

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ MOULOUD MAMMERRI DE TIZI-OUZOU
FACULTÉ DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE
Laboratoire Ressources Naturelles - FSBSA/ UMMTO



THÈSE DE DOCTORAT
Spécialité : Sciences Biologiques

Présentée par :
Mme SEKHI Samira

Sujet :

**Recherche sur la faunistique, l'écologie et la
biogéographie des Trichoptères des cours d'eau de
Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie)**

Soutenue publiquement le : Jeudi 13/01/2022

Le jury d'examen composé de :

Président :	Mr KELLOUCHE	Abdelkader	Professeur	UMMTO
Directeur de thèse :	Mr LOUNACI	Abdelkader	Professeur	UMMTO
Co-directrice de thèse :	Mme EL- ALAMI EL MOUTAOUAKIL	Majida	Professeur	Maroc
Examineurs :	Mr ARAB	Abdeslam	Professeur	USTHB
	Mr MOULAI	Riadh	Professeur	UAM
	Mme LOUNACI-ALI BEN ALI	Zohra	MCA	UMMTO

Remerciements

Avant d'entreprendre l'exposé des résultats de la présente étude, qu'il me soit permis d'exprimer ma profonde gratitude à **Mr KELLOUCHE Abdelkader**, Professeur à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider le jury de cette soutenance. Puisse -t- il trouver ici l'expression de ma respectueuse considération.

Ma profonde reconnaissance va à Monsieur **LOUNACI Abdelkader**, Professeur à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour son précieux concours qu'il m'a apporté. Je tiens à lui exprimer mes vifs remerciements pour avoir accepté de diriger ce travail, d'avoir mis à ma disposition toute la documentation nécessaire ainsi que les corrections et les orientations qu'il m'a données lors de la réalisation de ce travail.

Je suis heureuse de témoigner ma profonde reconnaissance à ma co-directrice de thèse **Mme El-ALAMI MOUTAWAKIL Majida** de l'Université Abdelmalek Essaadi, Tétouan, Maroc pour m'avoir accepté dans son laboratoire et initié à l'identification des Trichoptères. Je ne saurai oublier sa gentillesse, son soutien, ses conseils et surtout la documentation qu'elle a toujours mise à ma disposition.

Je remercie **Dr Hans MALICKY** (Sonnengasse, Autriche) d'avoir accepté de déterminer les différents adultes de Trichoptères récoltés. Je tiens à lui exprimer aussi mes vifs remerciements pour toutes ses remarques constructives.

J'exprime aussi mes remerciements et ma profonde gratitude à **Mr ARAB Abdeslam**, Professeur à l'USTHB (Alger), **Mr MOULAI Riadh**, Professeur à l'UAM (Béjaia) et **Mme LOUNACI-ALI BEN ALI Zohra**, Maitre de Conférence classe A à l'UMMTO pour avoir accepté de juger ce travail en dépit de leurs nombreuses responsabilités. Qu'il me soit permis de leur dire toute ma sympathie pour leur enthousiasme et leur dévouement et ma reconnaissance pour avoir accepté de siéger à ce jury de thèse.

Je vous prie de croire, cher professeur **AIT MOULOUD Salah** de l'UMMTO, à l'expression de ma considération véritable. Votre présence est pour moi un gage d'estime et de confiance.

Il m'est agréable d'exprimer ma profonde gratitude et mes remerciements les plus sincères à **Mme LOUNACI-DAOUDI Dhya**, **Mme SAADOUN Nouria** et **Mr LARIBI Mahmoud**, qui par leur aide, leurs conseils et leurs encouragements ont contribué à la réalisation de cette thèse. Sans oublier de rendre hommage à **Mme NAIT KACI-BOUDIAF Malika** pour sa présence et ses différents conseils.

Mes remerciements s'adressent également aux membres du laboratoire d'hydrobiologie (**Mme HAOUCHINE Sabrina, Melle KECHEMIR Lina-Hanane, Mr LAMINE Smail et Mr BAIKECHE Lyes**), à des titres divers, ont eu l'amabilité d'apporter leur contribution à ce travail. Merci pour votre soutien et pour tous les bons moments passés ensemble.

Je remercie vivement mon « **frère Slimane** » pour sa gentillesse, sa patience, son soutien et son aide précieuse durant mes campagnes de prélèvements.

Mes respects et remerciement vont à monsieur **REBAH Mourad** de Berkis, la famille **RAAB** surtout Da Said et Na Djedjigua d'Iguersafen et **Mr KHELLAF** de Mahagga pour leur disponibilité, accueil et sourire tout au long de mes investigations sur le terrain.

Je voudrai aussi remercier les responsables du Parc National de Belezma et de la Conservation des Forêts de la wilaya de Batna, pour m'avoir facilité l'accès aux sites d'étude et pour m'avoir accompagné et donné leur appui logistique. Un grand merci à **Mr GHARGHAR Karim** de Hamla et **Mrs ARIFI Bachir** et **CHATER Mourad** du secteur Ichmoul.

J'adresse mes remerciements les plus distingués et les plus sincères à mes **très chers parents** qui m'ont été d'un soutien moral exceptionnel pendant toutes ces années de recherche. Leurs prières et leur bénédiction qui m'ont accompagné lors de mes sorties et m'ont aidé à surmonter tous les obstacles. Sans leur appui et leurs encouragements ce travail n'aurait jamais vu le jour. Je leurs prie de bien vouloir trouver à travers ces lignes l'expression de mon plus grand dévouement et amour.

Je tiens à remercier du fond de mon cœur ceux et celles qui ont été d'un soutien indéfectible et sans qui ce travail n'aurait jamais pu arriver à terme : mes frères (**Dada Meziane, Dada Abdenour, Dada Karim** et **Azeddine**), mes sœurs (**Leila** et **Lynda**), mes belles sœurs et mes beaux-frères.

A mes adorables **nièces et neveux, petits et grands**, je vous aime et merci pour votre amour et encouragements.

Je voudrai enfin remercier mon époux **Hamid** qui a su, tout au long de l'élaboration de ce travail, m'apporter son aide et ses encouragements. Qu'il accepte le témoignage de toute mon affection.

A la mémoire de **Mr AMROUNI Said (Dada Said Oumechras)** et de **Dada Said « Apoupah »**.

Enfin, que tous ceux que j'ai oublié de citer, et qui par leur chaleur et leur présence m'ont aidé à mener cette étude à son terme, trouvent ici l'assurance de mes sentiments dévoués les plus cordiaux

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
-----------------------------------	----------

Chapitre I : Caractéristiques générales de la région d'étude

1-Situation et cadre géographique	4
1-1-Le Djurdjura.....	4
1-2- La vallée du Sébaou.....	4
2-Cadre géologique	4
3- Climat général.....	7
3-1- Précipitations.....	8
3-1-1- Précipitations annuelles.....	9
3-1-2- Précipitations mensuelles.....	10
3-1-3- Régime saisonnier.....	10
3-1-4- Enneigement.....	11
3-2- Température.....	12
4- Végétation.....	13
5- Perturbations anthropiques.....	14

Chapitre II : Sites et méthodes d'étude

1-Milieu d'étude.....	16
2-Description des cours d'eau et des stations d'étude.....	17
2-1-Oued Sébaou (s.s.).....	17
2-2-Sous-bassin versant de l'oued Boubhir.....	20
2-2-1-Assif Ousserdoun.....	20
2-2-2-Assif Sahel.....	22
2-2-3-Oued Boubhir.....	24
2-2-3-1-Assif El-Khemis.....	24
2-2-3-2-Assif Tirourda.....	27
2-2-3-3-Oued Boubhir (s.s.).....	27
2-3-Sous-bassin versant de l'oued Aissi.....	28
2-3-1-Assif El Djemâa.....	28
2-3-2-Assif Larbâa.....	30
2-3-3-Assif Ouadhias et ses tributaires.....	32
2-3-3-1-Assif Thamdha.....	33
2-3-3-2-Assif Aghalladh.....	34
2-3-3-3-Assif Ouadhias (s.s.).....	34
2-4-Sous-bassin versant de l'oued Bougdoura.....	35
2-4-1-Assif Chemlili.....	35
2-4-2-Oued Boghni.....	37
3- Description des stations complémentaires dans les Aurès.....	38
3-1-Station de l'oued Hamla (parc national de Belezma).....	38
3-2-Station d' Ain Barbaga.....	39

SOMMAIRE

4-Caractéristiques physiques des stations.....	39
4-1-Pente.....	40
4-2-Débit et l'écoulement de l'eau.....	41
4-3-Vitesse du courant.....	41
4-4-Substrat.....	42
4-5-Température de l'eau.....	44
4-6-Végétation bordante.....	44
5-Protocole d'échantillonnage.....	46
5-1-Récolte du matériel biologique.....	47
5-1-1-La chasse d'adultes.....	47
5-2-La conservation des échantillons.....	48
5-3-Tri et la détermination de la faune.....	48
6- Indices écologiques de composition et de structure des peuplements.....	49
6-1- Richesse taxonomique ou spécifique (S).....	50
6-2- Abondance relative.....	50
6-3- Occurrence des espèces.....	50
6-4- Indice de diversité de Shannon-Weaver (1949) et d'équitabilité de Pielou (1966).....	51
7- Traitement statistique des données.....	52
7-1- Analyse en composantes principales (ACP).....	52
7-2- Analyse factorielle des correspondances (AFC).....	52
7-3- Classification ascendante hiérarchique (HAC).....	53
7-4- Corrélations de Pearson.....	53
7-5- Logiciels de calcul.....	53

Chapitre III : Les Trichoptères

1-Généralités sur les Trichoptères.....	54
1-1-Classification.....	54
1-2-Description.....	56
1-2-1- La tête.....	57
1-2-2- Le thorax.....	58
1-2-3-L'abdomen.....	59
1-2-4-Étui et autres constructions larvaires.....	60
1-2-5-La nymphe.....	61
1-2-6-L'adulte.....	62
1-3-Données biologiques.....	63
1-3-1-Ethologie.....	63
1-3-2-Reproduction (maturation des imagos).....	63
1-3-3-Cycle biologique.....	64
1-3-4-Accouplement, ponte et développement embryonnaire.....	65
1-3-5-Développement post-embryonnaire.....	65
1-3-6-Parasitisme-Commensalisme.....	66
1-4-Données écologiques.....	66

SOMMAIRE

2- Analyse du peuplement.....	68
2-1- Richesse spécifique.....	70
2-2- Abondance et occurrence relatives des espèces.....	70
2-3- Limites altitudinales des espèces.....	75
2-4- Diversité spécifique du peuplement trichoptérologique.....	78
3- Description des nouvelles espèces pour l'Algérie.....	80
3-1- <i>Limnephilus barbagaensis</i> n.sp. Malicky, Sekhi et Lounaci, 2019.....	80
3-1-1- Description de l'adulte	80
3-1-2- Description des génitalia.....	81
3-2- <i>Micropterna testacea</i> (GMELIN. 1798)	82
3-2-1- Description du génitalia ♀	82
3-3 <i>Agapetus incertulus</i> Mc Lachlan, 1884	84
3-3-1- Description	84
3-4- <i>Hydropsyche iberomaroccana</i> GONZALEZ & MALICKY, 1999.....	86
3-4-1- Description	86
4- Autoécologie des Trichoptères.....	88
4-1- Sous- ordre des SPICIPALPIA.....	88
4-1-1- Rhyacophilidae Stephens, 1836.....	88
4-1-2- Glossosomatidae Wallengren, 1891.....	88
4-1-3- Hydroptilidae Stephens, 1836.....	90
4-1-4- Philopotamidae Stephens, 1829	92
4-2- Sous-ordre des ANNULIPALPIA.....	93
4-2-1- Polycentropodidae Ulmer, 1903.....	93
4-2-2- Psychomyiidae Walker, 1852.....	94
4-2-3- Hydropsychidae Curtis, 1835.....	95
4-3- Sous-ordre des INTEGRIPALPIA	100
4-3-1- Brachycentridae, Ulmer, 1903.....	100
4-3-2- Limnephilidae Kolenati, 1848.....	100
4-3-3- Uenoidae Iwata, 1927.....	101
4-3-4- Goeridae Ulmer, 1903.....	101
4-3-5- Beraeidae Wallengren, 1891.....	102
4-3-6- Leptoceridae Leach, 1815.....	102
5- Analyse biogéographique.....	107
5-1- Comparaison avec les communautés des régions avoisinantes.....	112
5-2- Analyse biogéographique des espèces maghrébines.....	119
5-2-1- Les espèces endémiques.....	119
5-2-2- Les espèces à caractère méditerranéen.....	121
5-2-3- Les espèces européennes à large distribution géographique.....	122
6- Structure des communautés.....	123
6-1- Structure mésologique.....	123
6-2- Assemblage des espèces.....	128

SOMMAIRE

7-Discussion.....	132
Conclusion générale.....	136
Références bibliographiques.....	139

Annexes

Article 1 : Description de *Limnephilus barbagaensis* n.sp. d'Algérie, et découverte de *Micropterna testacea* dans le Maghreb (Trichoptera, Limnephilidae)

Article 2 : Contribution à la connaissance des Trichoptères de Grande-Kabylie (Algérie)
[Trichoptera]

La liste des tableaux

Tableau 1 : Coordonnées géographiques des stations climatiques de référence.....	7
Tableau 2 : Précipitations saisonnières dans les stations de références pour la période 2000-2013.....	11
Tableau 3 : Températures moyennes mensuelles de l'air (en °C) enregistrées à Ath Djemaa, Ath Ouabane et Tizi-Ouzou (m : minimales, M : maximales, T : moyennes).....	12
Tableau 4 : Altitudes et pentes aux stations des cours d'eau étudiés.....	40
Tableau 5 : Les vitesses de courants enregistrées aux stations étudiées.....	42
Tableau 6 : Nature du substrat dans les stations étudiées.....	43
Tableau 7 : Végétation bordante (%) aux stations étudiées.....	44
Tableau 8 : Températures de l'eau (en °C) aux différentes stations étudiées.....	45
Tableau 9 : Répartition des Trichoptères dans les cours d'eau étudiés.....	71
Tableau 10 : Limites altitudinales des Trichoptères récoltés.....	77
Tableau 11 : Indices de diversité et équitabilité dans les stations d'étude.....	78
Tableau 12 : Répartition des Trichoptères du Maghreb.....	113
Tableau 13 : Nombre d'espèces de Trichoptères communes aux différentes régions du Maghreb.....	119
Tableau 14 : Caractéristiques abiotiques des 30 stations étudiées.....	124
Tableau 15 : Matrice des corrélations entre variables environnementales (N =30, P < 0,05)	125

Liste des figures

Figure 1 : Situation générale de la région d'étude.....	5
Figure 2 : Les grandes unités morphostructurales de la Kabylie d'après FLANDRIN (1952).....	6
Figure 3: Carte de localisation des stations climatiques de la zone d'étude.....	8
Figure 4 : Précipitations moyennes annuelles (en mm) à certaines localités de la région d'étude période 2000-2013 (source A.N.R.H. de Tizi-Ouzou).....	9
Figure 5: Précipitations moyennes mensuelles (mm) dans certaines localités de la région d'étude (période 2000-2013).....	10
Figure 6 : Localisation des cours d'eau étudiés et des 30 stations d'échantillonnage.....	18
Figure 7 : Amplitudes thermiques enregistrées dans les stations étudiées.....	46
Figure 8 : Déterminations des familles et genres des nymphes matures de Trichoptère d'après (MALICKY, 1983).....	49
Figure 9: Morphologie et anatomie de la tête d'une larve de Trichoptère Philopotamidae D'après (TACHET et al., 2000).....	58
Figure 10: Morphologie et anatomie d'une patte de Trichoptère (TACHET et al., 2000).....	59
Figure 11 : Morphologie des appendices anaux de quelques Trichoptères. A :Philopothamidae, vue latérale ; B : Limnephilidae vue latérale ; C : Glossosomatidae vue latérale et D : Goeridae vue dorsale modifiée WIGGIN (1977).....	60
Figure 12: Cycle biologique du Trichoptères Limnephilidae (<i>Halesus radiatus</i>) d'après MORETTI (1983).....	64
Figure 13: Représentation du nombre de genre et d'espèce par famille des Trichoptères recensés.....	69
Figure 14 : Richesse spécifique des Trichoptères par famille dans les stations étudiées.....	70
Figure 15 : Abondance relative des Trichoptères dans les stations étudiées.....	74
Figure 16 : Occurrence relative des Trichoptères dans les stations étudiées.....	74
Figure 17 : Richesse spécifique et abondance des Trichoptères récoltés par tranche altitudinale.....	75
Figure 18 : Indices de diversité H' et E des stations étudiées.....	79
Figure 19: Génitalia mâle ♂ et ♀ de <i>Limnephilus barbagaensis</i> n.sp. L: Vue laterale; D: vue dorsale; V: vue ventrale ; K: vue caudale (SEKHI et al., 2019).....	81
Figure 20: Génitalia ♀ de <i>Micropterna testacea</i> (BOURNAUD et al., 1961).....	83
Figure 21: Génitalia ♂ d' <i>Agapetus incertulus</i> , 1 : vue latérale d'ensemble ; 2 : appendice inférieur, vue ventrale ; 3 : pénis vue latérale ; 4 : extrémité de l'édéage ; 5 : appendices inférieurs, vue dorsale ; 6 : vue ventrale d'ensemble.....	85
Figure 22: Génitale mâle d' <i>Hydropsyche iberomaroccana</i> . 1: Vue laterale; 2: vue dorsale; 3: vue ventrale ; 4: vue ventrale de l'apex du phallus; 5-10:variation de la forme de la partie distale du phallus (in TOBIAS & TOBIAS, 2008).....	87

