1300-1000 m) and in mountain torrents of moderate altitude (1000-480 m) bordered with rather dense vegetation, constituting the preferential habitats of stoneflies. In contrast, brooks above 1300 m and submitted to more drastic hydrological, physiographical and ecological conditions, and also low elevation water courses (< 400 m) with high summer temperature and human disturbances, host a particularly poor stonefly fauna.

33 stonefly species are presently recorded from Maghreb : 25 from Morocco, 21 from Algeria and 17 from Tunisia. These stonefly communities, mainly of palaeartic origin, are dominated by West-Mediterranean elements, with a high level of endemism (15 species, e. g. 45.5%).

## 1. Introduction

Par sa position géographique, l'Afrique du Nord ou Maghreb représente une aire de contact entre plusieurs régions. Son importance, en tant que zone de passage obligatoire pour une grande partie de la faune, entre les régions paléarctique et afrotropicale, lui confère un intérêt particulier pour les études faunistiques et biogéographiques (BENNAS & al. 1992).

Les Plécoptères constituent un groupe aquatique particulièrement intéressant pour les études de biogéographie en raison de leur ancienneté (CONSIGLIO 1963) et pour les études d'écologie, grâce au niveau élevé de connaissance sur leur systématique et leur phylogénie (ZWICK 1980).

Si la faune des Plécoptères d'Europe est dans l'ensemble bien connue, des lacunes persistent en Afrique du Nord où les recherches sur ce groupe ont été beaucoup plus limitées. Les données préliminaires ont été apportées par LESTAGE (1925), avec une première liste de 8 espèces. Les travaux d'Aubert (1956, 1961) ont ensuite cité une vingtaine d'espèces d'Algérie et du Maroc. Enfin, BERTHÉLEMY (1973), au cours de ses recherches en Tunisie, a fait une mise au point des connaissances sur les Plécoptères d'Afrique du Nord, dressant une liste de 30 espèces, dont 11 présentes en Algérie, 17 en Tunisie et 17 au Maroc.

Plus récemment, des travaux ont contribué à une meilleure connaissance de ce groupe :

- pour le Maroc : DAKKI (1987), GIUDICELLI & DAKKI (1984), MOHATI (1985), BOUZIDI (1989), AZZOUC & SÁNCHEZ-ORTEGA (1992, 1994), SÁNCHEZ-ORTEGA & AZZOUC (1997, 1998), EL AGBANI et al. (1992), VINÇON & SÁNCHEZ-ORTEGA (1999) et TOUABAY et al. (2002) ;
- pour l'Algérie : LOUNACI (1987), AIT MOULOUD (1988), GAGNEUR & ALIANE (1991), LOUNACI-DAOUDI (1996), LOUNACI et al. (2000a), LOUNACI et al. (2000b) et MEBARKI (2001) ;
- pour la Tunisie : BERTHÉLEMY (1973), PARDO & ZWICK (1993), BOUMAÏZA (1994) et VINÇON & PARDO (1998).

Ces études ont été menées soit par réseaux hydrographiques ou par régions, soit par biotopes spécialisés, soit enfin elles correspondent à la description d'espèces nouvelles.

Le présent travail s'inscrit dans le cadre d'une étude plus vaste concernant l'ensemble des cours d'eau de Kabylie du Djurdjura, s'échelonnant entre 1680 et 20 m d'altitude. Il propose une analyse de la répartition des données faunistiques en relation avec l'altitude et l'habitat, pour une meilleure connaissance de l'écologie des espèces du peuplement et de leur distribution.

D'autre part, il présente un bilan à jour de la faune des Plécoptères recensés au Maghreb. Leur répartition est considérée dans sept régions géographiques : le Rif, le Moyen-Atlas et le Haut-Atlas pour le Maroc ; la Tafna, la région d'Alger et la Kabylie du Djurdjura pour l'Algérie ; la Khroumirie pour la Tunisie.

## 2. Sites d'étude et méthodes

La zone étudiée se localise à une centaine de km à l'Est d'Alger. Elle s'étend depuis les massifs montagneux du Djurdjura (alt. max. 2308 m) jusqu'à la vallée du Sébaou (Tizi-Ouzou). 20 stations échelonnées sur le versant Nord du massif du Djurdjura entre 1680 et 20 m d'altitude ont été choisies. Leurs caractéristiques abiotiques sont résumées dans le Tableau 1. Ces sites nous paraissent bien refléter la diversité des habitats et couvrir un large éventail de situations mésologiques. 12 sites se répartissent sur le cours axial des principaux cours d'eau : oued\* Aïssi 7, oued Boubhir 2, oued Sébaou 3, et 8 autres sur des ruisseaux d'altitude : Thala-Guilef : 4 ; Tikjda : 1 ; Tizi-N'Kouilal : 1 ; Mekla : 1 ; assif\*\* Sahel : 1 (Fig. 1).

Paramètres	B.-V. Oued Bougdoura				Bassin-Versant Oued Aïssi									B.-V. Oued Boubhir				Oued Sébaou		
	TG1	TG2	TG3	TG4	TS	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	TK1	AS	B1	B2	M1	S1	S2	S3
Altitude	1480	1200	1680	1680	1300	920	810	480	380	300	200	140	1300	1000	220	160	940	100	60	20
Pente	30	20	30	40	20	10	10	10	2,5	1,5	1,4	0,8	40	15	2,5	1,2	30	0,2	0,6	0,5
Dist. source	0,5	0,8	1	0,1	0,5	0,5	0,7	3	4,5	11	20	30	0,5	0,6	25	40	0,4	45	75	90
Largeur	0,5	1	0,5	0,4	0,4	1	0,5	1,5	4	5	8	10	0,5	0,5	2	5	0,5	10	10	10
Profondeur	5	10	5	5	5	20	10	20	30	30	30	30	10	10	20	30	10	40	40	40
Vitesse	3	3	3	3	2	4	2	4	3	3	3	3	3	2	2	1	3	1	1	1
T°C max.	14	18	18	13	18	14	16	16	28	27	27	31	12	16	30	30	13	32	33	33
T°C min.	4	6	6	5	6	8	10	9	11	11	11	11	5	5	9	11	5	11	12	13
Ripisylve	1	4	1	1	1	4	4	4	1	2	2	2	3	2	2	2	3	1	1	2
Vég. aquat.	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	0	0	1	2	1	3	3	3
Galets	70	70	70	70	50	70	30	90	50	50	50	50	70	50	50	40	50	15	15	10
Graviers	30	30	30	30	50	30	50	0	20	15	15	15	30	30	10	10	0	15	15	10
Sables	0	0	0	0	0	0	0	0	20	15	15	15	0	20	15	20	0	30	30	40
Limons	0	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	0	0	15	10	50	10	10	10
Mat. organ.	0	0	0	0	0	0	20	0	0	10	10	10	0	0	10	20	0	30	30	30
Pollution	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	2	0	3	3	3

Tableau 1. Caractéristiques abiotiques des 20 stations étudiées. Altitude (m) ; Pente (%) ; Dist. source : Distance à la source (km) ; Largeur du cours d'eau (m) ; Profondeur moyenne (cm) ; Vitesse : Vitesse du courant [4 classes, de lent (1) à très rapide (4)] ; T°C max. : température maximale (°C) ; T°C min. : température minimale (°C) ; Ripisylve [4 classes, de rare (1) à très abondante (4)] ; Vég. aquat. : Végétation aquatique [4 classes, d'absente (0) à très abondante (3)] ; Galets (%) ; Graviers (%) ; Sables (%) ; Limons (%) ; Mat. organ. : Matières organiques (%) ; Pollution [4 classes, de non perturbé (0) à fortement perturbé (3)].