Figure 23: Espèces endémiques d'Algérie.....	109
Figure 24: Espèces endémiques du Maghreb.....	109
Figure 25: Espèces Ouest-paléarctiques s'étendant dans la Péninsule Ibérique et la France	110
Figure 26: Espèces Ouest-paléarctiques recouvrant le Maghreb, la Corse et la Sardaigne.....	110
Figure 27: Espèces à vaste répartition paléarctique.....	111
Figure 28: Espèces à distribution restreinte au Maghreb et à l'Inde.....	111
Figure 29: ACP : représentation de la distribution des variables environnementales.....	126
Figure 30: Dendrogramme de la distribution des stations.....	127
Figure 31 : Distribution des stations dans le plan F1-F2.....	128
Figure 32: Dendrogramme de la distribution des espèces.....	129
Figure 33: Distribution des noyaux d'affinité des espèces et des stations dans le plan factoriel F1-F2.....	131

Liste des photographies

Photo 1 : Présentation photographique de quelques stations d'étude du sous-bassin versant de l'oued Boubhir.	25
Photo 2: Présentation photographique de quelques stations d'étude du sous-bassin versant de l'oued Boubhir (suite).....	29
Photo 3 : Présentation photographique de quelques stations d'étude du sous-bassin versant de l'oued Aissi.....	36
Photo 4 : Station Ain Barbaga.....	39
Photo 5: Vue d'ensemble d'une larve de Trichoptère (Hydropsychidae) (VIERA-LANERO, 2000).....	57
Photo 6: Quelques exemples de fourreaux de Trichoptères a : Goeridae, b : Brachycentridae, c : Limnephilidae, d : Leptoceridae.....	61
Photo 7: Nymphe d' <i>Hydropsyche</i> sans son étui nymphal.....	62
Photo 8: Adulte d' <i>Hydropsyche fezana</i> (1,5cm).....	63
Photo 9: Accouplement (a) et ponte (b) chez les Trichoptères	65
Photo 10: Adulte mâle de <i>Limnephilus bargagaensis</i> n.sp.....	81
Photo 11: Génitalia ♂ de <i>Limnephilus barbagaensis</i> n.sp.....	82
Photo 12 : <i>Agapetus incertulus</i> N ♂ (5 mm) et son génitalia.....	86
Photo 13: <i>Hydropsyche iberomaroccana</i> N ♂ (1 cm) + le génitalia.....	87
Photo 14 : Quelques espèces de Trichoptères des cours d'eau étudiés. Les mensurations entre parenthèses sont réelles. F : fourreau L : larve N : nymphe.....	105

Introduction générale

Les cours d'eau sont considérés parmi les écosystèmes les plus complexes et dynamiques. Ils jouent un rôle essentiel dans la conservation de la biodiversité, dans le fonctionnement des organismes et dans le cycle de la matière organique (DYNESIUS & NILSON, 1994).

La préservation de la qualité de l'eau est un enjeu majeur pour la gestion durable de l'environnement mais également pour celle de la biodiversité. Les milieux aquatiques revêtent une grande importance car ces milieux constituent une ressource vulnérable en raison des pressions anthropiques fortes et croissantes qui s'y exercent (AGROPOLIS, 2007; SANOGO & KABRE, 2014 ; SANOGO et al., 2014).

Les études faunistiques (macroinvertébrés benthiques), écologiques (répartition spatiale, structure des populations), biogéographiques et physico-chimiques (évaluation et surveillance de la qualité des eaux) revêtent une importance primordiale, d'une part dans la compréhension du fonctionnement et de la gestion des systèmes naturels et aménagés et d'autre part, dans l'évaluation de l'état de santé écologique des hydrosystèmes.

Les Trichoptères constituent un groupe assez diversifié des communautés d'invertébrés lotiques méditerranéens (DECAMPS, 1967 ; VERNEAUX, 1973 ; GIUDICELLI et al., 1985). Leur présence dans les cours d'eau offre un large spectre de réponses aux différents stress environnementaux. Les espèces sont, dans leur majorité, de remarquables bio-indicateurs (MARLIER, 1980). De plus, leurs exigences écologiques sont généralement plus tranchées que celles des Ephéméroptères, ce qui en fait de bons descripteurs des zones de montagne et de plaine (CARYROU et al., 2000).

Si la faune des Trichoptères de l'Europe méditerranéenne est dans son ensemble bien connue, des lacunes persistent en Algérie où les recherches sur ce groupe d'insectes ont été beaucoup plus limitées. Les données préliminaires ont été apportées par MORTON (1896a et 1896b), NAVÀS (1917 et 1928), LESTAGE (1925), GAUTHIER (1928), SEURAT (1930) et VAILLANT (1954 et 1955). Les listes établies par ces auteurs sont, pour la plupart, sommaires et/ou considérées comme de détermination douteuse à la suite de révisions taxonomiques ultérieures.

Durant la décennie 1980, un travail plus élaboré et étalé dans le temps a été entrepris par MALICKY & LOUNACI (1987). Il a porté sur la taxonomie et la faunistique des Trichoptères de Tunisie, d'Algérie et du Maroc et a abouti à la publication de nouvelles données sur ce groupe d'insectes. La liste établie par ces auteurs se compose de 33 taxa appartenant à 11 familles et 20 genres. Parmi l'ensemble des espèces recensées, six étaient nouvelles pour la science (*Rhyacophila urgl*, *Hydropsyche artax*, *H. morla*, *Thremma sardoum africanum*, *Athripsodes ygramul* et *Oecetis uyulala*), et la famille des Uenoidae, représentée par une seule espèce (*Thremma sardoum africanum*) était signalée pour la première fois au Maghreb.

Plus récemment, les différentes études réalisées sur les cours d'eau algériens citent de nombreux taxons de Trichoptères, à côté d'autres nombreux macroinvertébrés benthiques. On peut citer ceux de ARAB *et al.* (2004), sur la faune benthique de l'oued Chiffa et Mouzaia (N-W Algérie), où ont été mentionnées cinq espèces de Trichoptères, parmi lesquelles le genre *Agraylea* et deux espèces *Hydropsyche exocellata* et *H. maroccana* sont des citations nouvelles pour l'Algérie, de LOUNACI *et al.* (2000a), LOUNACI (2005) sur la faune benthique des cours d'eau de Kabylie du Djurdjura où ils dénombrent 26 espèces (toutes déjà citées dans les travaux antérieurs) et de LAMINE (2021) sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des Epheméroptères, Plécoptères, Trichoptères et Coléoptères Hydraenidae et Elmidae des cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura.

Plus récemment encore, ont été entrepris des travaux plus spécialisés contribuant à une meilleure connaissance de cet ordre d'insectes. Ces travaux ont été dédiés exclusivement aux Trichoptères d'Algérie:

SEKHI *et al.* (2016) sur les Trichoptères de Kabylie, SEKHI *et al.* (2019) sur la description de *Limnephilus barbagaensis*, et la découverte de *Micropterna testacea* dans le Maghreb ;

BEMMOUSSAT-DEKKAK & ABDELLAOUI-HASSAINE (2017) sur les communautés des Trichoptères du bassin versant de la Tafna ;

DAMBRI *et al.* (2020) sur les Trichoptères des cours d'eau de la région des Aurès où ils signalent pour la première fois la présence en Algérie de *Wormaldia cf. occipitalis*, *Plectrocnemia conspersa*, *Tinodes dives*, *Hydropsyche modesta*, *Hydropsyche cf. contubernalis* et *Setodes acutus*.

Le présent travail consiste en une étude hydrobiologique globale des cours d'eau de la Kabylie. Il s'inscrit dans le cadre d'une collaboration (Accord cadre) avec l'Université des Sciences de Tétouan (Maroc). Il est initié par l'équipe de recherche « Ecosystèmes Aquatiques Continentaux du laboratoire de recherche Ressources Naturelles » de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Il s'inscrit dans le cadre d'une meilleure connaissance des écosystèmes lotiques d'Algérie. Il est axé principalement sur l'étude des données faunistiques et se fixe pour objectif d'une part, de rassembler les données bibliographiques sur le groupe systématique considéré (Trichoptères) et d'autre part, de dresser une liste faunistique de référence de ce même groupe, et d'autre part encore, de préciser la distribution spatiale et l'écologie des espèces.

Sur le plan biogéographique, il vise à compléter et à approfondir les connaissances sur les relations qui peuvent exister entre la faune régionale (locale) et celles des zones géographiques du pourtour du bassin méditerranéen en général et des régions voisines en particulier.

Introduction générale

Le présent travail s'organise, d'une manière classique, en trois chapitres :

- Le premier résume les principales caractéristiques physiques et environnementales de la région d'étude : géographie, géologie, climatologie, végétation et impact humain ;
- Le deuxième traite de la description détaillée des sites d'étude, des caractéristiques physiques des stations étudiées et du protocole d'échantillonnage ;
- Le troisième chapitre, le plus important, est consacré à l'étude des Trichoptères inventoriés y compris les analyses écologiques et biogéographiques. L'étude écologique porte le plus souvent sur les facteurs de répartition des espèces et sur leur distribution longitudinale. Dans un deuxième temps, ce sont les résultats de la variabilité de la richesse spécifique et de l'abondance dans l'espace suivi d'une analyse de la structure des communautés.

Chapitre I

Caractéristiques générales de la zone d'étude

1-Situation et cadre géographique

La Kabylie du Djurdjura constitue notre zone d'étude. Elle est située à 100 km à l'Est d'Alger et à moins de 50 km au Sud du littoral méditerranéen. Elle chevauche la wilaya de Tizi-Ouzou au Nord et celle de Bouira au Sud. Elle est comprise entre les latitudes Nord

40°50' et 41°00' et les longitudes Est 1°50' et 2°50'. D'une superficie de l'ordre de 3000 km², elle s'étend depuis les massifs montagneux du Djurdjura (Thala Guilef, Tikjda, Tizi-N'Kouilal, Tirourda, Akfadou) dont les altitudes dépassent les 1500 m, jusque dans les plaines de Tizi-Ouzou (vallée du Sébaou) (figure 1).

Dans l'impossibilité d'étudier l'ensemble des cours d'eau de la région d'étude, il nous a paru intéressant de retenir l'oued Sébaou et ses principaux tributaires situés sur le versant Nord du Djurdjura :

- l'oued Boubhir qui draine les écoulements en provenance de la dorsale orientale du Djurdjura (col de Tirourda) et du massif de l'Akfadou (col de l'Akfadou, col de Chellata) ;
- l'oued Aissi qui collecte les écoulements de la dorsale médiane du Djurdjura (col de Tizi-N'Kouilal, Azrou N'Chria, col Goulmime) ;
- l'oued Bougdoura qui draine les écoulements de la dorsale occidentale du Djurdjura (Thala Guilef, Djebel Haizer).

1-1-Le Djurdjura

Le Djurdjura fait partie des chaînes telliennes en bordure du littoral méditerranéen. Il constitue le plus grand massif de l'Atlas tellien avec des sommets dépassant fréquemment 2000 m d'altitude. Cette chaîne, orientée Est-Ouest, s'étale sur environ 50 km de longueur pour une largeur relativement réduite (1 à 10 km). Cette disposition lui donne l'allure d'une muraille constituant ainsi une ligne de partage des eaux entre les bassins versants de la Soummam et du Sébaou.

1-2- La vallée du Sébaou

La vallée du Sébaou est une dépression allongée et évasée à cause de sa structure géologique et de la nature lithologique des terrains. Elle est située dans la wilaya de Tizi-Ouzou et est drainée par l'oued Sébaou, principal cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura.

2-Cadre géologique

La Kabylie du Djurdjura (figure 2) a fait l'objet de différentes études géologiques (FLANDRIN, 1948, 1952 ; THIEBAULT, 1952 ; RAYMOND, 1976 ; GELARD, 1979). Elle présente une topographie particulière et une lithologie assez variées qui résultent d'une histoire géologique complexe (YAKOUB, 1985). On y trouve des terrains appartenant essentiellement au Mésozoïque et Cénozoïque.

Le Djurdjura présente un faciès principalement composé de terrains calcaires, de roches cristallines et cristallophylliennes de nature magmatique (granites et pegmatites) et métamorphiques (micaschistes et quartzites), qui lui confèrent une grande résistance à l'érosion linéaire mais fortement karstifié.

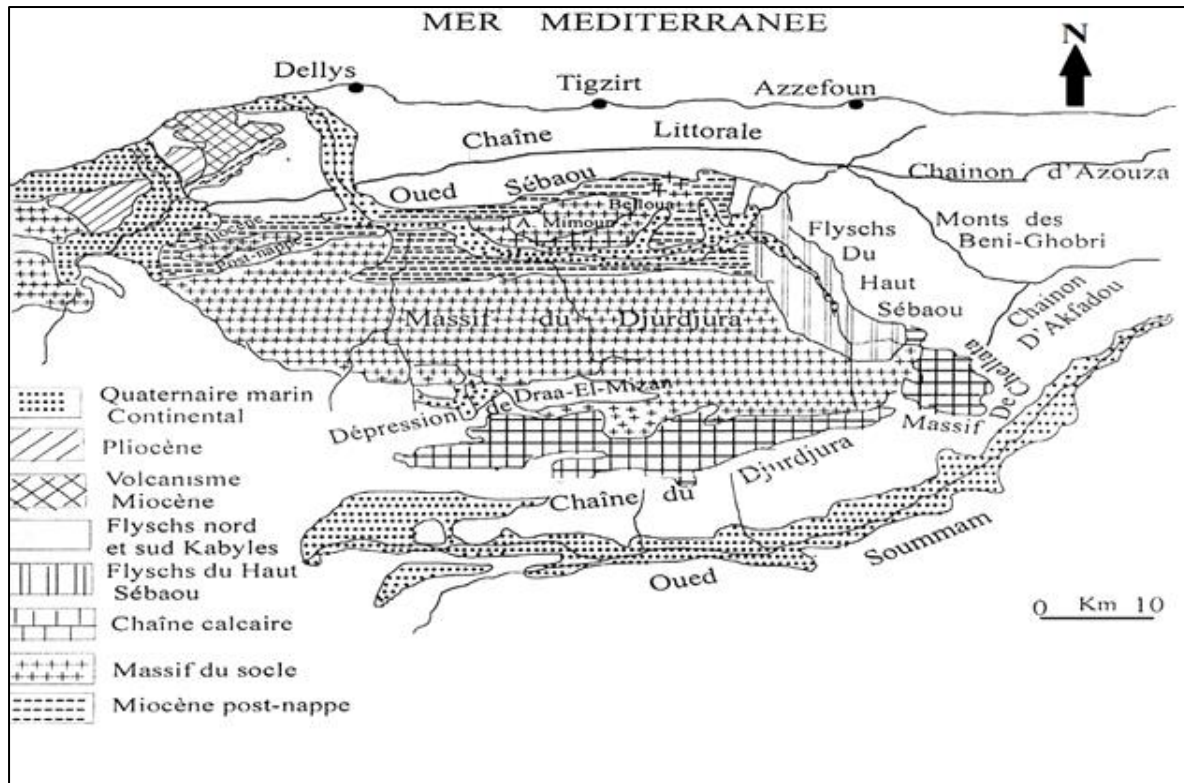


Figure 2 : Les grandes unités morphostructurales de la Kabylie (d'après FLANDRIN, 1952).

- **La chaîne calcaire du Djurdjura :** le massif du Djurdjura forme l'élément principal d'une grande unité structurale, appelée la chaîne calcaire à cause de ses sédiments composés essentiellement de calcaires et des grès.

La lithologie de cette chaîne est d'un intérêt hydrogéologique important car elle est à l'origine de nombreux écoulements superficiels et saisonniers qui favorisent l'existence du phénomène de karstification donnant naissance à des sources en altitude et le développement d'importants gouffres.

- **Le socle Kabyle :** il est représenté par diverses formations cristallophylliennes: schistes, Micaschistes, gneiss, granites et pegmatites. De par sa topographie, le socle Kabyle favorise la convergence des eaux de pluies vers les principaux affluents de l'oued Sébaou (YAKOUB, 1996).

- **Les dépressions sédimentaires** : elles correspondent aux étroites vallées intra montagneuses. Elles se composent essentiellement par celles des Ouacifs et de Mechtras creusées au pied du Djurdjura à de basses altitudes (300 à 400 m) ainsi que la dépression principale du col de Tirourda, qui se maintient à 1956 m.
- **Le miocène**: il est formé de marnes et d'argiles et occupe le fond des vallées. Par sa nature imperméable, il permet des écoulements de surface qui alimentent les oueds.
- **Le quaternaire**: il est bien représenté dans la dépression de Mechtras et tout au long des oueds. Il est constitué d'un matériel hétérogène (galets, graviers, sable, limons) et représente d'importantes accumulations : les nappes alluviales.

3- Climat général

Le climat de l'Algérie se distingue par une influence marine au Nord et une tendance continentale subdésertique provenant du Sud. Les vents prédominants sont de direction Nord et Nord-Est (SELTZER, 1946).

La région d'étude, se situant au Nord de l'Afrique et en Méditerranée occidentale, se trouve sous l'influence du climat méditerranéen. Son climat varie de l'humide au sub-humide, ses caractéristiques fondamentales peuvent être résumées ainsi :

- hivers froids et humides avec des précipitations à grandes irrégularités inter-annuelles,
- étés chauds et secs avec une sécheresse totale bien marquée, se prolongeant de la mi-juin à octobre.