Table 1. Abiotic characteristics of the 20 studied sampling stations. Elevation (m), slope (%), distance from the source (km), river width (m), mean water depth (cm), current velocity [4 classes from low (1) to high (4)], T°C max : maximal water temperature (°C), T°C min : minimal water temperature (°C), riparian cover [4 classes, from rare (1) to high (4)], aquatic vegetation [4 classes, from absent (0) to high (3)], pebbles (%), gravel (%), sand (%), silt (%), organic matter covering the bottom (%), pollution [4 classes from pristine (1) to highly disturbed (4)].

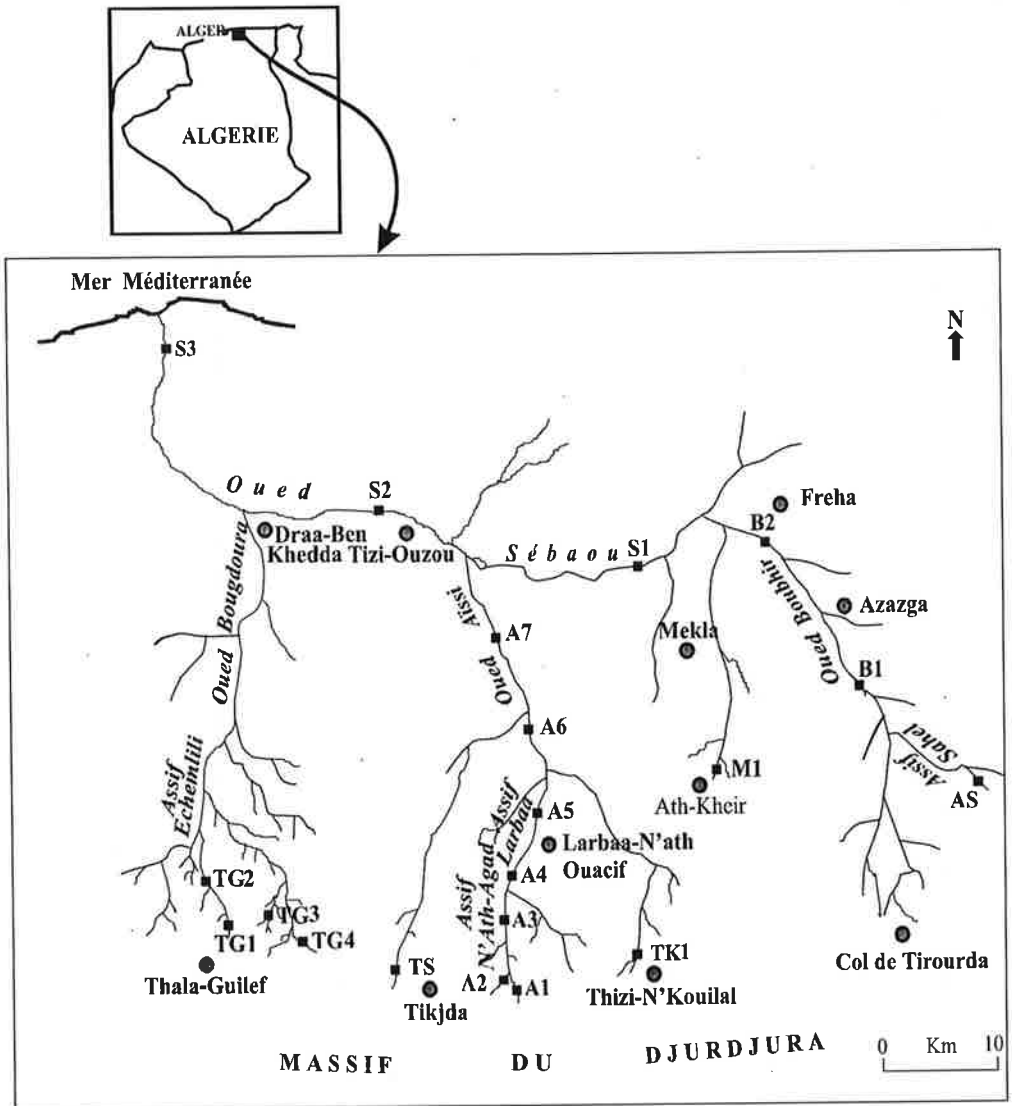


Fig. 1. Carte de l'Algérie et localisation des cours d'eau étudiés et des 20 stations d'échantillonnage.

Fig. 1. Map of Algeria showing the location of the study rivers and 20 sampling sites.

Le climat de la Kabylie varie d'humide à sub-humide. Il est caractérisé par un été chaud et sec et par un hiver froid et pluvieux. Dans le massif du Djurdjura (alt. > 1000m), les précipitations annuelles moyennes sont de l'ordre de 1500 mm, et de l'ordre de 900 mm dans la vallée du Sébaou.

Le régime annuel des précipitations est marqué par un maximum en hiver et en début de printemps (75% de la pluviosité annuelle) puis diminue ensuite progressivement pour atteindre 5 mm

en juillet et août. Les précipitations sont cependant inégalement réparties car une grande partie est concentrée en quelques jours et tombe rapidement sous forme d'orages, occasionnant ainsi des crues brèves et violentes qui perturbent fortement les milieux lotiques. L'étiage est plus ou moins long, de nombreux cours d'eau s'assèchent de juin à novembre.

L'une des caractéristiques majeures des cours d'eau étudiés est leur important réchauffement en été. Dans les cours moyens et inférieurs, la température maximale de l'eau est élevée (27-33°C) et les amplitudes thermiques annuelles oscillent autour de 20°C. Dans les parties supérieures, la température maximale ne dépasse pas 20°C.

Le matériel biologique a été récolté au filet de type Surber (vide de mailles = 300µm ; surface = 1/10 m<sup>2</sup>). Des chasses d'adultes ont aussi été effectuées aux abords des cours d'eau, permettant de confirmer les déterminations des stades aquatiques. Les campagnes de récoltes se sont échelonnées sur une dizaine d'années (1986-1996) à raison d'une moyenne de 5 récoltes annuelles. Dans la mesure du possible, nous avons prospecté le plus grand nombre de stations à la même époque : au printemps et début de l'été, période la plus propice au développement de la faune benthique.

Remarque :

- Oued\* : terme arabe, le plus employé, pour désigner une rivière temporaire ;
- Assif\*\* : terme berbère pour désigner une rivière temporaire.

### 3. Les Plécoptères de la Kabylie du Djurdjura : données faunistiques et écologiques

Les études précédentes concernant les Plécoptères de la Kabylie sont peu nombreuses. Sur l'oued Aïssi, LOUNACI (1987) et AIT-MOULOUD (1988) ont recensé 9 espèces, dont *Afroperlodes lecerfi*, nouvelle pour la faune d'Algérie. LOUNACI-DAOUDI (1996) a mentionné 9 espèces dans le réseau hydrographique du Sébaou. LOUNACI et al. (2000a et b) ont établi une liste faunistique de 19 espèces, dont *Brachyptera auberti*, *Capniopsis schilleri* et *Nemoura lacustris* étaient nouvelles pour l'Algérie, tandis que deux autres, *Leuctra medjerdensis* et *Capnia nigra*, l'étaient encore grâce au travail de MEBARKI (2001) sur le massif du Djurdjura.

Le tableau 2 récapitule la liste des espèces ou taxa que nous avons récoltés et leur abondance aux stations : 17 espèces, regroupées en 7 familles et 13 genres, montrent une relative richesse spécifique, comparativement à d'autres régions du bassin méditerranéen.

#### Révision de certaines espèces

Des précédentes listes de Plécoptères de Kabylie (LOUNACI et al. 2000a et b), nous avons retiré *Nemoura lacustris*, citée par erreur. En effet des larves de *Nemoura* initialement imputées au groupe *lacustris* ont pu être identifiées spécifiquement après dissection : elles appartiennent à l'espèce Ouest Méditerranéenne *N. fulviceps*.

*Tyrrhenoleuctra* est un genre à la taxonomie toujours discutée, pour lequel tous les critères morphologiques actuels d'identification sont très variables et donc non fiables. Cette variabilité a déjà fait l'objet d'études approfondies (PUIG et al. 1990, TIerno DE FIGUEROA et al. 2003). Aussi, avons-nous entrepris de vérifier un matériel abondant provenant d'Andalousie, du Maroc, d'Algérie et de Tunisie (collections Berthélemy, Aubert, Lounaci et Vinçon). Cette étude montre que les individus nommés *T. tangerina* entrent complètement dans la variabilité de l'espèce *T. minuta*, pour ce qui concerne tous les critères morphologiques. L'espèce *T. tangerina* pourrait éventuellement être mise en synonymie avec *T. minuta*, mais nous préférons ne le faire qu'après des études complémentaires, en collaboration avec d'autres chercheurs. Les recherches les plus récentes

STATIONS B.-V. ESPECES	B.-V. O. Bougdoura				Bassin-Versant Oued Aïssi									B.-V. O. Boubhir				O. Sébaou			
	TG1	TG2	TG3	TG4	TS	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	TK1	AS	B1	B2	M1	S1	S2	S3	
<i>Afroperlodes lecerfi</i>	.	2	.	.	7	2	.	90	3	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eoperla ochracea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20	15	60	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Perla marginata</i>	.	.	.	.	.	8	5	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Siphonoperla ?lepineyi</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Brachyptera algerica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	.	.	.	.	.	.	.
<i>Brachyptera auberti</i>	.	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	3	.	.	.	.
<i>Amphinemura chiffensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Protonemura algerica</i>	.	3	.	.	18	60	.	70	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.
<i>Protonemura ruffoi</i>	80	.	11	.	.	.	.	2	.	.	.	.	50	42	.	.	2	.	.	.	.
<i>Protonemura</i> sp. (larves)	.	2	.	.	134	.	.	.	.	.	.	.	80	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nemoura fulviceps</i>	.	.	.	15	3	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Capnia nigra</i>	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Capnioneura petitpierreae</i>	.	.	.	.	.	8	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	2	.	.	.	.
<i>Capniopsis schilleri</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	5	.	.	.	.	.	.	.
<i>Leuctra geniculata</i>	.	.	.	.	17	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.	.
<i>Leuctra medjerdensis</i>	.	.	.	.	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Leuctra tunisica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Leuctra</i> sp. (larves)	.	8	.	.	.	15	8	.	6	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tyrrhenol. minuta-tangerina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	8	.	.	.	.	.	.	.

Tableau 2. Répartition des Plécoptères dans les stations étudiées.

(Les chiffres indiquent l'abondance moyenne par 0,9 m<sup>2</sup>).

Table 2. Stoneflies distribution within the studied sampling stations.

(The numbers indicate the average abundance per 0,9 m<sup>2</sup>).

(morphologiques, biochimiques et moléculaires) montrent que le genre *Tyrrhenoleuctra* comprend au moins 4 espèces, une de Sardaigne et Corse, une des îles Baléares et deux autres d'Espagne et du Maghreb mais, pour ces deux dernières, les répartitions géographiques ne correspondent pas à celles de *T. minuta* et *T. tangerina* (FOCHETTI et al. 2001, SEZZI et al. 2001). Sans nouveau critère morphologique discriminant vraiment fiable, il nous paraît impossible de séparer de façon sûre *T. minuta* de *T. tangerina*. Nous regroupons donc tous les spécimens du Maghreb sous une même désignation : le nom composé "*T. minuta-tangerina*".

### Citations remarquables

Le genre *Siphonoperla* est nouveau pour l'Algérie ; l'espèce qui vit en Kabylie appartient probablement à *S. lepineyi* décrite du Maroc, mais cette présence devra être confirmée par la capture d'au moins un mâle.

*Leuctra tunisica* est signalée pour la première fois en Algérie. Elle est rare dans les montagnes du Djurdjura où nous ne l'avons rencontrée que dans un seul petit cours d'eau de moyenne montagne (1000 m), à faible distance de sa source. Elle est plus commune dans les cours d'eau de Khroumirie (Ouest Tunisie) où elle vit à des altitudes variées dans la zone de piémont (350-660 m) (PARDO & ZWICK 1993).

*Leuctra medjerdensis*, comme l'espèce précédente, n'a été récoltée que dans un seul ruisseau proche de sa source, en moyenne montagne (1300 m), ce qui confirme son caractère orophile. Cette espèce n'est connue que de deux autres localités situées dans les montagnes de Khroumirie, où elle se développe à plus faible altitude (450 m : VINÇON & PARDO 1998).

*Nemoura fulviceps* est signalée pour la première fois en Afrique. Cette espèce au statut taxonomique longtemps très confus (ZWICK 1982) est connue seulement de la Péninsule Ibérique (TIERNO DE FIGUEROA et al. 2003) et de Sicile (RAVIZZA & GERECKE 1991). Sa présence en Algérie est particulièrement intéressante pour expliquer son aire de répartition actuelle. En effet on peut maintenant supposer que cette espèce, principalement distribuée dans la Péninsule Ibérique, a pu s'introduire en Sicile en passant par les Pays du Maghreb. Il pourrait aussi s'agir d'une espèce Tyrrhénienne, ce qui paraît cependant moins probable, car elle ne s'étend pas dans les autres îles de la partie Ouest de la Méditerranée (Sardaigne, Corse et Baléares) comme c'est le cas par exemple pour le genre *Tyrrhenoleuctra*. Du point de vue écologique, elle est réputée avoir des préférences pour les milieux lents et les substrats calcaires (TIERNO DE FIGUEROA et al. 2003).

### Données quantitatives

Au plan quantitatif, les Plécoptères sont représentés en faibles proportions dans nos récoltes, comparativement aux Ephéméroptères, aux Trichoptères et aux Diptères Simuliidae : 942 individus au total pour les 20 stations, et ce seulement dans les parties moyennes et supérieures des cours d'eau. De nombreuses stations de piémont et de plaine sont en effet dépourvues de Plécoptères.

Quatre espèces forment l'essentiel du peuplement par leur abondance et leur fréquence : *Protonemura ruffoi* (187 i., 20%), *Protonemura algirica* (154 i., 16%), *Afroperlodes lecerfi* (108 i., 11%) et *Eoperla ochracea* (97 i., 10%). Elles sont les plus abondantes et les plus fréquentes, totalisant à elles seules 546 individus, soit 58% du total. Les trois premières sont à large amplitude altitudinale (1680-380 m) et sténothermes d'eau froide. Elles ont pour habitat les ruisseaux froids d'altitude et les parcours ombragés. La quatrième, *Eoperla ochracea*, est plutôt thermophile et potamobionte : elle abonde essentiellement dans les biotopes de basse altitude (300-140 m).