Le manque de données, dû essentiellement à l'absence d'un réseau météorologique dans la région d'étude nous a contraint à utiliser les données de MEDDOUR (2010) qui a travaillé sur des sites proches de nos stations, et celles fournies par l'agence nationale de la ressource hydrique (A.N.R.H) et par l'office national de la météorologie (O.N.M) de Tizi-Ouzou: stations d'Ait Aicha, Ath-Djemaa, Ath-Ouabane, Azazga, Boubhir, Tegma, Tizi-Ouzou, Boghni, sites choisis ici pour leur localisation dans la zone d'étude ou sa poche périphérie (tableau 1 et figure 3).

Tableau 1 : Coordonnées géographiques des stations climatiques de référence.

	Altitude (m)	Latitude N (km)	Longitude W (km)
Ait Aicha	1000	661,78	373,9
Tegma	1000	660,25	382,95
Ath-Ouabane	960	643,25	354,7
Ait-Djemaa	840	621,75	357,25
Azazga	450	649,6	383,9
Boghni	250	612,55	361,15
Tizi-Ouzou	250	620,7	380,25
Boubhir	215	650,25	382,95

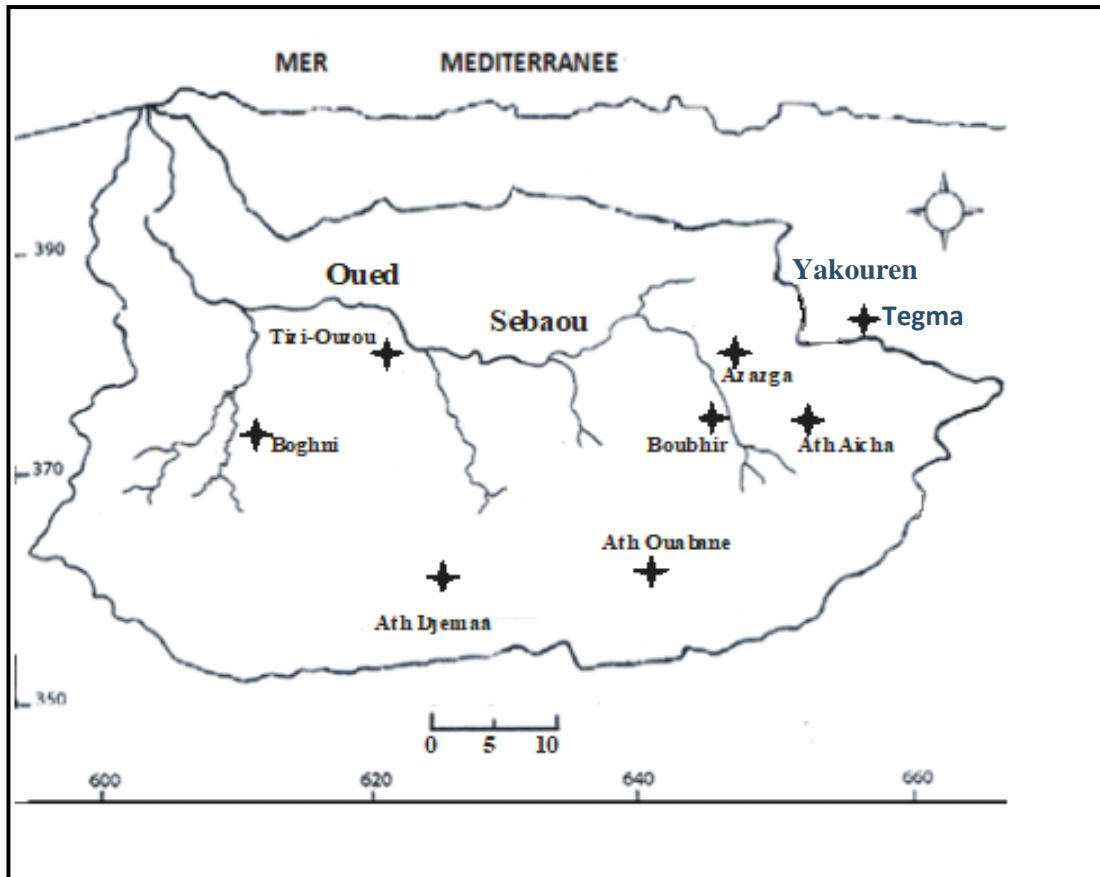


Figure 3: Carte de localisation des stations climatiques de la zone d'étude.
(DJEMAI, 2008 modifiée)

3-1-Précipitations

Dans tous les pays du Maghreb, la pluviométrie est, selon MEDDOUR (2010), le paramètre climatique dominant, étant d'une part généralement insuffisante et, d'autre part, beaucoup plus variable que la température tant à l'échelle spatiale que temporelle (répartition mensuelle et saisonnière, irrégularité interannuelle).

En Algérie, la pluviométrie est sous l'influence de facteurs géographiques : l'altitude, la latitude, la longitude et l'exposition (SELTZER, 1946 ; QUEZEL, 1957 ; CHAUMONT & PAQUIN, 1971). En effet, la pluviométrie augmente avec l'altitude, mais elle est plus élevée sur le versant exposé aux vents humides. Elle augmente d'Ouest en Est et diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral vers le Sud.

La Kabylie est l'une des régions les plus arrosées d'Algérie. Environ 10 % de sa superficie se trouve au-dessus de 800 m d'altitude et peut recevoir des précipitations à la fois sous forme de neige et de pluie, ce qui constitue un atout hydrologique important pour l'alimentation des oueds.

Selon CHAMONT & PAQUIN (1971), la hauteur des précipitations annuelles peut dépasser 2000 mm sur les pics les plus élevés. D'après TOUAZI & LABORDE (2004), les massifs Kabyles reçoivent un total pluviométrique annuel de 1500 à 2000 mm en versant Nord. MESSAOUDENE et *al.* (2004) et MEDDI & TOUMI (2013), avancement, quant à eux, une pluviométrie annuelle variant entre 1200 et 2000 mm.

3-1-1- Précipitations annuelles

Les précipitations représentent la source principale de l'eau. Elles sont caractérisées par leur volume, leur intensité et leur influence qui varient selon les lieux, les jours, les mois et aussi les années (GUYOT, 1999).

Malgré son influence, la pluviosité moyenne annuelle reste la donnée la plus utilisée pour caractériser la quantité de pluie en un lieu donné. Les précipitations moyennes annuelles de la région d'étude pour la période allant de 2000 à 2013 sont mentionnées en annexe 1 et figure 4.

Les moyennes interannuelles calculées pour la période 2000-2013 mettent en évidence leur importance avec l'altitude. Dans les régions de Ait Aicha, Tegma et Ath-Ouabane, d'altitude supérieures à 1000 m, les précipitations sont élevées (supérieures à 1100 mm/an).

Dans les régions de Ath-Djemaa (alt. 840 m) et de Azazga (alt. 450 m), les précipitations sont respectivement de 907,8 mm et 1039,6 mm.

Dans la vallée du Sébaou et de Boghni, les précipitations moyennes annuelles sont respectivement de 978,8 mm (Boubhir, alt. 215 m), 868,9 mm (Tizi-Ouzou, alt. 250 m) et de 732,7 mm (Boghni, alt. 250m).

L'augmentation des totaux pluviométriques est liée, d'une part à l'effet d'altitude et, d'autre part, au nombre de jours de pluies et à leur intensité.

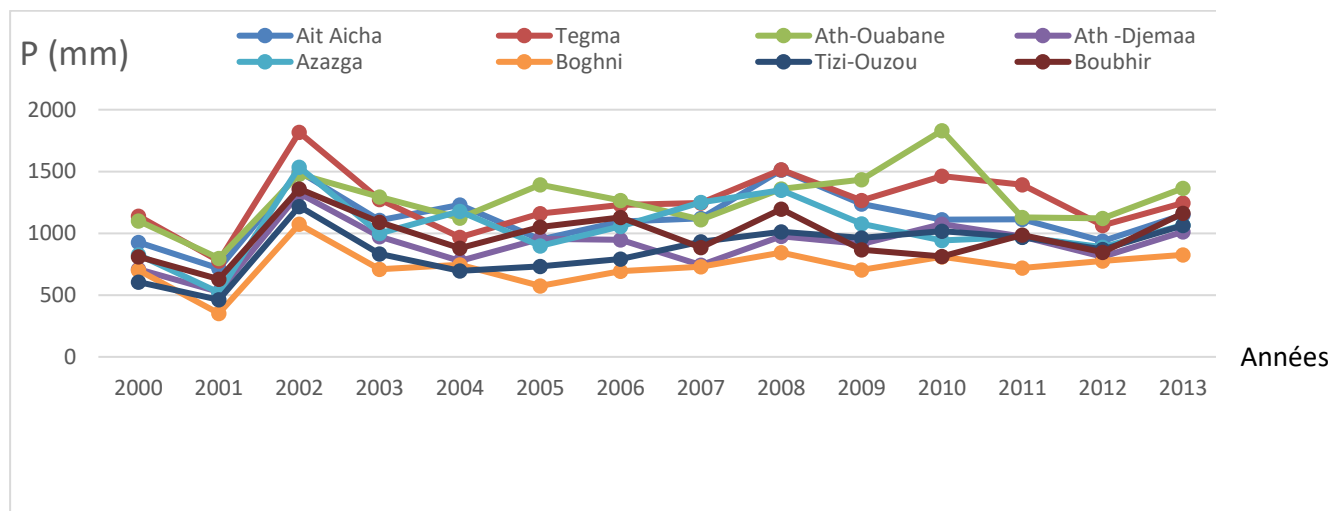


Figure 4 : Précipitations moyennes annuelles (en mm) à certaines localités de la région d'étude période 2000-2013 (source A.N.R.H. de Tizi-Ouzou).

3-1-2-Précipitations mensuelles

Les précipitations moyennes mensuelles pour les localités environnantes de la région d'étude sont portées en annexe 2.

La lecture de la figure 5, montre que les précipitations moyennes mensuelles présentent dans l'ensemble un même profil pluviométrique. Les plus importantes s'observent de novembre à mai (plus de 80% du total pluviométrique) avec deux pics, en décembre et janvier, et au printemps (mars et mai). Presque tous les mois de la saison humide enregistrent plus de 100 mm en moyenne.

Le maximum pluviométrique est enregistré en décembre et janvier pour l'ensemble des stations, il varie de 123,5 mm à 210,5 mm. Ces précipitations diminuent ensuite progressivement à partir du mois de mai pour atteindre des valeurs minimales en juillet et août où le minimum pluviométrique varie de 2,2 mm à 16,9 mm, et reprennent en septembre. Elles sont cependant très inégalement réparties car une grande partie en est concentrée en quelques jours et tombe rapidement sous forme d'orages.

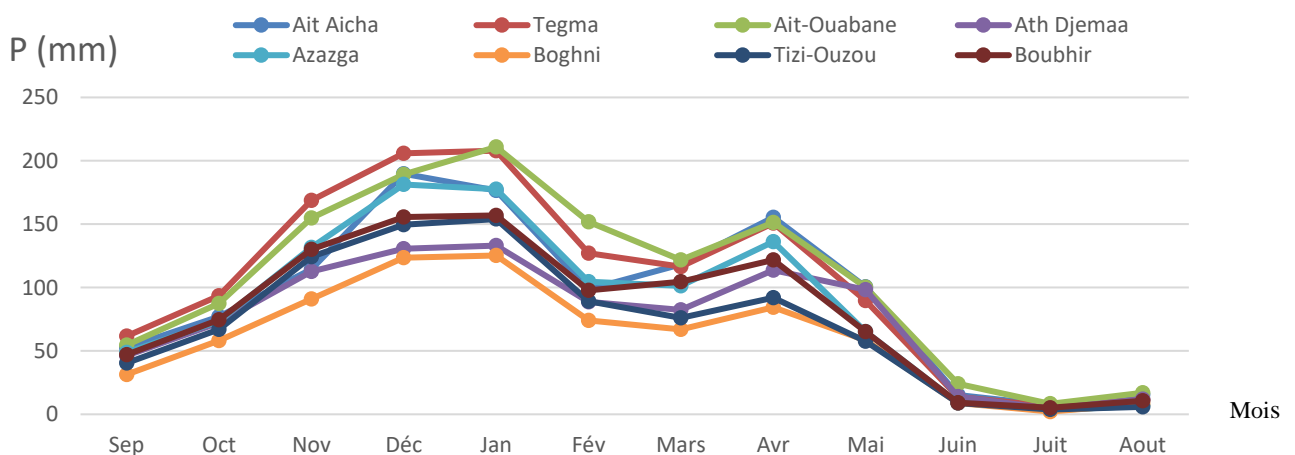


Figure 5 : Précipitations moyennes mensuelles (mm) à certaines localités de la région d'étude (période 2000-2013).

3-1-3- Régime saisonnier

La connaissance de la pluviométrie annuelle moyenne, même sur une longue période, est une donnée insuffisante pour caractériser un régime pluviométrique régional. Il est nécessaire de la compléter par la détermination de la répartition saisonnière des pluies dans l'année (régime saisonnier) et de ses variations (CHAUMONT & PAQUIN, 1971).

Le régime saisonnier consiste à calculer la somme des précipitations par saison et à effectuer le classement saisonnier par ordre de pluviosité décroissante en désignant chaque

saison par son initiale. L'hiver a été défini comme la période de décembre de l'année $n - 1$ à janvier et février de l'année n (H) ; le printemps intègre les mois de mars à mai (P) ; l'été les mois de juin à août (E) et l'automne la période de septembre à novembre (A). Les totaux pluviométriques saisonniers et leur importance par rapport au total annuel de chaque station, ainsi que leur indicatif saisonnier, sont portés dans le tableau 2.

Le régime saisonnier des stations est de type HP AE. La majorité des précipitations est concentrée en hiver et au printemps avec plus de 70 % de la pluviosité moyenne annuelle.

Tableau 2 : Précipitations saisonnières dans les stations de références pour la période 2000-2013.

	Altitude (m)	Hiver (H)	Printemps (P)	Automne (A)	Eté (E)	Indice saisonnier
Ait Aicha	1000	465,1	374,2	244	37,9	HPAE
Tegma	1000	541,1	357,1	323,8	31,6	HPAE
Ath-Ouabane	960	552,1	373,4	297	49,2	HPAE
Ath-Djemaa	840	352,3	294,1	231,1	30,3	HPAE
Azazga	450	463,5	302,9	253,9	19,3	HPAE
Boghni	250	322,8	209,9	180,6	19,4	HPAE
Tizi-Ouzou	250	392,8	231,7	225,5	18,6	HPAE
Boubhir	215	410,3	291,7	251,8	25	HPAE

3-1-4- Enneigement

La neige et la durée du manteau neigeux sont d'un intérêt certain en hydrologie. Elle constitue un stock important sous forme solide avec libération continue et régulière de l'eau. Sa répartition saisonnière et altitudinale imprime un caractère nival à pluvio-nival au régime des écoulements et à l'infiltration.

Dans la zone d'étude, les précipitations neigeuses apparaissent au-dessus de 600 m d'altitude mais ne deviennent importantes, par le nombre de jours de neige comme la durée de la couverture neigeuse, qu'à partir de 1200 m.

Selon ABDESSELAM (1995) la durée moyenne de la couverture neigeuse est 49 jours sur les sommets du Djurdjura Sur les piémonts, la durée de la couverture neigeuse est presque nulle ; la neige fond rapidement, aussitôt tombée.

Les précipitations neigeuses apparaissent dès le mois de novembre, celles-ci sont concentrées entre décembre et avril, période où la moyenne journalière des températures atteint son seuil minimal. Le mois de janvier est le plus neigeux. Il est suivi des mois de décembre et février. Les autres mois se classent dans l'ordre suivant : mars, novembre et avril.

Le nombre de jours consécutifs de chute de neige et l'épaisseur des chutes sont très variables dans le temps et dans l'espace. On enregistre fréquemment en haute montagne 3 à 4 jours consécutifs de chute de neige et des épaisseurs de 0,2 à 2 m (ABDESSELAM, 1995).

3-2- Température

La température est un facteur limitant, il contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition des espèces végétales et animales. En effet, la survie d'une espèce est possible entre deux limites de températures. Entre ces limites, son action se manifeste sur le métabolisme, la durée du cycle biologique, le temps de survie et le taux de reproduction (ANGELIER, 2000).

Dans ce chapitre, nous n'analyseront que les données thermiques de l'air. Quant au régime thermique des cours d'eau, qui dépend en partie de la température du milieu ambiant, elle fera l'objet d'une analyse détaillée au chapitre II.

La température atmosphérique est un facteur important qui intervient d'une part, dans l'étude hydro-climatique d'une région et d'autre part, dans l'établissement du bilan hydrologique.

Les seules données des températures de l'air dont nous disposons sont celles d'Ath Djemaa (alt. 840 m) et d'Ath-Ouabane (alt. 960 m) pour la période 1988-1992 (in ABDESSELAM, 1995), et celles de la station de Tizi-Ouzou (alt. 250 m) pour la période 2000-2013 fournies par l'O.N.M. de Tizi-Ouzou (tableau 3).