Les autres espèces sont rares, pour la plupart à la fois très peu abondantes et très peu fréquentes. Localisées dans une, deux ou trois stations, ce sont en général des espèces :

- de ruisseaux de sources (1680-1000 m) : *Brachyptera algerica*, *B. auberti*, *Nemoura fulviceps*, *Capnioneura petitiierreae*, *Capniopsis schilleri*, *Capnia nigra*, *Leuctra geniculata*, *L. medjerdensis*, *L. tunisica*, *Siphonoperla ?lepineyi*.

- de biotopes à courant rapide et ombragés, en moyenne montagne (920-480 m) : *Amphinemura chiffensis*, *Perla marginata*.

La richesse spécifique et l'abondance maximale des Plécoptères sont relevées aux stations d'altitude comprise entre 1300 et 480 m. Au-delà et en deçà, les nombres d'espèces et d'individus diminuent fortement.

En effet, en Kabylie du Djurdjura, les ruisseaux relativement froids d'altitude (1300-1000 m) à température maximale peu élevée (12 - 18°C) et les torrents de moyenne montagne (alt. 940-480 m ; T° max. ≤ à 16°C) bordés de végétation très dense, constituent les habitats privilégiés des Plécoptères. Ainsi, les nombres d'espèces les plus élevés (entre 4 et 9) sont observés aux stations TG2, TK1, TS, AS, M1, A1 et A3 (altitude comprise entre 1300 et 480 m) puis diminuent fortement sous des conditions écologiques différentes, notamment en fonction de plusieurs facteurs plus ou moins liés, comme la structure granulométrique du fond, la ripisylve, la température de l'eau, la vitesse du courant et le degré de pollution.

L'environnement des ruisseaux de haute altitude (> à 1400 m) est ici peu favorable au développement des Plécoptères. Seules *Protonemura ruffoi* et *Nemoura fulviceps* y sont observées. Une telle régression du nombre d'espèces dans ces ruisseaux (secteurs des stations TG1, TG3 et TG4) est liée d'une part aux conditions morphodynamiques et environnementales : fond érodé à substrat homogène, largeur du lit réduite, couvert végétal absent ou clairsemé et, d'autre part à la durée de l'assez de ces cours d'eau : 5 à 6 mois.

Les cours d'eau de piémont et de basse altitude (< 400 m), où la température de l'eau est assez élevée (T° max. de l'ordre de 30°C) et où les impacts humains restent pourtant faibles à modérés, ne constituent pas des habitats favorables au développement de ce groupe d'insectes. Ils hébergent une faune particulièrement pauvre (*Eoperla ochracea*, *Tyrrenoleuctra minuta-tangerina*) et tolérante vis à vis de la température et des pollutions organiques légères : cas des stations A4, A5, A6 et A7 qui ne renferment qu'une ou deux espèces. Les stations S1, S2 et S3, situées sur les cours d'eau de plaine (alt. 100-20 m) fortement perturbés par l'homme, n'abritent aucune espèce de Plécoptères.

#### 4. Biogéographie des espèces Nord-Africaines

Les investigations entreprises au cours des dernières décennies ont largement contribué à la connaissance des Plécoptères d'Afrique du Nord où actuellement sont connues 33 espèces, réparties en 7 familles et 15 genres. Le Maroc compte 25 espèces, l'Algérie 21 et la Tunisie 17.

Le Tableau 3 illustre la composition faunistique du Maghreb par pays et par région géographique en allant d'Ouest en Est. Sur la dernière colonne à droite est mentionnée la répartition globale de chaque espèce.

Le peuplement des Plécoptères d'Algérie, et particulièrement de la Kabylie du Djurdjura, a été comparé à celui des régions limitrophes. En Algérie, sur les 21 espèces recensées, 17 sont signalées de la Kabylie du Djurdjura, 12 de la région d'Alger et 7 de la Tafna.

Le Maroc compte 25 espèces : 18 dans le Haut Atlas (AUBERT 1961 ; BOUZIDI 1989 et données non publiées : récoltes de G. Vinçon en 1996), 20 dans le Moyen Atlas (GIUDICELLI & DAKKI 1984 ; DAKKI 1979 et 1987 ; EL AGBANI et al. 1992), 23 dans le Rif (AUBERT 1961 ; GIUDICELLI & DAKKI 1984 ; AZZOUZ & SANCHEZ-ORTEGA 1992 ; SANCHEZ-ORTEGA & AZZOUZ 1998 ; VINÇON & SANCHEZ-ORTEGA 1999).



PAYS Nombres d'espèces	Maroc			Algérie			Tunisie	Répartition
	25			21			17	
REGIONS	Rif	Moyen-Atlas	Haut-Atlas	Tafna	Algérois	Kabylie	Khroumirie	
<b>ESPECES (total = 33)</b>								
<b>PERLODIDAE</b>								
<i>Afroperlodes lecerfi</i>	+	+	+	+	+	+	+	AN
<i>Hemimelaena flaviventris</i>	+	+	+		+			Algérie, Maroc, Esp.
<i>Isoperla cf. kir</i>	+	?	+					Maroc, Corse ( <i>I. kir</i> )
<b>PERLIDAE</b>								
<i>Eoperla ochracea</i>	+	+	+	+	+	+	+	AN, EM, Asie mineure
<i>Perla ?bipunctata</i>		+	+		+			AN, Europe
<i>Perla marginata</i>	+	+	+		+	+	+	AN, EM
<b>CHLOROPERLIDAE</b>								
<i>Siphonoperla lepinevi</i>	+	+	+			?		Maroc, Algérie ?
<b>TAENIOPTERYGIDAE</b>								
<i>Brachyptera algerica</i>	+	+	*		+	+	+	AN
<i>Brachyptera auberti</i>	+	+	+			+	+	AN, Esp., Corse, Sard.
<b>NEMOURIDAE</b>								
<i>Amphinemura chiffensis</i>	+	+	+		+	+		AN
<i>Amphinemura sp.1</i>							+	Tunisie
<i>Protonemura algerica</i>	+	+			+	+	?	AN
<i>Protonemura berberica</i>	+							Maroc
<i>Protonemura ruffoi</i>					+	+		Algérie, Italie
<i>Protonemura talboti</i>	*	+	+	+				Maroc, W. Algérie
<i>Protonemura sp.1</i>							+	Tunisie
<i>Nemoura fulviceps</i>						+		Espagne, Sicile, Algérie
<i>Nemoura lacustris</i>	+	+						AN, Esp., Sud France
<i>Nemoura rifensis</i>	+	+						Maroc, Sud Esp.
<b>CAPNIIDAE</b>								
<i>Capnia bifrons</i>			+					Maroc, Europe
<i>Capnia nigra</i>	+	+	+	?		+		AN, Europe, Sibérie
<i>Capnioneura petitpierreae</i>	+	+	+	+	+	+	+	AN, Sud Esp.
<i>Capniopsis schilleri</i>	+		*			+	+	AN, Europe
<b>LEUCTRIDAE</b>								
<i>Leuctra franzi paenibaetica</i>	+							Maroc, Sud Esp.
<i>Leuctra geniculata</i>	+	+	+	+	+	+	+	AN, EO
<i>Leuctra ketamensis</i>	+							Maroc
<i>Leuctra khroumiriensis</i>							+	Tunisie
<i>Leuctra maroccana</i>	+	+	+					Maroc, Esp., Pyr., WM
<i>Leuctra medjerdensis</i>						+	+	Algérie, Tunisie
<i>Leuctra sartorii</i>							+	Tunisie
<i>Leuctra tunisica</i>						+	+	Algérie, Tunisie
<i>Leuctra vaillanti</i>	+	+	+	+			+	AN
<i>Tyrrheno. minuta-tangerina</i>	+	+			+	+	+	AN, Esp., WM
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	

Tableau 3. Liste des espèces de Plécoptères connues du Maghreb :

AN : Afrique du Nord ; WM : Ouest Méditerranéenne ; EM : Europe Méditerranéenne ; EO : Europe Occidentale ; Esp. : Espagne ; Pyr. : Pyrénées ; Sard : Sardaigne ; \* : données G. Vinçon, non encore publiées.