Tableau 3 : Températures moyennes mensuelles de l'air (en °C) enregistrées à Ath Djemaa, Ath Ouabane et Tizi-Ouzou (m: minimales, M: maximales, T: moyennes)

		Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	J	Jt	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy
Ath Djemaa	m	7,2	8,7	10,7	11,2	16,1	22,8	25,4	26	23,6	18,2	12	8,2	15,8
	M	12,4	14,2	14,6	14,9	19,5	25,5	29,7	30,9	26,6	20,9	15,3	12,9	19,8
	T	9,8	11,5	12,7	13,2	17,8	23,7	27,6	28,5	25,1	19,6	13,7	10,5	17,8
Ath-Ouabane	m	4	5,4	7,8	9,2	14,1	19,4	22,3	23,6	20,6	14,1	9,8	5,7	13
	M	6,8	9,4	11,9	13,3	18,8	25,2	28,7	29,2	25,8	18,3	12,7	7,9	17,3
	T	5,4	7,2	9,9	11,3	10,5	22,3	25,7	26,4	23,2	10,2	11,5	6,8	15,2
Tizi-Ouzou	m	6,3	7,1	8,8	10,9	14,2	18,3	21,6	21,9	18,5	15,8	10,6	7,6	13,5
	M	15	16,6	19,8	21,8	26,3	32,3	35,9	35,6	30,9	27,4	20	16,2	24,8
	T	10,1	11	13,7	15,8	19,5	24,7	28,1	27,8	24,3	20,7	14,5	11,7	18,5

Les températures moyennes annuelles sont variables d'une année à l'autre. La moyenne interannuelle est de 17,8°C à Ath Djemaa, 15,2°C à Ath Ouabane et 18,5°C à Tizi-Ouzou.

Les températures maximales sont enregistrées aux mois de juillet et août avec respectivement 29,7°C et 30,9°C à Ath-Djemaa, 28,5 °C, 29,2 °C à Ath-Ouabane et 35,9 °C , 35,6 °C à Tizi-Ouzou.

Les températures minimales sont enregistrées en janvier pour l'ensemble des stations, elles sont de 7,2 °C à Ath-Djemaa, 4 °C à Ath-Ouabane et 6,3 °C à Tizi-Ouzou.

Une des caractéristiques thermiques de la région d'étude est l'écart élevé entre les moyennes des minima (m) du mois le plus froid et des maxima (M) du mois le plus chaud. Les minima et maxima enregistrés sont :

- à Ath-Djemaa	m = 7,2°C	M = 30,9°C
- à Ath- Ouabane	m = 4 °C	M = 29,2°C
- à Tizi-Ouzou	m = 6,3°C	M = 35,9°C

4- Végétation

La végétation est un facteur qui influence le ruissellement superficiel, l'évapotranspiration et la capacité de rétention. Elle exerce une protection mécanique en diminuant la force vive des eaux et en favorisant l'infiltration. L'absence d'un couvert végétal et le manque d'aménagement pour la protection des berges participent amplement à l'érosion des sols et à une importante diminution des eaux de surface.

En Kabylie, l'hétérogénéité topographique et l'action anthropique ont imprimé au paysage végétal un caractère très morcelé. MESSAOUDENE et *al.* (2007) distinguent, en fonction de l'altitude, les associations végétales suivantes :

- ✓ dans les hautes altitudes (> à 1000 m), la végétation est constituée principalement de pelouses écorchées à xérophytes épineux rampants ;
- ✓ en moyenne montagne (500 - 1000 m), la végétation est formée essentiellement de chêne vert (*Quercus ilex*), de frêne (*Fraxinus sp.*) et d'érable (*Acer obtusatum*) ;
- ✓ dans les piémonts, la végétation est représentée par l'olivier (*Olea europea*), le figuier (*Ficus carica*) et le grenadier (*Punica granatum*) ;
- ✓ en plaine, les formations végétales sont représentées par des vergers (pommier, oranger, vigne, poirier, figuier) et des cultures maraichères.

Le long des cours d'eau, la végétation bordante est généralement dominée par une strate arborescente et arbustive. La répartition des associations végétales des cours d'eau étudiés permet de distinguer :

- en altitude supérieure à 1000 m, une strate herbacée et épineux (ronces et genêts);
- en moyenne altitude (500 - 1000 m), la ripisylve est représentée essentiellement par l'aulne (*Alnus glutinosa*), le saule (*Salix pedicellata*), le merisier (*Cerasus avium*) et de nombreuses lianes ayant comme support les strates arborescentes;

- dans les piémonts et plaines, la végétation bordante est constituée principalement par le peuplier noir (*Populus nigra*), le peuplier blanc (*Populus alba*), le laurier rose (*Nerium oleander*), le tamaris (*Tamarix* sp.) et l'eucalyptus (*Eucalyptus* sp.).

Quant à la végétation aquatique, elle est composée de mousses qui dominent dans la partie supérieure des cours d'eau et d'algues et de macrophytes en aval.

5- Perturbations anthropiques

La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine (RODIER, 2010). Elle entraîne une modification des paramètres physico-chimiques des eaux qui induira un changement de la composition et de la structure des communautés de macroinvertébrés en place (FOSSATI et al., 2001).

L'impact anthropique diffère d'une zone à l'autre et varie en général selon l'altitude du secteur concerné. En effet, dans la partie amont des cours d'eau, la pollution est essentiellement d'origine domestique et agricole, cumulée au pompage de l'eau. Les zones sensibles pourraient être près des villages où les eaux usées qui y sont directement rejetées. Dans les parties moyenne et aval, les atteintes du milieu dues à l'homme sont plus intenses. Cela est dû d'une part, à l'industrialisation rapide du Nord de l'Algérie, et d'autre part, à l'extension rapide des zones urbaines qui déversent inévitablement les eaux usées, épurées ou non, dans les cours d'eau.

Les perturbations observées sur les parties avals des cours d'eau ont plusieurs origines :

Origine urbaine

Les cours d'eau reçoivent des charges organiques des activités domestiques de plusieurs agglomérations situées en bordure (Ath-Zekki, Sahel, Bouzeguene, Ililthen, Ain El Hammam, Ath Yenni, Larbâa N'Ath Ouacifs, Ouadhias, Boghni... etc). En effet, l'extension des zones urbaines et l'absence de station d'épuration des eaux usées rendent l'épuration parfois des rejets insignifiante. En période estivale, certains cours d'eau font fonction d'égout à ciel ouvert.

Origine industrielle

L'industrialisation rapide de la wilaya de Tizi-Ouzou s'est accompagnée d'une atteinte à l'environnement et entre autre à la qualité des eaux de surface. Les eaux résiduaires contiennent un grand nombre d'éléments dissous et en suspension, organiques ou minéraux (matières organiques, acides, métaux lourds, détergents, huiles ...) qui peuvent être parfois toxiques ou difficilement biodégradables.

Origine agricole

La pollution agricole causée principalement par l'utilisation irrationnelle d'engrais chimiques, d'herbicides, d'insecticides et de pesticides divers fait que via le lessivage des sols, l'eau retourne aux cours d'eau chargée en éléments eutrophisants (nitrates, phosphates), induisant ainsi des déséquilibres dans la flore et la faune aquatique. A cela s'ajoute la pollution par les margines, malgré le caractère saisonnier des huileries, constitue une source permanente de pollution des eaux de surface. La matière organique grasse des margines forme un film empêchant la pénétration de la lumière et les échanges gazeux dont l'oxygène qui est l'élément indispensable pour l'activité métabolique.

De plus, avec le développement des surfaces irriguées, les besoins en eau ont entraîné la multiplication des points de pompage d'eau. En période d'étiage, la baisse du débit cumulée à l'infiltration et au pompage des eaux de surface entraînent la mise à sec de portions importantes des cours d'eau induisant ainsi une réduction spatio-temporelle des biotopes lotiques.

Origine mécanique

Les cours d'eau sont fortement exploités sur leur cours moyen et inférieur. L'extraction importante de sable et de gravier, en relation avec l'accroissement des constructions, entraîne une déstabilisation du lit avec une modification de sa morphologie ainsi qu'une remise en suspension accrue des éléments fins, conduisant à l'altération des écosystèmes aquatiques.

Chapitre II

Sites et méthodes d'étude

Ce chapitre constitue une description des cours d'eau étudiés, des sites d'échantillonnages avec une présentation générale du contexte environnemental et des méthodes d'étude employées.

1- Milieu d'étude

L'objectif de ce travail est l'établissement de listes faunistiques de Trichoptères et de rechercher les relations entre les caractéristiques du milieu et sa faune. La démarche a été d'échantillonner les habitats représentatifs des cours d'eau de la zone d'étude sur la base d'un protocole établi après une étude bibliographique.

Pour ce travail, il a fallu choisir un certain nombre de sites couvrant la totalité de la région d'étude et à toutes altitudes : depuis 100 m jusqu'à 1170 m.

Deux grandes catégories de sites ont été distinguées : la première catégorie regroupe les sites dits « impactés », situés à l'aval des principales sources de pollution. La seconde catégorie regroupe les sites dits de « référence » qui sont implantés sur les secteurs amont non perturbés des cours d'eau, en amont des zones urbaines et / ou industrielles. Leur isolement réduit l'effet anthropique sur les cours d'eau. Ces stations doivent servir à étudier les conditions naturelles et à servir de référence pour les comparaisons avec les stations sur lesquelles l'homme exerce un impact.

Parmi les stations prospectées, 30 ont été retenues dans le cadre de ce travail (figure 6). Ces stations ont fait l'objet d'une étude suivie. Certaines d'entre elles présentent un écoulement permanent, d'autres subissent un assèchement plus ou moins long pendant les étés secs.

Le choix de ces stations a été effectué en tenant compte de certains paramètres tels que l'altitude, la pente, la diversité des biotopes, l'amont et l'aval des agglomérations afin d'estimer l'importance de l'impact humain, et dans une certaine mesure, la régularité de la répartition des stations le long des cours d'eau. Ce choix est aussi conditionné par l'accessibilité aux stations.

Les 30 stations se répartissent comme suit :

- 2 sur l'oued Sébaou (s.s.) (S1, S2)
- 13 sont situées sur les cours d'eau du sous-bassin de l'assif Boubhir :
 - 3 assif Ousserdoun (OU1, OU2, OU3)
 - 2 assif Iguersafene (IG1, IG2)
 - 3 assif Sahel (SA1, SA2, SA3)
 - 3 assif El-Khemis (AI, AA, KH)
 - 1 assif Tirourda (TR)
 - 1 oued Boubhir (s.s.) (B1)

- 11 sur les cours d'eau du sous-bassin de l'oued Aissi :
 - 1 assif El- Djemâa (D1)
 - 6 assif Larbâa (A1, A2, A3, A4, A5, A6)
 - 4 assif Ouadhias et ses tributaries
 - * 2 assif Thamdha (O1, O2)
 - * 1 assif Aghalladh (O3)
 - * 1 assif Ouadhias (s.s.) (O4)

- 4 sur les cours d'eau du sous-bassin de l'oued Bougdoura :
 - 3 assif Chemlili (BO1, BO2, BO3)
 - 1 oued Boghni (BO4)

2-Description des cours d'eau et des stations d'étude

Les stations sont indiquées par des points sur la figure 6. Elles portent la dénomination du cours d'eau sur lequel elles se trouvent ou le nom de la localité la plus proche.

Pour chaque station étudiée, nous indiquons :

- la localité la plus proche ;
- l'altitude;
- la pente à la station;
- la distance à la source;
- la largeur moyenne du cours d'eau;
- la profondeur moyenne de la lame d'eau;
- la végétation bordante;
- la végétation aquatique;
- la nature du substrat;
- l'action anthropique lorsqu'il y en a.

2-1-Oued Sébaou (s.s.)

L'oued Sébaou est le principal cours d'eau de Kabylie. Il collecte l'ensemble des écoulements en provenance des bassins-versants : d'une part, du flanc méridional de la chaîne côtière (oued Dis et oued Stita) et d'autre part, du versant septentrional du Djurdjura (assif Ousserdoun, assif Sahel, oued Boubhir, oued Rebta, oued Aissi et oued Bougdoura). Il prend naissance à 25 km au Sud-Ouest d'Azazga au lieu dit « pont de Boubhir », point de confluence des assifs Ousserdoun, Sahel et Boubhir.

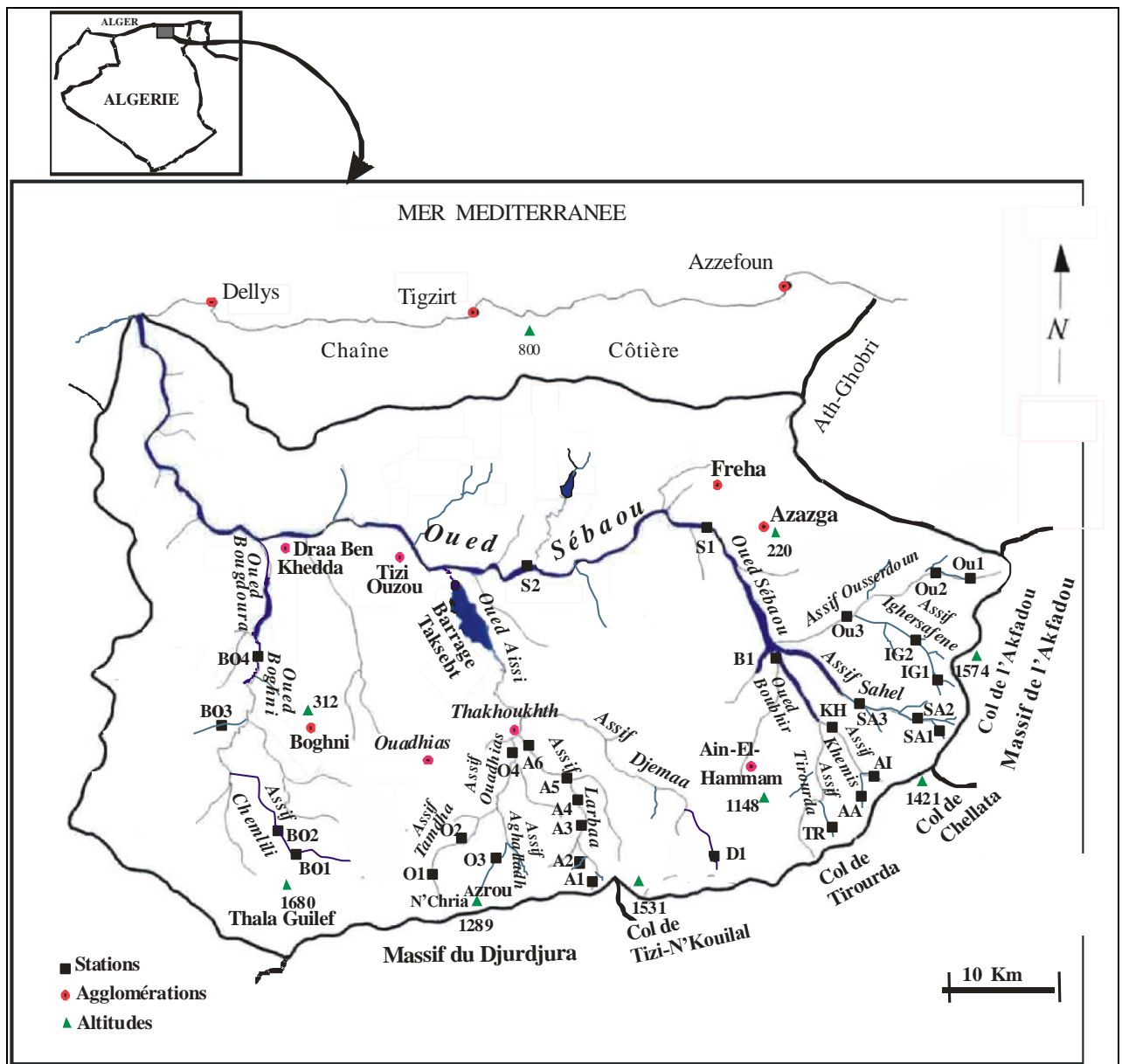


Figure 6 : Localisation des cours d'eau étudiés et des 30 stations d'échantillonnage.

Sa partie amont, connue sous le nom de « Haut Sébaou », de pente moyenne de l'ordre de 1,5 %, coule du Sud au Nord sur une distance de 25 km, entre 200 m et 150 m d'altitude. Ses parties moyennes (moyen Sébaou) et avales (bas Sébaou) avec un lit relativement plat, de pente moyenne de l'ordre de 0,3 % coule sur une distance de 50 km d'Est en Ouest puis du Sud au Nord sur une vingtaine de km avant de se jeter dans la mer méditerranée.

Sur son parcours, se trouvent d'importantes gravières induisant, par les extractions de granulats, des perturbations du milieu.

Deux stations sont retenues sur ce cours d'eau : S1 et S2.

Station S1

Elle est située à 2 km environ de Fréha.

- Altitude : 160 m ;
- Pente : 1,2 % ;
- Distance à la source : 40 km ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 10 m ;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 30 cm ;
- Nature du substrat : galets, graviers, sable, matière organique ;
- Vitesse du courant : lente ;
- Végétation bordante : strates arbustive et arborée éparses ;
- Végétation aquatique : algues et macrophytes ;
- Action anthropique : rejets domestiques et extraction artisanale de sable.

Station S2

Cette station est localisée à 2 km en amont du village de Tamda.

- Altitude : 100 m ;
- Pente : 0,3 % ;
- Distance à la source 45 km ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 10 m ;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 40 cm ;
- Nature du substrat : galets, graviers, sable et matière organique ;
- Vitesse du courant : lente;
- Végétation bordante : strates arbustive et arborée éparses ;
- Végétation aquatique : algues et macrophytes;
- Action anthropique : prélèvement de sable, rejets urbains et dépôts d'ordures sur les rives.

2-2- Sous- bassin versant de l'oued Boubhir

Les cours d'eau du sous-bassin versant de l'oued Boubhir drainent l'ensemble des écoulements du flanc Nord-Est de la Kabylie du Djurdjura : parties septentrionales du massif de l'Akfadou (col de l'Akfadou), partie orientale du Djurdjura (col de Chellata et col de Tirourda).

Trois secteurs hydrographiques ont retenu notre attention : assif Ousserdoun, assif Sahel, et oued Boubhir.

2-2-1-Assif Ousserdoun

L'assif Ousserdoun draine les écoulements du flanc Nord du massif de l'Akfadou. L'importance de son lit est dû aux écoulements de l'assif Ousserdoun (s.s) et de l'assif Iguersafen (écoulement en provenance du col de l'Akfadou).