Table 3. List of the stoneflies species known from Maghreb :

AN : North Africa ; WM : West Mediterranean ; EM : Europe Mediterranean ; EO : Western Europe ; Esp. : Spain ; Pyr. : Pyrenees ; Sard : Sardinia ; \* : data G. Vinçon, not yet published.

Quant à la Tunisie où les travaux ont été menés sur l'ensemble du pays, 17 espèces y ont été inventoriées (BERTHÉLEMY 1973 ; BOUMAÏZA 1994 ; VINÇON & PARDO 1998).

Ainsi, la richesse spécifique observée est-elle assez similaire entre ces différentes régions géographiques.

### Analyse du peuplement

L'analyse comparative entre les trois pays du Maghreb montre que sur le total des 33 espèces, 16 (48%) sont communes à l'Algérie et au Maroc, 13 (39%) à l'Algérie et à la Tunisie, et 11 (33%) au Maroc et à la Tunisie. Cette faible similitude peut être imputable aux différences hydrologiques et physiographiques entre les trois pays qui ne comptent tous les trois que 10 espèces en commun, soit 30%, ainsi qu'aux barrières géographiques (zones arides ou désertiques) qui fragmentent le Maghreb, ce qui favorise le micro-endémisme pour des espèces comme les plécoptères, réputées peu aptes au vol.

Ainsi, l'analyse de la composition faunistique montre que sur les 25 espèces connues du Maroc, 2 sont endémiques et limitées au Rif (*Protonemura berberica* et *Leuctra ketamensis*), deux sont bético-rifaines (*Leuctra franzi paenibaetica* et *Nemoura rifensis*). Les autres espèces marocaines ont une plus large répartition géographique, mais 3 d'entre elles ne sont pas connues du reste du Maghreb (*Capnia bifrons*, *Isoperla* cf. *kir* et *Leuctra maroccana*). Sur les 17 espèces inventoriées en Tunisie, quatre sont endémiques (*Amphinemura* sp.1, *Protonemura* sp.1, *Leuctra khroumiriensis* et *Leuctra sartorii*). En ce qui concerne les 21 espèces algériennes, seules *Nemoura fulviceps* et *Protonemura ruffoi* n'ont pas été trouvées ailleurs dans le Maghreb ; elles sont cependant connues de Sicile (et d'Italie du Sud pour *P. ruffoi*).

	Total espèces	Nombre d'espèces communes							
		Algérie	Kabylie	Algérois	Tafna	Maroc	H.-Atlas	M.-Atlas	Rif
<b>Algérie</b>	21								
Kabylie	17								
Algérois	12		10						
Tafna	7		5	4					
<b>Maroc</b>	25	16							
Haut-Atlas	18		11	9	7				
Moyen-Atlas	20		11	10	7		16		
Rif	23		12	9	7		16	19	
<b>Tunisie</b>	18	14				12			
Khroumirie	18		12	9	5		10	11	11

Tableau 4. Nombres d'espèces de Plécoptères communes aux différentes régions du Maghreb.

Table 4. Numbers of stonefly species in common between the different regions of Maghreb.

Au sein des diverses zones géographiques du Maghreb, les similitudes dans la composition spécifique sont présentées dans le Tableau 4. La comparaison des peuplements des différentes aires montre que sur les 17 espèces recensées en Kabylie, 12 (soit 71%) sont communes avec celles de Khroumirie, 12 (71%) communes avec celles du Rif, 11 (65%) communes avec celles du Moyen-Atlas, et 11 (65%) communes avec celles du Haut-Atlas. La Kabylie présente donc de plus fortes

affinités avec le Rif et la Khroumirie, qu'avec le Moyen et le Haut-Atlas, ce qui peut s'expliquer par les conditions écologiques et climatiques assez proches entre les différents massifs bordant la côte méditerranéenne (Rif, Kabylie, Khroumirie). Les similitudes moindres avec le Moyen et Haut-Atlas sont probablement imputables aux différences climatiques et à l'éloignement géographique.

La comparaison des communautés de Plécoptères de Khroumirie et du Maroc montre, à l'évidence, de plus grandes différences dues à l'éloignement plus important de ces massifs montagneux. Ainsi, sur les 17 espèces recensées en Khroumirie, 11 (65%) sont communes avec le Rif, 10 (59%) sont communes avec le Moyen-Atlas et 9 (53%) avec le Haut-Atlas.

Enfin, la comparaison de la composition spécifique entre les différents massifs montagneux du Maroc montre aussi de fortes similitudes qui décroissent avec les distances : sur les 23 espèces du Rif, 19 (83%) sont communes avec le Moyen-Atlas, et 16 (70%) avec le Haut-Atlas. Sur les 20 espèces du Moyen-Atlas, 16 (80%) sont communes avec le Haut-Atlas.

Les différences faunistiques entre les principales régions montagneuses du Maghreb reflètent donc principalement l'éloignement géographique de ces régions les unes par rapport aux autres. Cet éloignement tend à morceler les aires de distribution des espèces, surtout dans ces régions arides où de vastes plaines constituent des obstacles majeurs à la dispersion des espèces. Ces obstacles contribuent à l'isolement des formes les plus orophiles ou crénophiles, et favorisent le micro-endémisme.

À l'heure actuelle, une comparaison de la faune des Plécoptères de la Kabylie du Djurdjura à celle de la région de la Tafna et à celle de la région d'Alger est encore prématurée en raison des différences inhérentes à l'état d'avancement des connaissances. Cependant, une analyse préliminaire montre que sur les 7 espèces recensées dans la Tafna, 6 sont communes avec la Kabylie, et 4 avec la région d'Alger. De même, sur les 12 espèces signalées de l'Algérois, 11 sont communes avec la Kabylie, en raison de la proximité géographique et de la similitude des caractéristiques écologiques.

La faune des Plécoptères du Maghreb est composée essentiellement d'éléments d'origine paléarctique. Son originalité est marquée par la proportion élevée d'espèces endémiques (45,5%). Ces éléments appartiennent principalement à des lignées Sud européennes, ce qui témoigne de l'existence d'une faune autochtone importante, surtout connue dans la partie occidentale du bassin méditerranéen, la particularité la plus importante étant le genre endémique *Afroperlodes*.

#### Aire de répartition des espèces

Les Plécoptères connus du Maghreb peuvent être scindés en 4 groupes :

\* Les espèces endémiques, au nombre de 15, qui se répartissent en espèces micro-endémiques (9) à aire de répartition restreinte et macro-endémiques (6) largement répandues en Afrique du Nord.

La Khroumirie (Ouest de la Tunisie) abrite six espèces micro-endémiques : quatre qui n'ont encore jamais été trouvées en dehors de ce massif : *Amphinemura* sp. 1, *Protonemura* sp.1, *Leuctra khroumiriensis* et *L. sartorii*, et deux qui s'étendent dans la partie Est de l'Algérie, jusqu'en Kabylie : *Leuctra tunisica* et *L. medjerdensis*.

Le Maroc abrite trois espèces micro-endémiques : *Protonemura berberica* et *Leuctra ketamensis*, limitées au Rif, et *Protonemura talboti*, limitée au Rif et à l'Atlas. La dernière s'étend même jusqu'à l'ouest de l'Algérie, dans les Monts de Tlemcen.

Six autres espèces : *Siphonoperla lepineyi*, *Afroperlodes lecerfi*, *Brachyptera algerica*, *Amphinemura chiffensis*, *Protonemura algerica* et *Leuctra vaillantii*, sont endémiques du Maghreb dans

son ensemble. La plus remarquable est *Afroperlodes lecerfi* qui appartient à un genre endémique au Maghreb.

\* Les espèces bético-rifaines et maghrébines extensives sont au nombre de 3 : *Nemoura rifensis* et *Leuctra franzi paenibaetica* sont des espèces bético-rifaines avec une aire de répartition recouvrant le Rif marocain et la cordillère bétique dans le sud de la Péninsule Ibérique. *Capnioneura pettipierreae*, espèce maghrébine extensive, s'étend largement dans le Maghreb et recouvre l'extrémité Sud de la cordillère bétique.

\* Les espèces Ouest méditerranéennes, au nombre de 8, ont une aire de répartition plus ou moins large dans la partie Ouest de l'Europe méditerranéenne, et peuvent être séparées en 3 groupes :

- le premier comprend 4 espèces qui s'étendent largement dans la Péninsule Ibérique : *Hemimelaena flaviventris*, *Tyrrhenoleuctra minuta-tangerina*, *Leuctra maroccana*, *Nemoura lacustris* (cette dernière se développe aussi dans une grande partie de la France) ;

- le deuxième concerne les espèces qui se développent dans la Péninsule Ibérique, le Maghreb et certaines des îles Ouest Méditerranéennes : *Nemoura fulviceps* atteint la Sicile, *Brachyptera auberti* recouvre la Sardaigne et la Corse, *Isoperla* cf. *kir* est proche de l'espèce Corse *I. kir* ;

- le dernier concerne une espèce qui n'atteint pas la Péninsule Ibérique, mais s'étend en Sicile et dans le Sud de la péninsule italienne : *Protonemura ruffoi*.

\* Les espèces européennes à vaste répartition sont au nombre de 7 : *Eoperla ochracea*, *Perla ?bipunctata*, *P. marginata*, *Capniopsis schilleri*, *Capnia bifrons*, *C. nigra* et *Leuctra geniculata*. Parmi elles, certaines étendent leur aire de distribution à toute l'Europe, d'autres à l'Asie Mineure et à la Sibérie. Signalons cependant que *Capnia bifrons* est absente d'Algérie et de Tunisie, et *Capnia nigra* de Tunisie.

## 5. Discussion

Des 17 espèces récoltées, *Leuctra tunisica*, *Nemoura fulviceps* et le genre *Siphonoperla* (sp.) sont nouveaux pour l'Algérie et portent à 21 le total des espèces connues sur le territoire algérien. Ainsi, la richesse systématique de ce peuplement est-elle comparable à celles des réseaux hydrographiques des régions limitrophes : 23 espèces pour le Rif, 20 pour le Moyen-Atlas, 18 pour le Haut-Atlas et 17 pour la Khroumirie. Elle est supérieure aux richesses insulaires de la Corse (12 espèces : CONSIGLIO 1957, CONSIGLIO & GIUDICELLI 1965, GIUDICELLI 1967, FOCHETTI & VINÇON 1993, VINÇON & RAVIZZA 2000) et de la Sicile (18 espèces : RAVIZZA & GIERECKE 1991 ; FERRITO 1994).

Mais pour une zone géographique s'étendant d'Est en Ouest sur plus de 2000 km, et jusqu'à une altitude supérieure à 4000 m (Mont Toubkal 4167 m), la faune des Plécoptères du Maghreb paraît faiblement diversifiée, comparativement à celle des massifs plus septentrionaux comme la Cordillère Bétique (37 espèces : SÁNCHEZ-ORTEGA & TIerno 1996), le massif des Pyrénées (97 espèces : SÁNCHEZ-ORTEGA & TIerno 1996 et données non publiées) et les Alpes Françaises (96 espèces : VINÇON 1996). De plus, à l'exception des Nemouridae (3 genres et 9 espèces) et des Leuctridae (2 genres et 11 espèces), les autres familles sont très peu diversifiées avec un total de 10 genres et 13 espèces.

Les études hydrobiologiques récentes (BOUZIDI & GIUDICELLI 1994 ; GAGNEUR & ALIANE 1991 ; BOUMAÏZA 1994 ; LOUNACI et al. 2000b ; BERRAHOU et al. 2001) ont mis en évidence la faible diversification du peuplement des Plécoptères dans les écosystèmes lotiques d'Afrique du Nord. En effet, la plupart des familles et des genres sont beaucoup plus pauvres en espèces qu'en Europe, probablement en raison de valeurs de température trop élevées.

La richesse spécifique et l'abondance ne sont pas importantes à la plupart des stations étudiées. Elle sont maximales dans les tronçons à courant rapide à modéré, coulant sur un substratum pierreux entre 1300 et 480 m d'altitude, à couvert végétal bordant assez dense et à température estivale peu élevée, ce qui confirme les caractères sténotherme d'eau froide et rhéophile reconnus chez la plupart des espèces de cet ordre. Inversement, les ruisseaux de haute altitude (> 1400 m), aux conditions hydrologiques et écologiques bien différentes (forte pente, fond érodé, faible largeur du lit, couvert végétal absent, assèchement long ...), ainsi que les cours d'eau de basse altitude (< 400 m) où la température estivale est trop élevée à la suite des réductions de débit auxquelles s'ajoute l'accumulation des rejets anthropiques, n'hébergent que très peu d'espèces.

En fait, les Plécoptères peuvent être considérés globalement comme un groupe très homogène sur le plan écologique. Ils peuplent les biotopes à eau fraîche, pure et bien oxygénée, même si chaque espèce a ses exigences propres vis à vis des paramètres environnementaux et présente donc des tolérances spécifiques. En effet, dans les réseaux hydrographiques du Maroc, GIUDICELLI & DAKKI (1984), BOUZIDI (1989) et EL AGBANI et al. (1992) ont mentionné que les Plécoptères se limitent aux eaux courantes bien oxygénées de haute altitude. CHERGUI et al. (1990) et MAMMARI et al. (1994) ont attribué la rareté des éléments de ce groupe au manque de débris organiques dans les milieux lotiques et à la pauvreté en végétation aquatique et riveraine caractérisant le secteur moyen des cours d'eau. LOUNACI et al. (2000a) ont montré que l'abondance des Plécoptères le long d'un réseau hydrographique algérien était liée à l'importance de la ripisylve et à la température de l'eau relativement basse. Dans le Nord-Ouest algérien, selon GAGNEUR & ALIANE (1991), la distribution des Plécoptères correspond à la zone des eaux non polluées, pas ou peu turbides, à minéralisation faible, à température n'excédant pas 25°C et avec une ripisylve de feuillus. En Tunisie, d'après BERTHÉLEMY (1973), les Plécoptères ne sont abondants que dans les cours d'eau bordés d'arbres à feuilles caduques. La rareté des débris végétaux, source de nourriture pour les larves, et une forte température estivale constituent des facteurs limitants.