Il prend naissance dans le massif de l'Akfadou à 1400 m d'altitude à partir des sources et des ruisseaux alimentés par les eaux de pluie et de fonte de neige. Il se caractérise dans sa partie supérieure par une pente moyenne de l'ordre de 10 %, laquelle lui confère par endroits un régime hydrologique torrentiel. De dimensions réduites en amont, il s'élargit dans sa partie aval, atteignant plus de 3 m de large au niveau du village Mehagga. Après un parcours de 12 km, il se jette à Tighzert N'Boubhir à une altitude d'environ 250 m.

Trois stations sont retenues sur ce cours d'eau : OU1, OU2 et OU3 (photo 1).

Station OU1

Elle est située à 1,5 km en amont du village Mehagga.

- Altitude : 900 m;
- Pente : 8% ;
- Distance à la source : 2 km ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 3m ;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 15 cm;
- Nature du substrat : blocs, gros galets, sable, débris végétaux ;
- Vitesse du courant : moyenne ;
- Végétation bordante : strates arborée et arbustive fournies (recouvrement de l'ordre de 80 %);
- Végétation aquatique : mousses.

Station OU2

Elle est située à environ 1 km en aval de la station OU1.

- Altitude : 810 m ;
- Pente : 4 % ;
- Distance à la source : 3 km;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 3 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 20 cm;
- Nature du substrat : blocs, gros galets, sable, débris végétaux;
- Vitesse du courant : moyenne;
- Végétation bordante : strates arborée et arbustive (recouvrement de l'ordre de 40 %) ;
- Végétation aquatique : mousses.

Station OU3

Cette station est localisée à 100 m en amont du pont de Bouzeguène,

- Altitude : 460 m;
- Pente : 3 %;
- Distance à la source : 10 km;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 6 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 30 cm;
- Nature du substrat : blocs, gros galets, matière organique;
- Vitesse du courant : rapide;
- Végétation bordante : strates herbacée, arbustive et arborée éparses (recouvrement de l'ordre de 10 %) ;
- Végétation aquatique : mousses, algues filamenteuses ;
- Action anthropique : rejets urbains des villages d'Idjeur, dépôts d'ordures sur les rives du cours d'eau et pompage de l'eau pour l'irrigation.

•Assif Iguersafen

Torrent de montagne, prend naissance à Adrar Djarban (Nord-Est du massif forestier de l'Akfadou). Il coule dans la direction Sud-Nord sur une distance de 20 km entre 1400 et 250 m, traversant le village Iguersafen, et collectant les écoulements en provenance des petits ruisseaux de montagne avant de se jeter dans l'assif Ousserdoun. Sa pente moyenne est de 5 % et la largeur de son lit peut atteindre à certains endroits 6 mètres.

Deux stations sont choisies sur ce cours d'eau : IG1 et IG2 (photo 1).

Station IG1

La station IG1 est localisée à environ 1,5 km en aval de la source Adrar Djarban.

- Altitude : 1000 m ;
- Pente : 16 %;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 4 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 30 cm;
- Nature du substrat : dalles, rochers, galets, sable;
- Vitesse du courant : très rapide;
- Végétation bordante : strates herbacée, arbustive et arborée (recouvrement de l'ordre de 40 %) ;
- Végétation aquatique : mousses, macrophytes.

Station IG2

Elle est située à environ 4 km en aval de la station IG1.

- Altitude : 670 m ;
- Pente : 4 %;
- Distance à la source : 5,5 km ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 7 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 30 cm;
- Nature du substrat : dalles, blocs, gros galets, et sable;
- Vitesse du courant : très rapide;
- Végétation bordante : strates herbacée et arborée (recouvrement de l'ordre de 15 %) ;
- Végétation aquatique : mousses, macrophytes.

2-2-2-Assif Sahel

Cours d'eau de montagne qui prend naissance dans le col de Chellata. Il collecte les écoulements de petits ruisseaux alimentés par les eaux de pluies et de fonte des neiges. Il coule en orientation Sud - Nord sur une distance de 17 km entre 1300 et 250 m d'altitude avant de se jeter dans le haut Sébaou. Sa pente est de l'ordre de 10 %, laquelle lui confère un régime hydrologique torrentiel.

Trois stations sont retenues sur ce cours d'eau : SA1, SA2 et SA3 (photo 1).

Station SA1

Elle est située en amont du village Ath Zekki et à environ 1,5 km en aval de la source Addardar.

- Altitude : 1170 m ;
- Pente : 15 %;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 1,5 m ;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 20 cm;
- Nature du substrat : blocs, gros galets, sable, débris végétaux;
- Vitesse du courant : très rapide;
- Végétation bordante : strates herbacée, arborescente et arborée (recouvrement de l'ordre de 70 %) ;
- Végétation aquatique : mousses, macrophytes et algues ;
- Action anthropique : pompage de l'eau pour l'irrigation.

Station SA2

Elle est située à 1km en aval de la station SA1.

- Altitude : 1140 m ;
- Pente : 10 %;
- Distance à la source : 2,5 km ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 1,5 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 25 cm;
- Nature du substrat : blocs, gros galets, débris végétaux;
- Vitesse du courant : très rapide;
- Végétation bordante : strates herbacée, arborescente et arborée (recouvrement de l'ordre de 80 %);
- Végétation aquatique : mousses, macrophytes et algues;
- Action anthropique : pompage de l'eau pour l'irrigation.

Station SA3

Elle est située à 4 km en aval de la station SA2.

- Altitude : 430 m ;
- Pente : 5 %;
- Distance à la source : 6,5 km ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 12 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 30 cm;
- Nature du substrat : dalles, rochers, galets, sable, matière organique;
- Vitesse du courant : moyenne;

- Végétation bordante : strates herbacée et arbustive éparses (recouvrement de l'ordre de 30 %);
- Végétation aquatique : mousses et algues;
- Action anthropique : rejets urbains des villages d'Ath Zikki et Sahel, dépôts d'ordures sur les rives et pompage de l'eau pour l'irrigation.

2-2-3-Oued Boubhir

L'oued Boubhir draine les écoulements du flanc Nord de la dorsale orientale du Djurdjura. L'importance de son débit est due aux écoulements en provenance du col de Tirourda (Ath Atsou, Illilthen, Tirourda) et du col de Chellata (El-Khemis) qui s'ajoutent à l'apport de nombreux petits écoulements drainant les massifs d'Ain El-Hammam et de Larbaa Nath Irathen.

Trois parcours hydrologiques ont retenu notre attention : assif El-Khemis, assif Tirourda et oued Boubhir (s.s.).

2-2-3-1-Assif El-Khemis

Cours d'eau de montagne, il collecte l'ensemble des écoulements en provenance des cols de Chellata et de Tirourda ainsi que de nombreuses sources. Il traverse une forêt formée de chêne vert et d'olivier. Il coule en orientation Sud-Nord sur une distance de 15 km avant de se jeter dans l'oued Boubhir. Il reçoit sur sa rive droite Thassifh Illilthen et sur la rive gauche Thassifh n' Ath Atsou.

Trois stations sont retenues sur ce parcours (photo 2):

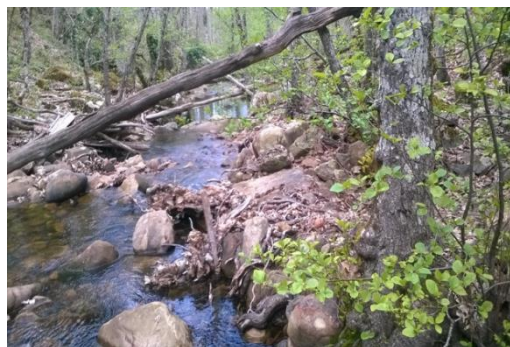
- Station AI sur Thassifh Illilthen,
- Station AA sur Thassifh n' Ath Atsou,
- Station KH sur assif El-Khemis.

• Station AI

Cette station est située sur un ruisseau de montagne de dimension réduite (Tassifh Illilthen). Il prend naissance à 1400 m d'altitude à partir de sources et des ruisselets alimentés par les eaux de pluies et de fonte de neige du col de Tirourda. Il est doté d'une pente moyenne de l'ordre 11 % et coule en orientation Sud-Nord sur une distance d'environ 4 km entre 1300 et 500 m d'altitude avant de se jeter dans assif El-Khemis.



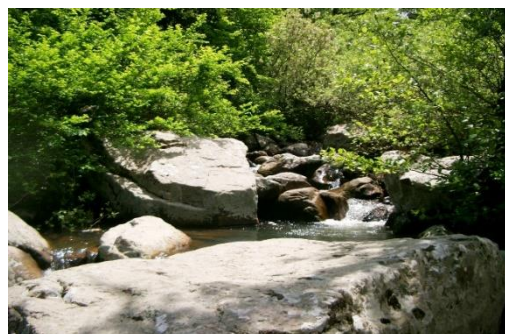
Station OU1



Station OU2



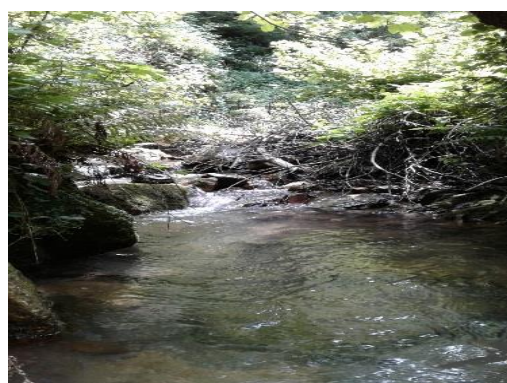
Station OU3



Station IG1



Station IG2



Station SA1



Station SA2



Station SA3

Photo 1 : Présentation photographique de quelques stations d'étude du sous-bassin versant de l'oued Boubhir.

La station AI est située à environ 3 km en amont du chef-lieu de la commune Illilthen.

- Altitude : 1010 m ;
- Pente : 16, 8 %;
- Distance à la source : 1 km ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 1 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 20 cm;
- Nature du substrat : rochers, galets, graviers;
- Vitesse du courant : rapide;
- Végétation bordante : strates arbustive et arborée fournies (recouvrement de l'ordre de 80 %);
- Végétation aquatique : algues.

• Station AA

Cette station est située sur un petit torrent de montagne (Thassifth n'Ath Atsou) qui prend naissance à partir des sources localisées au pied du lieu dit « Azrou N'Thour ». D'une pente moyenne de 10 %, il coule en orientation Sud-Nord sur un parcours d'environ 5 km entre 1400 et 900 m d'altitude avant de se jeter dans assif El-Khemis.

La station AA est située à 500 m en amont du village n'Ath Atsou.

- Altitude : 1080 m ;
- Pente : 20 %;
- Distance à la source : 1 km ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 1 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 15 cm;
- Nature du substrat : dalles, rochers, galets, sable;
- Vitesse du courant : rapide;
- Végétation bordante : strates arbustive et arborée assez fournies (recouvrement de l'ordre de 80 %);
- Végétation aquatique : mousses.

• Station KH

La station KH est située sur Assif El-Khemis (s.s.) qui prend naissance au point de confluence de Tassifth Illilthen et Thassifth n'Ath Atsou. Il coule en orientation Sud-Nord sur une distance d'une dizaine de km, entre 500 et 250 m d'altitude, avant de se jeter dans l'oued Boubhir.

La station KH (photo 2) se localise au lieu dit « Kerrouche ».

- Altitude : 370 m ;
- Pente : 3 %;
- Distance à la source : 7 km ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 3 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 30 cm;
- Nature du substrat : gros galets, sable, limons, matière organique, débris végétaux ;
- Vitesse du courant : très rapide;
- Végétation bordante : strates arbustive et arborée (recouvrement de l'ordre de 50 %);
- Végétation aquatique : algues, mousses;
- Action anthropique : rejets de l'activité avicole en amont ainsi que les eaux usées des villages avoisinants.

2-2-3-2- Assif Tirourda

L'assif Tirourda est le type même du cours d'eau de montagne. C'est un petit torrent qui, en période de hautes eaux, cascade sur un parcours de près de 5 km dans les creux de montagne. Il prend sa source dans le Djebel Tirourda à 1400 m d'altitude. Doté d'une pente moyenne de l'ordre de 10 %, il coule en orientation Sud-Nord entre 1400 et 900 m d'altitude avant de se jeter dans l'oued Boubhir.

Une seule station est retenue sur ce parcours : station TR.

• Station TR

La station TR (photo 2) est située à environ 1 km en aval du col de Tirourda.

- Altitude : 1120 m ;
- Pente : 15 %;
- Distance à la source : 1 km ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 1,5 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 30 cm;
- Nature du substrat : dalles, rochers, galets, sable;
- Vitesse du courant : rapide;
- Végétation bordante : strates arbustive et arborée fournie (recouvrement de l'ordre de 80 %);
- Végétation aquatique : mousses.

2-2-3-3-Oued Boubhir (s.s)

L'oued Boubhir est l'un des principaux affluents de l'oued Sébaou. Il prend naissance à 20 km au Sud-Ouest d'Azazga au point de confluence des assifs El-Khemis et Tirourda. Il coule en

orientation Sud-Nord entre 250 m et 180 m d'altitude sur une distance d'une dizaine de km avant de se jeter dans le Haut Sébaou. Sa pente moyenne est de l'ordre de 1,5 % et la largeur de son lit peut atteindre par endroits plus de 20 m.

Une seule station est retenue sur ce cours d'eau : station B1 (photo 2)

Station B1

Elle est située à 200 m en amont du lieu dit 'pont de Boubhir' et à une vingtaine de km au Sud-Ouest d'Azazga.

- Altitude : 200 m ;
- Pente : 2,5 %;
- Distance à la source : 27 km ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 8 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 20 cm;
- Nature du substrat : blocs, gros galets, graviers, sable, limons et matière organique;
- Vitesse du courant : moyenne;
- Végétation bordante : strates arbustive et arborée éparses;
- Végétation aquatique : algues ;
- Action anthropique : dépôts d'ordures sur les rives et pompage de l'eau pour l'irrigation.

2-3-Sous bassin versant de l'oued Aissi

L'oued Aissi, principal affluent de l'oued Sébaou, draine les écoulements du flanc Nord de la dorsale médiane du Djurdjura depuis le Djebel Thaltat, le col de Tirourda et d'Azrou N'Chira jusqu'au village oued Aissi.

Le chevelu hydrographique du sous-bassin versant de l'oued Aissi est très dense.

Trois secteurs hydrographiques ont retenu notre attention (photo 3) :

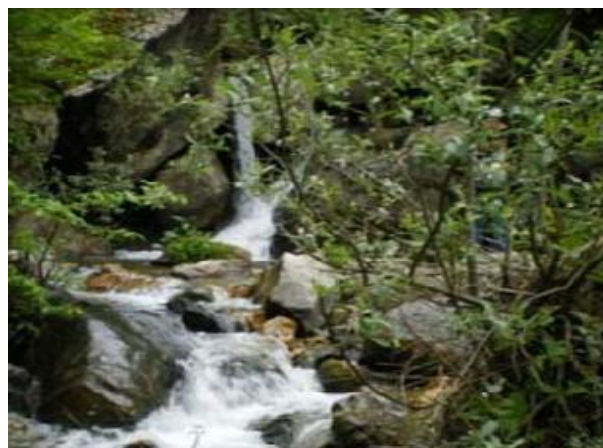
- Assif El-Djemâa (écoulements en provenance du col de Tirourda) ;
- Assif Larbaa, écoulements en provenance du col de Tizi N'Kouilal et, de Djebel Thaltat ;
- Assif Ouadhias et ses tributaires, écoulements en provenance des Djebels Azrou N'Chira et Agouni gueghrane et Ait Bouadou.

2-3-1-Assif El Djemâa

Affluent de l'oued Aissi, il prend naissance dans la région Sud –Ouest d'Ain El Hammam au lieu dit « Thahamalt Boudhrar ». Il draine l'ensemble des écoulements du flanc Nord de la dorsale méridionale depuis Ain El Hammam, Ath Ouabane et Ighil Ali avant de se jeter dans l'oued Aissi à 500 m en aval du lieu-dit « Thakhoukht ». Sa partie amont est connue sous le nom de Thahemalt-Boudhrar, sa partie aval d'Assif El Djemâa.



Station AI



Station TR



Station KH



Station AA



Station B1

Photo 2 : Présentation photographique de quelques stations d'étude du sous-bassin versant de l'oued Boubhir (suite).

De pente moyenne de l'ordre de 5 %, il coule en orientation Sud-Nord sur une distance d'environ 20 km entre 1300 et 180 m d'altitude.

Une seule station est retenue sur ce parcours : station D1.

Station D1

Elle est localisée à 6 km au Sud-Ouest d'Ain El Hammam.

- Altitude : 900 m ;
- Pente : 10 %;
- Distance à la source : 0,5 km ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 1 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 20 cm;
- Nature du substrat : galets, graviers, sable, limons et débris végétaux;
- Vitesse du courant : rapide;
- Végétation bordante : strate arbustive et arborée assez denses (recouvrement de l'ordre de 70 %);
- Végétation aquatique : algues et mousses.

2-3-2- Assif Larbâa

Assif Larbaa, principal affluent de l'oued Aissi, prend naissance à partir des sources et petits ruisseaux localisés dans le Djebel Thaltat (dorsale médiane du Djurdjura) à plus de 1100 m d'altitude. Il coule en orientation Sud-Nord entre 1100 et 180 m d'altitude sur une distance d'une vingtaine de km avant de se jeter dans l'oued Aissi au lieu dit « Thakhoukhth ». Sa partie amont, un petit torrent de montagne long de 5 km, de pente moyenne de l'ordre de 10 %, traverse différentes formations végétales sur une tranche altitudinale de dénivelée de 650 m. Sa partie aval, longue de 16 km est de pente moyenne de 1,7 %, n'est pas rectiligne mais n'accuse pas non plus de sinuosités marquées. Elle coule en orientation Sud-Nord entre 450 et 180 m d'altitude.

Six stations sont retenues sur ce secteur : A1, A2, A3, A4, A5 et A6.

Station A1

Elle est localisée à environ 500 m en amont du village Thimaghras. Elle prend source au pied du Djebel Thaltat à 1100 m d'altitude.

- Altitude : 920 m ;
- Pente : 10 %;
- Distance à la source : 0,5 km ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 1 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 20 cm;
- Nature du substrat : dalles, rochers, galets, graviers et débris végétaux;

- Vitesse du courant : très rapide;
- Végétation bordante : strate arborescente très denses (recouvrement de l'ordre de 100 %);
- Végétation aquatique : mousses.

Station A2

Elle est choisie sur un ruisseau de source à 500 m en aval de la station A1.

- Altitude : 810 m ;
- Pente : 10 %;
- Distance à la source : 1 km ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 0,5 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 10 cm;
- Nature du substrat : galets, graviers, sable, débris végétaux et matière organique;
- Vitesse du courant : moyenne;
- Végétation bordante : strate arborescente composée de feuillus assez dense (recouvrement de l'ordre de 70 %);
- Végétation aquatique : mousses.

Station A3

Elle est localisée à 3 km en aval de Djebel Thaltat.

- Altitude : 480 m ;
- Pente : 10 %;
- Distance à la source : 4 km ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 1,5 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 20 cm;
- Nature du substrat : rochers, galets, graviers, sable, limons et débris végétaux;
- Vitesse du courant : rapide;
- Végétation bordante : strate arborée très dense (recouvrement de l'ordre de 100 %);
- Végétation aquatique : mousses.

Station A4

La station A4 est située à 500 m en amont du village des Ouacifs.

- Altitude : 380 m ;
- Pente : 2,5 %;
- Distance à la source : 8 km ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 5 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 30 cm;

- Nature du substrat : galets, graviers, sable;
- Vitesse du courant : rapide;
- Végétation bordante : strate herbacée et épineux éparses;
- Végétation aquatique : mousses et macrophytes.

Station A5

Elle est localisée à proximité d'un pont située à 6 km en aval de la ville des Ouacifs.

- Altitude : 300 m ;
- Pente : 1,5 % ;
- Distance à la source : 14 km ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 5 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 30 cm;
- Nature du substrat : galets, graviers, sable, débris végétaux et matière organique;
- Vitesse du courant : rapide;
- Végétation bordante : strates arbustive et arborée;
- Végétation aquatique : algues et macrophytes;
- Action anthropique : rejets urbains et extraction artisanale de sable.

Station A6

Elle est située à 500 m en amont du lieu dit « Thakhoukhth » et à 12 km en aval de la ville des Ouacifs.

- Altitude : 200 m ;
- Pente : 1,4 % ;
- Distance à la source : 20 km ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 8 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 30 cm;
- Nature du substrat : galets, graviers, sable, limons et matière organique;
- Vitesse du courant : moyenne;
- Végétation bordante : strates arbustive et arborée (recouvrement de l'ordre de 30 %);
- Végétation aquatique : algues et macrophytes;
- Action anthropique : rejets urbains et extraction artisanale de sable.

2-3-3-Assif Ouadhias et ses tributaires

L'oued Ouadhias et ses tributaires ont fait également l'objet de notre étude. Ils drainent les écoulements en provenance des Djebels N'Chira, Agouni Gueghrane et Ait Bouadou jusqu'au lieu dit « Thakhoukhth », point de confluence des Assifs Larbaa et Ouadhias.

Trois secteurs hydrographiques, s'échelonnant entre 1250 m et 100 m d'altitude, ont retenu notre attention : assif Thamdha, assif Aghalladh et assif Ouadhias (s.s.).

2-3-3-1 Assif Thamdha

Il prend naissance dans le Djebel Ath Bouaddou à 1100 m d'altitude à partir des sources et ruisseaux alimentés par les eaux de pluies et de fonte de neige. Il coule en orientation Sud / Nord-Est sur une distance d'environ 15 km entre 1100 et 380 m d'altitude avant de se jeter dans l'assif Ouadhias. Sa pente moyenne est de l'ordre de 5 % et la largeur de son lit peut atteindre par endroit 5 m.

Deux stations sont retenues sur ce parcours : O1 et O2.

Station O1

Elle se localise à environ 500 m en amont du village d'Ait Oulhadj situé à près de 18 km au Sud de la ville des Ouadhias.

- Altitude : 850 m ;
- Pente : 15 %;
- Distance à la source : 2,5 km ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 2 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 30 cm;
- Nature du substrat : rochers, galets, graviers;
- Vitesse du courant : rapide;
- Végétation bordante : strate arborée dense (recouvrement de l'ordre de 80 %);
- Végétation aquatique : algues.

Station O2

Elle se situe à 300 m en aval du village Ath El-Kaid, à environ 14 km au Sud de la ville des Ouadhias.

- Altitude : 500 m ;
- Pente : 9,5 %;
- Distance à la source : 7 km ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 4 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 30 cm;
- Nature du substrat : rochers, galets, graviers, sable, limons et matière organique;
- Vitesse du courant : rapide;
- Végétation bordante : strate arborescente fournie (recouvrement de l'ordre de 80 %);
- Végétation aquatique : algues et macrophytes ;
- Action anthropique : rejets domestiques et margines.

2-3-3-2-Assif Aghalladh

Assif Aghalladh, cours d'eau de montagne, prend naissance à partir des sources localisées dans le Djebel Agouni-Guerghrane à 1250 m d'altitude. Il coule en orientation Sud / Nord-Ouest sur une distance d'environ 15 km entre 1250 m et 380 m d'altitude. Le cours d'eau rejoint par la suite assif Ouadhias au lieu-dit « Thamda Erahma ». Sa pente moyenne est de l'ordre de 6 %.

Une seule station est choisie sur ce parcours : O3.

Station O3

Elle se localise à 2 km en aval du chef-lieu d'Agouni Guerghrane, à environ une dizaine de km au Sud de la ville des Ouadhias,

- Altitude : 600 m ;
- Pente : 11 %;
- Distance à la source : 13 km ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 3 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 30 cm;
- Nature du substrat : blocs, galets, sable et matière organique;
- Vitesse du courant : rapide;
- Végétation bordante : strates arbustive et arborée assez dense (recouvrement de l'ordre de 75 %);
- Végétation aquatique : algues et macrophytes ;
- Action anthropique : rejets domestiques.

2-3-3-3-Assif Ouadhias (s.s)

Il prend naissance au lieu-dit « Thamda Erahma », point de confluence des assifs Thamda et Aghallad. Il coule en orientation Sud/ Nord-Est entre 380 et 180 m d'altitude sur une distance de 12 km avant de se jeter dans l'oued Aissi au lieu dit « Thakhoukhth ». Sa pente moyenne est de 1,7 % et sa largeur peut atteindre à certains endroits une dizaine de mètres.

Une seule station est retenue sur ce cours d'eau : station O4

Station O4

Elle est située à environ 10 km à l'Est de la ville des Ouadhias au lieu-dit « Thakhoukhth ».

- Altitude : 200 m ;
- Pente : 1,5 %;
- Distance à la source : 26 km ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 6 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 40 cm;

- Nature du substrat : galets, graviers, sable, limons et matière organique;
- Vitesse du courant : moyenne;
- Végétation bordante : strate arbustive éparse;
- Végétation aquatique : algues et macrophytes ;
- Action anthropique : rejets domestiques et extraction artisanale de sable.

2-4- Sous- bassin versant de l'oued Bougdoura

Les cours d'eau du sous-bassin de l'oued Bougdoura ont fait également l'objet de notre étude. Ils drainent les écoulements de la dorsale occidentale du Djurdjura (Thala Guilef, Djebel Haizer) jusqu'à Draa Ben-Khedda. Deux secteurs hydrographiques ont retenu notre attention : assif Chemlili et oued Boghni.

2-4-1-Assif Chemlili

Il prend naissance à partir des sources localisées dans le massif de Thala-Guilef (Djebel Haizer et col blanc) à plus de 1600 m d'altitude. Il coule en direction Sud-Nord dans un parcours abrupt, à forte pente (de l'ordre de 12 %), sur un long parcours d'une douzaine de km, collectant l'ensemble des écoulements en provenance des petits ruisseaux de montagne et autres ruisselets de sources avant de se jeter dans la vallée de Boghni.

L'assif Chemlili traverse différentes formations végétales depuis les pelouses des crêtes rocheuses aux forêts de chêne.

Trois stations sont retenues sur ce cours d'eau : BO1, BO2 et BO3.

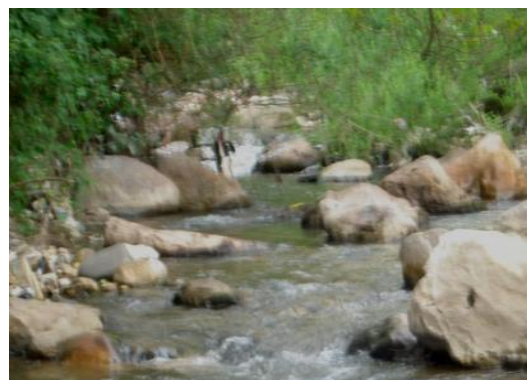
Station BO1

Cette station est située sur assif Chemlili à environ 1 km en aval de l'infrastructure touristique de Thala-Guilef.

- Altitude : 900 m ;
- Pente : 15 %;
- Distance à la source : 0,5 km;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 1 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 20 cm;
- Nature du substrat : dalles, rochers, galets et limons;
- Vitesse du courant : très rapide;
- Végétation bordante : strates arbustive et arborée denses (recouvrement de l'ordre de 70 %) ;
- Végétation aquatique : algues et macrophytes.



Station A1



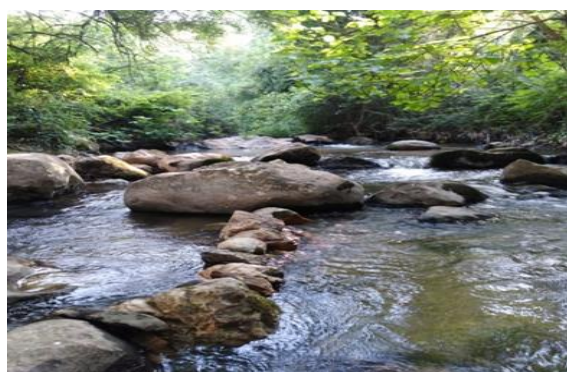
Station A4



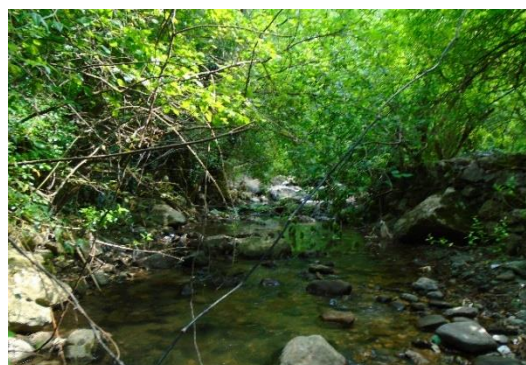
Station A5



Station O1



Station O2



Station O3



Station O4

Photo 3 : Présentation photographique de quelques stations d'étude du sous-bassin versant de l'oued Aissi.

Station BO2

Elle est localisée à environ 2 km en aval de la station BO1.

- Altitude : 500 m ;
- Pente : 4 %;
- Distance à la source : 2,5 km ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 2 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 30 cm;
- Nature du substrat : galets, graviers, sable, limons et débris végétaux;
- Vitesse du courant : rapide;
- Végétation bordante : strate arborescente dense (recouvrement de l'ordre de 70 %);
- Végétation aquatique : algues.

Station BO3

Elle est située au lieu dit Thala Oulili à environ 5 km en amont de la commune de Boghni.

- Altitude : 320 m ;
- Pente : 3 %;
- Distance à la source : 8 km ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 3 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 30 cm;
- Nature du substrat : galets, graviers, sable, limons et matière organique;
- Vitesse du courant : très rapide;
- Végétation bordante : strates herbacée, arbustive et arborescente éparses (recouvrement de l'ordre de 20 %);
- Végétation aquatique : mousses ;
- Action anthropique : rejets d'eaux usées.

2-4-2- Oued Boghni

Il fait suite à l'oued Chemlili au lieu dit Beni Koufi, à environ 7 km en aval de la ville de Boghni. De pente moyenne de l'ordre de 1,2 % et une largeur du lit dépassant par endroits 10 m, il coule en orientation Sud-Nord sur une distance de 15 km entre 500 et 180 m d'altitude avant de se jeter dans l'oued Bougdoura.

Une seule station est retenue sur ce parcours : BO4.

Station BO4

- Altitude : 190 m ;
- Pente : 2 %;
- Distance à la source : 16 km ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 4 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 30 cm;
- Nature du substrat : blocs, gros galets, sable, limons et matière organique ;
- Vitesse du courant : moyenne;
- Végétation bordante : strates herbacée et arborescente;
- Végétation aquatique : algues et macrophytes ;
- Action anthropique : rejets domestiques sur les rives.

3- Description des stations complémentaires dans les Aurès

Les monts des Aurès, situés dans la partie orientale de l'Algérie du Nord, constituent l'un des plus grands massifs montagneux avec des sommets dépassant fréquemment 1500 m d'altitude. Le trait dominant des cours d'eau est l'irrégularité des écoulements. Le déficit hydrique d'été détermine un régime d'écoulement temporaire pour un grand nombre de cours d'eau. Deux stations ont été échantillonnées entre 2012 et 2013.

3-1- Station de l'oued Hamla (parc national de Belezma)

La station est située à environ 5 km en amont du village Hamla. Elle présente les caractéristiques environnementales suivantes :

- Altitude : 1300 m ;
- Pente : 30 %;
- Distance à la source : 1,5 km ;
- Température de l'eau : 9 °C ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 0,5 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 10 cm;
- Nature du substrat : galets (70 %), graviers (20 %), sable et limons (10 %) ;
- Vitesse du courant : rapide à moyenne;
- Végétation bordante : strates arbustive et arborée fourrées.

3-2- Station d' Ain Barbaga (photo 4)

Ce ruisseau de source de l'oued Taga est situé sur la route national 31 d'Ichmoul (Arris) à environ 20 km au Sud-Est de Batna.

- Altitude : 1340 m ;
- Pente : 5 %;
- Température de l'eau : 10 °C ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 1m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 12cm;
- Nature du substrat : galets (70 %), graviers (20 %), sable et limons (10 %) ;
- Vitesse du courant : rapide;
- Végétation aquatique : mousses et quelques algues ;
- Végétation bordante : strate herbacée (Graminées, *Euphorbia apium*) avec quelques épineux (ronce et genets) et le jonc (*Juncus*).



Photo 4 : station Ain Barbaga

4-Caractéristiques physiques des stations

La diversité spécifique des communautés d'invertébrés benthiques dépend de la diversité et de la stabilité des habitats (CUMMINS, 1979 ; WARD & STANFORD, 1979), qui définissent l'hétérogénéité des niches écologiques et donc les possibilités de développement (MALMQVIST & OTTO, 1987). Par conséquent, les invertébrés sont largement utilisés en tant qu'indicateur des changements environnementaux à moyen et long terme (HELLAWELL, 1978).

La répartition des macro-invertébrés benthiques est liée en grande partie à des facteurs environnementaux (RICHARD et *al.*, 1993 ; TATE & HEINY, 1995 ; BENBOW et *al.*, 2003), leurs communautés changent à la fois spatialement et temporellement (HYNES, 1970 ; TOWNSEND & HILDREW, 1994).

La faune d'un écosystème perçoit la variabilité spatio-temporelle de l'environnement de sorte que les espèces présentant les caractéristiques biologiques et les stratégies écologiques les plus appropriées à chaque type d'habitat de la mosaïque benthique, sont supposées sélectionnées (HILDREW & EDINGTON, 1979, SOUTHWOOD, 1988, LADLE & LADLE, 1992 ; TOWNSEND & HILDREW, 1994 ; USSEGLIO-POLATERA et *al.*, 1999).

Les stations prospectées sont caractérisées par des conditions mésologiques diverses. Pour les décrire, nous avons retenu un certain nombre de descripteurs qui semblent le mieux caractériser les milieux lotiques étudiés :

- des variables écologiques (mesurées ou estimées) comme la largeur moyenne du cours d'eau, la hauteur de lame d'eau, la vitesse moyenne du courant, la nature et l'abondance de la végétation aquatique, la quantité de matière organique et la température ;
- des variables mésologiques considérées comme constantes écologiques telles que l'altitude, la distance à la source, la pente, la végétation bordante et la nature du substrat.

Ces paramètres n'ont pas été choisis au hasard, ils sont considérés par les limnologues comme des facteurs écologiques essentiels capables d'influencer directement le mode de vie et la répartition spatiale de la faune aquatique (DETTNER et *al.*, 1986 ; BOURNAUD et *al.*, 1992 ; RICHOUX, 1994 ; RIBERA et *al.*, 1995).

4-1-Pente

La pente est un paramètre écologique important qui dépend de l'altitude et la distance à la source. Elle intervient dans le déterminisme de la vitesse du courant, de la taille des éléments du substrat ainsi que dans la distribution de la faune benthique.