Du point de vue biogéographique, la faune des Plécoptères du Maghreb, comme celles des autres groupes d'invertébrés d'eau courante, est fondamentalement d'origine paléarctique. Les régions les plus riches correspondent aux massifs montagneux élevés les plus humides, comme le Rif par exemple. Cette richesse dépend aussi de la position géographique des massifs montagneux dans le contexte méditerranéen ; ainsi le Maroc, avec 25 espèces, abrite une faune plus diversifiée que l'Algérie (21) ou la Tunisie (17) ; cette richesse s'explique par la proximité de l'Espagne qui a permis les échanges faunistiques les plus importants entre l'Afrique du Nord et l'Europe (comme en atteste la prépondérance des espèces à affinité ibérique dans tout le Maghreb). Des échanges entre la Péninsule Italienne (via la Sicile) et le continent africain ont également eu lieu comme en témoignent la présence de *Protonemura ruffoi* en Algérie et celle de *Protonemura* sp. 1 en Tunisie, mais ces échanges sont nettement plus limités et l'influence italienne apparaît faible. En conséquence, dans la partie Est du Maghreb, la richesse spécifique provient pour une bonne part du micro-endémisme, consécutif à l'isolement de cette région.

La faune Maghrébine, avec 33 espèces, apparaît typiquement Ouest-paléarctique : les 7 familles présentes en Europe de l'Ouest sont également présentes au Maghreb, de même que les principaux genres. Son originalité est marquée par la proportion élevée d'endémiques (45,5%), caractère marquant de cette faune et témoignant ainsi d'un long isolement de l'Afrique du Nord vis-à-vis de l'Europe et d'une ancienneté faunistique. La particularité la plus importante est le genre endémique *Afroperlodes*.

Comme dans le reste de la région Ouest-paléarctique, le genre de loin le plus diversifié est *Leuctra* avec 9 espèces et un taux d'endémisme particulièrement élevé (67%), comme c'est le cas également dans d'autres régions montagneuses d'Europe : Pyrénées (41%), Alpes (44 %), Anatolie (64 %) et Caucase (50 %).

L'Europe méditerranéenne apparaît nettement plus riche que l'Afrique du Nord, aussi bien en richesse spécifique qu'en nombre d'espèces endémiques, ce qui s'explique principalement par l'histoire de cette contrée : l'isolement de l'Afrique du Nord de l'Europe à la fin du tertiaire et la désertification du Sahara au quaternaire. Ces deux phénomènes ont constitué une barrière biogéographique à la faune de l'Europe et de l'Afrique.

### Remerciements

Nous remercions James Gagneur et Alain Thomas pour leur contribution à ce travail.

### Travaux cités

- AIT MOULOUD, S. 1988. Essais de recherches sur la dérive des macro-invertébrés dans l'oued Aïssi : faunistique, écologie et biogéographie. Thèse de Magister, Université d'Alger, 118 pp.
- AUBERT, J. 1956. Contribution à l'étude des Plécoptères d'Afrique du Nord. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, **29** (4) : 419-436.
- AUBERT, J. 1961. Contribution à l'étude des Plécoptères du Maroc. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, **33** (4) (1960) : 213-222.
- AZZOUZ, M. & A. SANCHEZ-ORTEGA. 1992. *Capniopsis schilleri* (Rostock, 1892) (Plecoptera : Capniidae). Nuevo componente de la fauna de Plecopteros de Marruecos. *Zoologica Baetica*, **3** : 201.
- AZZOUZ, M. & A. SANCHEZ-ORTEGA. 1994. Primera captura de *Leuctra franzi paenibaetica* Sánchez-Ortega y Roperó-Montero, 1993 (Insecta, Plecoptera : Leuctridae) en el norte de Africa. *Graellsia*, **50** : 167.
- BENNAS, N., C.E. SAINZ-CANTERO & J. ALBA-TERCEDOR. 1992. Datos preliminares para un estudio biogeográfico del Macizo Bético-Rifeno basado en coleopteros acuaticos. *Zoologica Baetica*, **3** : 167-180.
- BERRAHOU, A., B. CELLOT & P. RICHOUX. 2001. Distribution longitudinale des macroinvertébrés benthiques de la Moulouya et de ses principaux affluents (Maroc). *Annales de Limnologie*, **37** (3) : 223-235.
- BERTHÉLEMY, C. 1973. Données préliminaires sur les Plécoptères de Tunisie. *Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, **18** : 1544-1548.
- BOUMAÏZA, M. 1994. Recherche sur les eaux courantes de Tunisie: faunistique, écologie et biogéographie. Thèse de Doctorat es Sciences, Université de Tunis II, 330 pp.
- BOUZIDI, A. 1989. Recherches hydrobiologiques sur les cours d'eau des massifs du Haut-Atlas (Maroc). Bioécologie des macro-invertébrés et distribution spatiale des peuplements. Thèse Doctorat-es-Sciences, Université d'Aix Marseille III, 190 pp.
- BOUZIDI, A. & J. GIUDICELLI. 1994. Ecologie et distribution des macroinvertébrés des eaux courantes du Haut-Atlas marocain. *Revue de la Faculté des Sciences de Marrakech*, **8** : 23-43.
- CHERGLI, H., G. CHAVANON, A. BERRAHOU & M. MEJAHOUH. 1990. A propos des Plécoptères du Maroc oriental. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat*, **14** : 51-53.
- CONSIGLIO, C. 1957. Contributo alla conoscenza dei Plecotteri di Corsica. *Memorie della Società Entomologica Italiana*, **36** : 121-125.
- CONSIGLIO, C. 1963. Plecotteri delle isole del Mediterraneo. *Monitore Zoologico Italiano*, **70-71** : 147-158.
- CONSIGLIO, C. & J. GIUDICELLI. 1965. Un nuovo Plecottero di Corsica. *Bollettino della Società Entomologica Italiana*, **95** (5-6) : 94-96.
- DAKKI, M. 1979. Recherches hydrobiologiques sur les cours d'eau du Moyen-Atlas (Maroc). Thèse de Doctorat de 3<sup>ème</sup> Cycle, Université d'Aix Marseille III, 126 pp.
- DAKKI, M. 1987. Ecosystèmes d'eau courante du haut Sebou (Moyen Atlas) : études typologiques et analyses écologiques et biogéographiques des principaux peuplements entomologiques. *Travaux de l'Institut Scientifique, Rabat, Série Zoologie*, **42** : 99 pp.
- EL AGBANI, M.A., M. DAKKI & M. BOURNAUD. 1992. Etude typologique du Bou Regreg (Maroc) : les milieux aquatiques et leurs peuplements en macroinvertébrés. *Bulletin d'Ecologie*, **23** (1-2) : 103-113.
- FERRITO, V. 1994. Les macroinvertébrés benthiques de la rivière Simeto (Sicile) et de quelques uns de ses affluents. *Annales de Limnologie*, **30** (1) : 33-56.
- FOCHETTI, R., E. DE MATTHAEIS, V. KETMAIER, M. OLIVERIO, J.M. TIerno DE FIGUEROA & E. SEZZI. 2001. Electrophoretic studies on the Mediterranean genus *Tyrrhenoleuctra* (Plecoptera, Insecta). 2001