La lecture du tableau 4 montre que les pentes aux stations présentent de grandes fluctuations, elles varient de 0,3 % à 20 %. Les secteurs les plus pentus correspondent généralement aux cours d'eau de montagne dont l'altitude est élevée (> à 800 m). Leur moyenne varie entre 8 et 20 % : cas des stations OU1, IG1, SA1, SA2, AI, TR, AA, D1, A1, A2, A3, O1, O2 et BO1.

Dans les piémonts, on assiste à une rupture de pente et à l'élargissement des cours d'eau. Les pentes sont comprises entre 2,5 et 5 % : cas des stations OU2, OU3, IG2, SA3, KH, B1, A4, BO2 et BO3.

En basses altitudes (< à 300 m), le profil s'approche de l'horizontal. L'eau coule sur un lit large et relativement plat : les pentes sont comprises entre 0,3 et 1,5 % (cas des stations S1, S2, A5, A6, O4 et BO4).

Tableau 4 : Altitudes et pentes aux stations des cours d'eau étudiés.

	Bassin Versant Oued Boubhir													Oued Sébaou	
Param.	OU1	OU2	OU3	IG1	IG2	SA1	SA2	SA3	AI	TR	AA	KH	B1	S1	S2
Alt (m)	900	810	460	1000	670	1170	1140	430	1010	1120	1080	370	200	160	100
Pente (%)	8	4	3	16	4	15	10	5	16,8	15	20	3	2,5	1,2	0,3

	Bassin versant Oued Aissi											Bassin versant Oued Bougdoura			
Param.	D1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	O1	O2	O3	O4	BO1	BO2	BO3	BO4
Alt (m)	900	920	810	480	380	300	200	850	500	600	200	900	500	320	190
Pente (%)	10	10	10	10	2,5	1,5	1,4	15	9,5	11	1,5	15	4	3	2

4-2-Débit et l'écoulement de l'eau

Le débit est sous l'étroite dépendance de la pluviosité et la perméabilité des terrains traversés. La période des basses eaux correspond au minimum pluviométrique d'été, les débits les plus importants ont lieu en hiver et au printemps. En effet, les débits exercent une influence sur la vie dans les cours d'eau par leurs variations saisonnières, le transport des matériaux, l'action sur le degré de stabilité du fond.

En Algérie du Nord, l'hydrologie des cours d'eau est caractérisée par de grandes fluctuations du débit. Les crues sont violentes, les étiages prononcés. Les précipitations sont concentrées en hiver et en début de printemps, puis diminue ensuite progressivement pour n'atteindre que quelques litres par seconde à l'étiage.

Les bassins d'affluents les plus élevés subissent l'influence des étiages sévères, de juin à novembre. En piémont et basse altitude, l'étiage est plus ou moins prononcé, il ne dure que quatre mois environ : de juillet à octobre.

4-3-Vitesse du courant

L'écoulement de l'eau est l'un des facteurs essentiels qui agit sur les peuplements aquatiques. En effet, sa présence exerce une influence sur le comportement, la distribution et le métabolisme des communautés (LEVÊQUE, 1996). Il est bien connu pour son action sélective sur les peuplements benthiques (MINSHALL, 1984).

La vitesse du courant dépend des précipitations, de la pente, de la largeur du lit, de la profondeur de la lame d'eau, de l'apport des affluents et de la taille du substrat (GENIN *et al.*, 2003).

Dans ce travail, en raison des difficultés de la mesure de la vitesse du courant, elle est quantifiée par sa valeur moyenne au niveau de chaque station. Les mesures de vitesse sont effectuées en surface du cours axial du cours d'eau à l'aide d'un flotteur lâché en dérive sur une distance connue. Le temps mis par le flotteur à parcourir cette distance permet d'estimer la vitesse.

Les relevés de la vitesse de l'eau, qui ne présentent que des valeurs indicatrices, sont portés sur le tableau 5. Elles sont classées selon l'échelle de BERG (1948) in DECAMPS (1971).

- Vitesse très lente : inférieur à 0,1 m/s ;
- Vitesse lente : 0,1 à 0,25 m/s ;
- Vitesse moyenne : 0,25 à 0,50 m/s ;
- Vitesse rapide : 0,50 à 1 m/s ;
- Vitesse très rapide : supérieur à 1 m/s.

Cette échelle a été évaluée selon quatre classes dans les stations échantillonnées :

- classe 1 —→ vitesse lente (L) ;
- classe 2 —→ vitesse moyenne (M) ;
- classe 3 —→ vitesse rapide (R);
- classe 4 —→ vitesse très rapide (TR).

La lecture du tableau 5 montre que la vitesse du courant varie d'une station à l'autre. Elle est définie de moyenne à très rapide essentiellement dans les stations de moyenne et de haute altitude. Elle est qualifiée de lente dans les stations de basses altitudes.

En effet, les faciès lotiques prédominent dans les stations d'altitude et les faciès lentiques dans les stations de basse altitude et de plaine.

Tableau 5: Les vitesses de courants enregistrées aux stations étudiées.

	Bassin Versant Oued Boubhir													Oued Sébaou	
Param.	OU1	OU2	OU3	IG1	IG2	SA1	SA2	SA3	AI	TR	AA	KH	B1	S1	S2
Alt. (m)	900	810	460	1000	670	1170	1140	430	1010	1120	1080	370	200	160	100
Vitesse	2	2	3	4	4	4	4	2	3	3	3	4	2	1	1
Observation	M	M	R	T.R	T.R	T.R	T.R	M	R	R	R	T.R	L	L	L

	Bassin versant Oued Aissi											Bassin versant Oued Bougdoura			
Param.	D1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	O1	O2	O3	O4	BO1	BO2	BO3	BO4
Alt. (m)	900	920	810	480	380	300	200	850	500	600	200	900	500	320	190
Vitesse	3	4	2	3	3	3	2	3	3	3	2	4	3	4	2
Observation	R	T.R	M	R	R	R	M	R	R	R	M	T.R	R	T.R	M

4-4- Substrat

Le peuplement faunistique d'un hydrosystème est constamment soumis à la variabilité spatio-temporelle de l'environnement. Il en résulte que les espèces dominantes sont celles présentant les caractéristiques biologiques et les préférences écologiques les plus appropriés aux différents types d'habitats de la mosaïque fluviale (TOWNSEND, 1989 ; TOWNSEND & HILDREW, 1994).

USSEGLIO-POLATERA *et al.* (1999) définissent un habitat comme étant l'association originale d'un type de substrat, d'une gamme de vitesses de courant et d'une gamme de hauteurs d'eau.

L'habitat des macroinvertébrés benthiques possède des composantes biologiques (végétation) et physique (substrat). La diversité biologique des cours d'eau est liée à la qualité de l'habitat (MOISAN & PELLETIER, 2008).

Les cours d'eau étudiés, présentent dans leur ensemble une grande diversité structurelle qui se traduit par la présence d'une grande variété d'habitats. En effet, les différentes stations d'étude notent une hétérogénéité du substrat assez marquée avec la présence :

- Substrats durs : dalles, blocs, galets et graviers ;
- Substrats meubles : sable, limons et argiles ;
- Substrat végétal : algues, mousses et macrophytes ;
- Débris organiques macroscopiques : branchages, feuilles, racines, etc...

L'importance relative de chaque catégorie est estimée par un pourcentage de recouvrement des surfaces en eau, estimée par observation directe à l'échelle de la station (tableau 6).

Notons cependant que pour la végétation aquatique (substrat végétal), jouant à la fois comme support inerte et comme ressource trophique, est considérée séparément et indépendamment de la granulométrie. Son importance au niveau de chaque station est exprimée par 4 classes d'abondance : d'absente (0) à très abondante (3).

Tableau 6: Nature du substrat dans les stations étudiées.

	Bassin Versant Oued Boubhir													Oued Sébaou	
Param.	OU1	OU2	OU3	IG1	IG2	SA1	SA2	SA3	AI	TR	AA	KH	B1	S1	S2
Alt (m)	900	810	460	1000	670	1170	1140	430	1010	1120	1080	370	200	160	100
Vaq	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1
GG (%)	90	80	60	90	80	80	80	70	80	80	80	50	50	30	40
SL (%)	10	20	30	10	20	20	20	20	20	20	20	40	30	40	30
MatO (%)	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	10	20	30	30

	Bassin versant Oued Aissi											Bassin versant Oued Bougdoura			
Param.	D1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	O1	O2	O3	O4	BO1	BO2	BO3	BO4
Alt (m)	900	920	810	480	380	300	200	850	500	600	200	900	500	320	190
Vaq	1	1	1	2	2	3	3	1	2	1	2	1	1	1	2
GG (%)	60	90	80	90	70	70	70	90	70	60	60	80	70	60	60
SL (%)	40	10	5	10	30	20	20	10	20	20	20	20	30	20	30
MatO (%)	0	0	15	0	0	10	10	0	10	20	20	0	0	20	10

GG : gros galets, galets ; **SL** : sable et limons ; **MatO** : matière organique ; **Vaq** : végétation aquatique.

La distribution des stations en fonction de la nature du substrat montre une hétérogénéité du substratum. Au niveau des sources et des stations d'altitude, le substrat le plus fréquemment prélevé est à dominance de gros galets et de graviers. En revanche, dans les stations de basse altitude, il est plutôt très hétérogène. Il est constitué de galets, de sable, de limons et de matière organique.

Le substrat végétal quant à lui est composé d'algues et de mousses qui dominent dans les parties supérieures des cours d'eau et d'algues filamenteuses en aval.

4-5-Végétation bordante

La présence ou l'absence d'ombrage va de paire avec la présence de végétaux de rive qui peuvent avoir une influence sur la composition faunistique des cours d'eau (MARIDET et al., 1996).

En effet, la végétation bordante contribue au bon fonctionnement des hydrosystèmes : régulation du régime thermique des cours d'eau (maintien des températures de l'eau à un seuil relativement bas), source majeure de matière organique (apport en feuilles mortes qui constituent la nourriture des larves d'un grand nombre d'espèces), stabilité des berges et diversité d'habitat pour les insectes aquatiques grâce au réseau racinaire des formations végétales des rives et aux branches qui tombent dans l'eau.

L'importance de cette composante est estimée par observation directe à l'échelle de la station (tableau 7)

Tableau 7 : Végétation bordante (%) aux stations étudiées.

	Bassin Versant Oued Boubhir													Oued Sébaou	
Param.	OU1	OU2	OU3	IG1	IG2	SA1	SA2	SA3	AI	TR	AA	KH	B1	S1	S2
Alt (m)	900	810	460	1000	670	1170	1140	430	1010	1120	1080	370	200	160	100
V. bordante (%)	80	40	10	40	15	70	80	30	80	80	80	50	0	0	0

	Bassin versant Oued Aissi										Bassin versant Oued Bougdoura				
Param.	D1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	O1	O2	O3	O4	BO1	BO2	BO3	BO4
Alt (m)	900	920	810	480	380	300	200	850	500	600	200	900	500	320	190
V. bordante (%)	70	100	70	100	0	0	30	80	80	75	0	70	70	20	0

La lecture du tableau 7 montre que généralement dans les stations alticoles et de moyennes montagnes, la végétation bordante est assez fournie, elle est soit abondante ou très abondante. Le recouvrement est assuré essentiellement par la strate arborée. Dans la plupart des stations de piémonts et de basses altitudes, la végétation bordante est soit peu abondante ou rare. Toutefois, cette dernière n'affecte guère l'ensoleillement du cours d'eau en raison de la largeur du lit majeur.

4-6-Température de l'eau

La température est un facteur écologique important dans les eaux courantes. Elle varie régulièrement sur le profil longitudinal des cours d'eau. Elle est fonction de l'altitude, de la distance à la source, du régime hydrologique, de l'épaisseur de la végétation bordante et de la saison (ANGELIER, 2000).

Sa mesure est très utile pour les études limnologiques car elle joue un rôle dans la solubilité des gaz, notamment l'oxygène, la détermination de pH et la dissociation des sels

(RODIER, 1996). De plus, elle joue un rôle primordial dans la distribution longitudinale des communautés biologiques des eaux courantes (EL ALAMI & DAKKI, 1998). LAVANDIER (1979), THOMAS (1981) et VINÇON (1987) expliquent la répartition de la faune benthique dans les cours d'eau par l'action de la température de l'eau. DECAMPS (1967) a montré que le régime thermique associé à l'altitude constitue le facteur responsable de la répartition des Trichoptères dans la vallée d'Aure.

Dans les cours d'eau étudiés, devant l'impossibilité de réaliser des mesures journalières de la température, par enregistreur par exemple, nous avons multiplié des mesures instantanées à l'aide d'un thermomètre à mercure, afin d'obtenir le plus d'informations sur les variations thermiques.

L'analyse des relevés de températures ponctuelles nous a permis de dresser l'évolution du régime thermique tout au long de notre étude (tableau 8).

Les températures maximales sont atteintes en juillet, ce qui correspond au maximum thermique aérien et au débit mensuel minimum. Les plus faibles valeurs sont enregistrées aux mois de décembre et janvier.

Tableau 8: Températures de l'eau (en °C) aux différentes stations étudiées.

	Bassin Versant Oued Boubhir												Oued Sébaou		
Param.	OU1	OU2	OU3	IG1	IG2	SA1	SA2	SA3	AI	TR	AA	KH	B1	S1	S2
Alt (m)	900	810	460	1000	670	1170	1140	430	1010	1120	1080	370	200	160	100
T(°C)max	17	18	28	16	20	14	15	20	16	10	14	22	30	30	32
T(°C) min	8	9	11	5	6	5	8	10	4	4	5	10	9	11	12

	Bassin versant Oued Aissi										Bassin versant Oued Bougdoura				
Param.	D1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	O1	O2	O3	O4	BO1	BO2	BO3	BO4
Alt (m)	900	920	810	480	380	300	200	850	500	600	200	900	500	320	190
T(°C) max	13	14	14	16	28	27	27	25	27	24	28	14	18	19	20
T(°C) min	4	8	10	9	11	11	11	10	11	12	13	10	12	12	10,5

La lecture de la figure 7 fait ressortir deux groupes de stations ayant chacun un type de régime particulier lié à un certain nombre de paramètres du milieu :

- groupe 1 à amplitude thermique faible ou moyenne, comprise entre 4 °C et 14°C ,
- groupe 2 à amplitude thermique élevée, comprise entre 12 °C et 21°C.

Le groupe 1 renferme les stations des ruisseaux et des torrents de montagne, pour lesquelles la température minimale de l'eau se situe entre 4 et 9°C. Les températures maximales de l'eau quant à elles, ne dépassent pas 20°C. Ce sont, d'une part, les stations des cours d'eau alimentés par les eaux des sources et des fontes des neiges, et d'autre part, les stations des ruisseaux et des torrents très ombragés.

Le groupe 2 est composé essentiellement de stations de piémont et de basse altitude dont la température minimale de l'eau varie de 9 à 13 °C et les maximales de 22 à 32 °C. Ces stations présentent un écart thermique très important : entre 12 et 21°C. En effet, la forte insolation au niveau des vallées, l'absence d'ombrage le long de la plupart des cours d'eau et les faibles débits d'étiage sont à l'origine de ces fortes températures

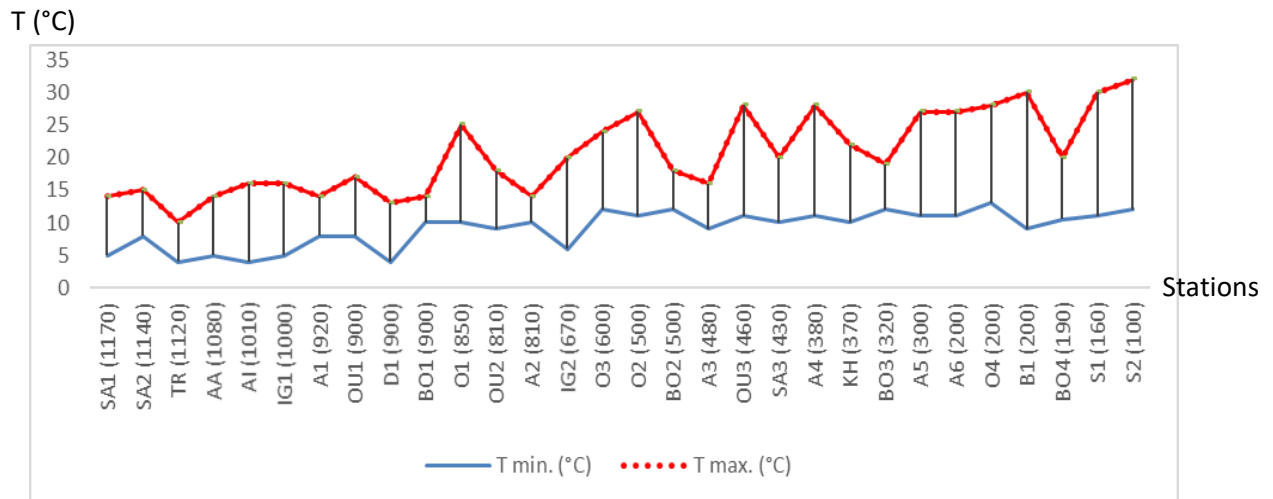


Figure 7 : Amplitudes thermiques enregistrées dans les stations étudiées.

5- Protocole d'échantillonnage

Selon ILLIES & BOTOSANEANU (1963), les habitats ne se suivent pas régulièrement le long d'un cours d'eau, ils sont répartis en mosaïque soit prenant place l'un à côté de l'autre, soit se succédant avec répétition. Chaque habitat est défini comme la combinaison d'un type de substrat et d'une gamme de vitesse de courant (BEISEL *et al.*, 1998).