- International Joint Meeting : X International Conference on Ephemeroptera and XIV International Symposium on Plecoptera*, Perugia : 61-62.
- FOCHETTI, R. & G. VINÇON. 1993. Un nouveau Plécoptère de Corse : *Isoperla kir* n. sp. (Plecoptera, Perlodidae). *Nouvelle Revue d'Entomologie (N. S.)*, **10** (4) : 375-379.
- GAGNEUR, J. & N. ALIANE. 1991. Contribution à la connaissance des Plécoptères d'Algérie. Pp 311-324 in : "Overview and strategies of Ephemeroptera and Plecoptera" Gainesville. J. Alba-Tercedor & A. Sanchez-Ortega (eds). Sandhill Crane Press, Gainesville.
- GIUDICELLI, J. 1967. *Capnioneura petricola* n. sp., Plécoptère nouveau de Corse. *Annales de Limnologie*, **3** (2) : 249-266.
- GIUDICELLI, J. & M. DAKKI. 1984. Les sources du Moyen Atlas et du Rif (Maroc) : faunistique (description de deux espèces nouvelles de Trichoptères), écologie, intérêt biogéographique. *Bijdragen tot de Dierkunde*, **54** (1) : 83-100.
- KLAPALEK, F. 1902. Tres Perlidos de Espana. *Boletin de la Sociedad Espanola de Historia Natural*, **2** : 111-115.
- LESTAGE, J.A. 1925. Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères recueillis en Algérie par M.H. Gauthier et liste des espèces connues actuellement de l'Afrique du Nord. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle d'Afrique du Nord*, **16** : 8-18.
- LOUNACI, A. 1987. Recherches hydrobiologiques sur les peuplements d'invertébrés benthiques du bassin de l'oued Aïssi (Grande Kabylie). Thèse de Magister, Université d'Alger, 133 pp.
- LOUNACI, A., S. BROUSSE, S. AIT MOULOUD, D. LOUNACI-DAOUDI & M. MEBARKI. 2000a. Current knowledge of benthic invertebrate diversity in an Algerian stream : a species check-list of the Sebaou River basin (Tizi-Ouzou). *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, **136** : 43-55.
- LOUNACI A., S. BROUSSE, A.G.B. THOMAS & S. LEK. 2000b. Abundance, diversity and community structure of macroinvertebrates in an Algerian stream : the Sebaou wadi. *Annales de Limnologie*, **36** (2) : 123-133.
- LOUNACI-DAOUDI, D. 1996. Travaux sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des insectes aquatiques du réseau hydrographique du Sébaou. Thèse de Magister, Université de Tizi-Ouzou, 152 pp.
- MAAMRI A., H. CHERGUI & E. PATTEE. 1994. Allochthonous input of coarse particulate organic matter to a Moroccan mountain stream. *Acta Oecologica*, **15** : 495-508.
- MEBARKI, M. 2001. Etude hydrobiologique de trois réseaux hydrographiques de Kabylie (Parc National du Djurdjura, oued Sébaou et oued Boghni) : faunistique, écologie et biogéographie des macroinvertébrés benthiques. Thèse de Magister, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 178 pp.
- MOHATI, A. 1985. Recherches hydrobiologiques sur un cours d'eau du Haut-Atlas de Marrakech (Maroc) : l'oued Ourika, écologie, biotypologie et impact des activités humaines sur la qualité des eaux. Thèse de Doctorat de 3<sup>ème</sup> Cycle, Faculté des Sciences de Marrakech. 108 pp.
- PARDO, I. & P. ZWICK. 1993. Contribution to the knowledge of Mediterranean *Leuctra* (Plecoptera, Leuctridae). *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, **66** (3-4) : 417-434.
- PUIG, M.A., M. FERRERAS-ROMERO & A. GARCIA-ROJAS. 1990. Morphological variability of *Tyrrhenoleuctra minuta* (Klapalek, 1903) in South-Spain. Pp 225-258 in Campbell, I.C. (ed.). *Mayflies and Stoneflies : life history and biology*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- RAVIZZA, C. & R. GERECKE. 1991. A review of the distribution of Plecoptera on Sicily. *Memorie della Società Entomologica Italiana*, **70** (2) : 9-31.
- SANCHEZ-ORTEGA, A. & J.M. TIerno. 1996. Current situation of stonefly fauna (Insecta : Plecoptera) in the Iberian Peninsula and Balearic Islands. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, **69** (1) : 77-94.
- SANCHEZ-ORTEGA, A. & M. AZZOUZ. 1997. *Leuctra ketamensis*, a new species of Leuctridae from northern Africa (Insecta, Plecoptera). *Aquatic Insects*, **19** (4) : 247-249.
- SANCHEZ-ORTEGA, A. & M. AZZOUZ. 1998. Faunistique et phénologie des Plécoptères (Insecta, Plecoptera) du Rif marocain (Afrique du Nord). Relations avec les autres aires de la région méditerranéenne occidentale. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, **71** (3-4) : 449-461.
- SEZZI, E., R. FOCHEZZI, & A. CACCONE. 2001. Mitochondrial DNA rates and phylogeny in the genus *Tyrrhenoleuctra* (Plecoptera, Insecta). *2001 International Joint Meeting : X International Conference on Ephemeroptera and XIV International Symposium on Plecoptera*, Perugia : 60-61.

- TIERNO DE FIGUEROA, J. M., A. SANCHEZ-ORTEGA, P. MEMBIELA IGLESIA & J.M. LUZON-ORTEGA. 2003. Fauna Iberica, Plecoptera. *Museo Nacional de Ciencias Naturales Consejo Superior de Investigaciones Cientificas (Madrid)*, **22** : 1-404.
- TOUABAY, M., N. AOUAD & J. MATHIEU J. 2002. Etude hydrobiologique d'un cours d'eau du Moyen-Atlas : l'oued Tizguit (Maroc). *Annales de Limnologie*, **38** (1) : 65-80.
- VINÇON, G. 1996. Les Plécoptères des Alpes françaises. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, **69** (1) : 61-75.
- VINÇON, G. & I. PARDO. 1998. Three new *Leuctra* species from Tunisia (Plecoptera : Leuctridae). *Aquatic Insects*, **20** (2) : 109-123.
- VINÇON, G. & A. SANCHEZ-ORTEGA. 1999. *Protonemura berberica*, a new species of Nemouridae from North Africa (Plecoptera). *Aquatic Insects*, **21** (3) : 231-234.
- VINÇON, G. & C. RAVIZZA. 2000. *Leuctra cyrnea* subspecies *incudensis*, an orophilic new race of *Leuctra* from southern Corsica (Insecta, Plecoptera). *Atti della Societa italiana di Scienze naturali, e del Museo civile di Storia naturale, Milano*, **141** : 107-110.
- ZWICK, P. 1980. Plecoptera. *Handbuch der Zoologie*, Berlin, **4** (2) 2/7 : 1-111.
- ZWICK, P. 1982. The stonefly collection of F. Klapalek in Prague, with notes on the Nemouridae (Plecoptera). *Aquatic Insects*, **4** (1) : 39-48.

### Erratum :

- Tableau 4 : Ligne Tunisie, lire : 17, 13, 11.  
Ligne Khroumirie, lire : 17, 11, 7, 5, 9, 10, 10.
- Table 4 : Line Tunisie, read : 17, 13, 11.  
Line Khroumirie, read : 17, 11, 7, 5, 9, 10, 10.

(paru en décembre 2005)