La plupart des macroinvertébrés sont spécifiques pour un type bien précis de microhabitat. Certains invertébrés vivent sur les pierres, d'autres dans les graviers et/ou sur les végétaux. En conséquence, la diversité de la communauté reflète la diversité des substrats. Tous les substrats les plus instables sont les moins colonisés. Les mousses et les végétaux sont des supports très favorables car ils servent également de nourriture et d'abris.

Dans toute étude quantitative, l'échantillonnage doit refléter les diverses conditions de milieu et être basé sur des relevés suffisamment nombreux pour permettre une estimation convenable des effectifs.

L'unité de base de l'échantillonnage est la station. Elle correspond, selon GENIN *et al.* (2003), à un tronçon de cours d'eau dont la longueur est sensiblement égale à dix fois la largeur du lit mouillé au moment du prélèvement, regroupant en son sein un ensemble d'habitats particuliers.

Les campagnes de récolte se sont échelonnées sur trois années (2011-2013) à raison de 5 récoltes en moyenne par an totalisant un nombre important de prélèvements entre larves, nymphes et adultes. Dans la mesure du possible, nous avons prospecté le plus grand nombre de stations à la même époque : au printemps et au début de l'été, période la plus propice au développement de la faune benthique.

Il est à signaler que les séries de récoltes ne sont pas toujours complètes. L'assèchement des cours d'eau, les difficultés d'accès aux stations de haute altitude, ne nous ont pas permis de réaliser un suivi régulier des stations pendant au moins une année.

5-1- Récolte du matériel biologique

Les prélèvements de Trichoptères (larves, nymphes) ont été faits à l'aide de moyen d'échantillonnage quantitatif complété par des prélèvements qualitatifs.

Pour la capture des espèces en faciès lotique, nous avons utilisé le filet Surber, et pour le faciès lentique le filet le plus approprié est le filet Troubleau.

• Milieu lotique

Les prélèvements benthiques ont été effectués au filet Surber, vide de mailles de 300 μm , dans des zones peu profondes (inférieures à 40 cm), sur des substrats de galets, de graviers, de sable, de limons, d'argile et de vase. Les surfaces prélevées sont de l'ordre de 0,1m² (30 * 30 cm). Le filet est placé sur le fond du lit, l'ouverture du filet face au courant.

Pour chaque récolte, les galets et les graviers se trouvant sur la surface d'échantillonnage exposés au courant sont lavés, permettant ainsi de récupérer les larves, les nymphes et les adultes dans le filet. Les formes solidement fixées sont détachées à l'aide d'une pince.

• Milieu lentique

Dans les zones d'eau calme où se déposent les sédiments fins, les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'un filet Troubleau (filet à manche) à ouverture circulaire de 30 cm de diamètre. L'échantillonnage est réalisé par dragage au filet des fonds sablonneux-limoneux et fond vaseux en faisant des allers-retours sur une distance d'un mètre environ.

5-1-1-La chasse d'adultes

Les chasses d'adultes aux abords des cours d'eau permettant d'une part, de compléter l'échantillonnage benthique et, d'autre part de confirmer les déterminations de certains taxons difficiles à séparer au stade larvaire.

Les imagos sont repérés à vue aux abords des cours d'eau, sur la végétation riveraine et sur les pierres. Ils sont capturés au vol en utilisant le filet entomologique (filet fauchoir) d'ouverture

circulaire de 30 cm de diamètre ou bien, saisis à l'aide d'une pince entomologique souple et recueillis dans des piluliers remplis d'alcool à 70 %.

5-2- Conservation des échantillons

Le matériel biologique récolté est transféré dans des sachets en matière plastique, puis fixé dans de l'alcool à 70 % ou du formol à 8 % sur le lieu même de prélèvement.

La date, le numéro et les caractéristiques de la station sont notés à chaque sortie.

5-3-Tri et détermination de la faune

Au laboratoire, les échantillons conservés dans des sachets étiquetés par station sont lavés et débarrassés des particules indésirables (graviers, feuilles, débris végétaux, vase...) sur une série de tamis à mailles décroissantes (de 5 à 0,2 mm), puis versés dans une bassine et transvasés par la suite dans des béchers de 250 cc.

Un pré-tri et une détermination jusqu'à la famille sont effectués sous une loupe binoculaire par fractions successives dans des boîtes de Pétri à fond quadrillé.

La détermination des larves des Trichoptères est faite en utilisant essentiellement les caractères morphologiques suivants : position des crochets anaux, degrés de sclérification des différents notums thoraciques, structure de la capsule céphalique, présence, position et forme des branchies abdominales (et éventuellement thoraciques), forme et structure des pattes, et enfin, pour des cas difficiles, disposition des soies sur la tête et d'autres parties du corps (chétotaxie).

Les nymphes jeunes de Trichoptères peuvent être identifiées jusqu'au niveau famille, et dans certains cas favorables au niveau genre. Par conséquent, la formule calcaréenne, la présence ou l'absence des ocelles et chez les mâles, le nombre des articles des palpes maxillaires constituent de bons critères pour la détermination des familles et même de certains genres (figure 8 et annexe 3).

Les nymphes en fin de développement montrent déjà les caractères imaginaires qui permettent de les identifier. Après avoir déchiré délicatement l'exuvie nymphale dans la partie postérieure, les génitalia sont mis en évidence, ce qui permet une identification, particulièrement avec les mâles, au niveau spécifique.

Les clés utilisées dans le cadre de ce travail pour la détermination des Trichoptères (larves et nymphes) sont celles de : MALICKY (1983) ; MORETTI (1983), DAKKI & TACHET (1987) ; ZAMORA-MUNOZ *et al.* (1995) ; GONZALEZ & MALICKY (1999), TACHET *et al.* (2000) ; VIEIRA-LANERO (2000) et RUIZ-GARCIA *et al.* (2004).

Quant à l'identification spécifique de certains taxa, nous avons eu recours aux spécialistes des Trichoptères :

*Pr. El Alami El Moutaouakil Majida de l'Université Abdelmalek Essaadi, Faculté des Sciences, Tétouan, Maroc ;

*Pr. Hans Malicky Sonnengasse 13 A-3293 Lunz am See Autriche.

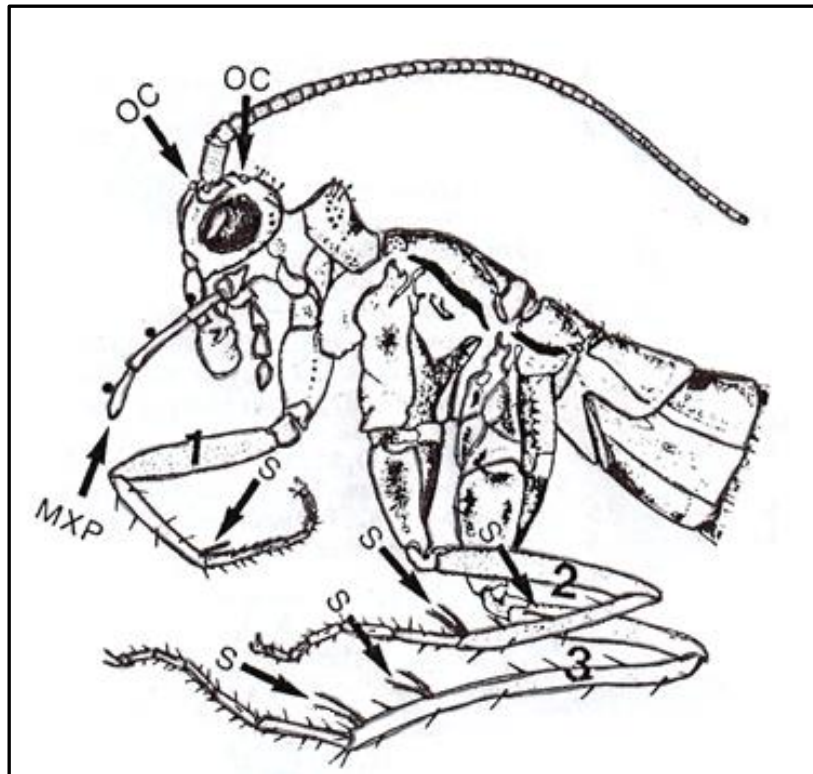


Figure 8: Déterminations des familles et genres des nymphes matures de Trichoptère d'après MALICKY (1983).

OC : ocelles ; **MXP** : palpes maxillaires (ici avec 3 articles) ; **S** : éperons des tibias ;
Formule Calcaréenne : nombre des éperons des tibias **1. 2. 3.** (ici : 134)

6- Indices écologiques de composition et de structure des peuplements

Ce sont des mesures simples des communautés d'invertébrés basés le plus souvent sur la théorie écologique des populations. Il s'agit de la richesse taxonomique, l'abondance et l'occurrence des espèces. Ils permettent aussi de comparer entre deux peuplements et de voir comment ceux-ci évoluent dans l'espace et dans le temps (DAJOZ, 2006).

6-1- Richesse taxonomique ou spécifique (S)

L'étape de base dans les études des communautés consiste à évaluer la structure générale des peuplements à partir de la richesse spécifique ou taxonomique, c'est-à-dire le nombre total d'espèces effectivement présentes sur un site à un moment donné (RAMADE, 2003). La richesse taxonomique est fréquemment utilisée comme une variable qui intervient souvent dans les efforts de gestion et de conservation de la biodiversité.

La richesse taxonomique ou spécifique correspond au nombre total d'espèces (taxons) présent dans chaque prélèvement (BOULUNIER *et al.*, 1998 ; RAMADE, 2003).

La richesse spécifique augmente généralement avec une amélioration de la qualité de l'eau et de la diversité de l'habitat (PLAFKIN *et al.*, 1989) :

RT < 8 : mauvaises conditions écologiques

8 < RT < 15 : conditions écologiques moyennes

RT > 15 : bonnes conditions d'habitat

6-2- Abondance relative

C'est un paramètre important pour la description d'un peuplement. Elle représente le nombre d'individus du taxon (i) par unité de surface ou de volume par rapport au nombre total d'individus (RAMADE, 2003). Cet indice est variable dans l'espace et dans le temps. L'abondance relative d'une espèce est fonction de la façon de partager des ressources naturelles dans son biotope, ses valeurs sont données par la formule suivante :

$$A (\%) = 100 * ni / N \quad \text{avec}$$

ni : Nombre d'individus de l'espèce *i* ; **N** : Nombre total d'individus.

6-3- Occurrence des espèces

Appelée aussi indice de constance au sens de DAJOZ (1985), la fréquence d'occurrence est le rapport, exprimé en pourcentage, entre le nombre de relevés (Pi) où l'on trouve l'espèce (i) et le nombre total de relevés réalisés (P) dans une même station. Elle est calculée par la formule suivante :

$$C (\%) = 100 * Pi / P$$

Pi : nombre de prélèvements où l'espèce *i* est présente **P** : nombre total de prélèvements.

En fonction de la valeur de OC (%), nous qualifions les espèces de la manière suivante :

- OC = 100% Espèce omniprésente.
- OC] 100 – 75] Espèce constante.
- OC] 75 – 50] Espèce très fréquente.
- OC] 50 – 25] Espèce fréquente.
- OC] 25 – 5] Espèce accessoire.
- OC < 5 % Espèce rare.

6-4- Indice de diversité de Shannon-Weaver (1948) et d'équitabilité de Pielou (1966)

- **Indice de diversité de Shannon-Weaver (1949)**

Dans l'évaluation de la diversité spécifique, interviennent en principe les abondances des espèces constitutives de la biocénose (ou de la communauté). Parmi les nombreux indices de diversité proposés, l'indice de Shannon-Weaver (1948) est sans doute le plus utilisé. Il exprime le mieux la diversité des peuplements. Il présente l'avantage de n'être subordonné à aucune hypothèse en préalable sur la distribution des espèces et des individus (BLONDEL, 1979 ; LEGENDRE & LEGENDRE, 1979 ; BARBAULT, 1981). Il convient bien à l'étude comparative des peuplements. Il est indépendant de la taille de l'échantillon et prend compte à la fois de la richesse spécifique et de l'abondance relative de chaque espèce, permettant ainsi de caractériser l'équilibre du peuplement d'un écosystème.

Il a pour expression :

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

Où $P_i = n_i / N$, c'est-à-dire l'abondance relative de l'espèce i (effectif i/ effectif global).

Cet indice a pour unité le « Bit », sa valeur dépend du nombre d'espèces présentes, de leurs proportions relatives et de la base logarithmique. L'indice de diversité H' est d'autant plus petit (proche de 0) que le nombre d'espèces est faible ou quelques espèces dominant, il est d'autant plus grand que le nombre d'espèces est élevé et réparti équitablement. Autrement dit, la diversité est minimale quand H' tend vers (0), et est maximale quand H' tend vers l'infini (∞).

- **Equitabilité**

L'équitabilité, nommée aussi régularité (FRONTIER, 1976) est introduite en écologie numérique par PIELOU (RAMADE, 1976). Le degré d'équitabilité est estimé par un indice E qui est égale au rapport entre la diversité réelle (H') et la diversité théorique maximale (H'_{\max} ou $\log_2 S$) : $H'_{\max} = \log_2 S$

L'équitabilité a pour formule mathématique : $E = H' / \log_2 S$

Cet indice permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces en évaluant la proportion des espèces dominantes, sa valeur varie de 0 (dominance d'une espèce) à 1 (équirépartition des individus dans les espèces : lorsque toutes les espèces ont la même fréquence).

7- Méthodes statistiques multivariées

De nombreux travaux ont montré que la distribution spatiale des macroinvertébrés benthiques est régie par un complexe de facteurs environnementaux qui varient d'une station à une autre. Certains d'entre eux, comme la nature du substrat, la vitesse du courant, la hauteur de l'eau sont habituellement considérés comme facteurs écologiques susceptibles d'influencer directement la répartition de la faune benthique.

Les principales méthodes statistiques multivariées utilisées dans ce travail s'appuient sur l'analyse en composantes principales (ACP), l'analyse factorielle des correspondances (AFC) et la classification ascendante hiérarchique (CAH).

7-1-Analyse en composantes principales (ACP)

Compte tenu de la complexité des relations entre les caractéristiques biologiques ou écologiques et la structure du peuplement, l'analyse factorielle en composantes principales (ACP) a été réalisée pour tenir compte de l'hétérogénéité des variables environnementales.

L'ACP est une méthode dite factorielle d'analyse des données qui cherche à synthétiser l'information contenue dans un tableau croisant des individus et des variables quantitatives. Elle sert à mettre en évidence des similarités ou des oppositions entre variables et à repérer les variables les plus corrélées entre elles.

L'ACP consiste à remplacer une famille de variables par de nouvelles variables à variance maximale, ou corrélées deux à deux et qui sont des combinaisons linéaires des variables d'origine. Ces nouvelles variables, appelées composantes principales, définissent des plans factoriels qui servent de base à une représentation graphique plane des variables initiales.

L'analyse en composante principale est très utilisée pour la description des caractéristiques physico-chimiques (CARREL *et al.*, 1986).

7-2- Analyse factorielle des correspondances (AFC)

L'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC), méthode d'ordination largement utilisée, fournit des scores factoriels qui peuvent être cartographiés (DOLEDEC & CHASSEL, 1991).

L'AFC consiste à rechercher la meilleure représentation simultanée de deux ensembles constituant les lignes et les colonnes d'un tableau de contingence, ces deux ensembles jouant un

rôle symétrique. Elle permet d'ordonner les valeurs d'un tableau suivant un certain nombre d'axes correspondant à des facteurs de distribution (THIOULOUSE & CHASSEL, 1997).

La représentation utilisée est celle des plans formés par deux orthogonaux représentant un maximum de variance pour l'analyse (ce sont les deux ou trois premiers axes qui sont souvent utilisés).

L'AFC réalisée à partir des abondances des espèces aide à déterminer les espèces caractéristiques de chaque groupe (HILL, 1974).

7-3- Classification ascendante hiérarchique (HAC)

La classification ascendante hiérarchique consiste à regrouper dans un même ensemble les données qui ont un degré de similarité significatif.

La mesure de la similarité se fait selon les distances euclidiennes et l'agrégation en fonction de la méthode de ward sous forme d'un dendrogramme.

La CAH est destinée à reproduire des groupements décrits par un certain nombre de variables ou caractères.

7-4 Corrélation de Pearson

Le test de Pearson calcule et élabore des matrices de coefficients de corrélation ' r ' ainsi que des covariances pour toutes les paires de variables d'une liste (option de matrice carré) ou pour chaque paire de variables formée en prenant une variable de chacune de deux listes de variables (option matrice rectangulaire).

Le coefficient de corrélation de Pearson indique le degré de relation linéaire entre deux séries de données (HELD, 2010), il peut prendre les valeurs ' -1 ' à ' $+1$ ' :

- une valeur de $+1$ montre que les variables sont parfaitement linéaires liées par une relation de plus en plus croissante.
- une valeur de -1 montre que les variables sont parfaitement linéaires liées par une relation décroissante.
- une valeur de 0 montre que les variables ne sont pas linéaires entre elles.

Il est considéré comme forte corrélation si le coefficient de corrélation est supérieur à $0,8$ et une faible corrélation si le coefficient de corrélation est inférieur à $0,5$ (BOLBAOCA & JÄNTSCHI, 2006).

7-5- Logiciels de calcul

Le logiciel 'R' a permis de réaliser et de donner les représentations graphiques des analyses multivariées.

Chapitre III

Les Trichoptères

1- Généralités sur les Trichoptères

1-Généralités sur les Trichoptères

Parmi les nombreux insectes qui peuplent, le plus souvent à l'état larvaire, les écosystèmes dulcicoles, les Trichoptères occupent une place de choix tant par le nombre d'espèces recensées que par la diversité des milieux colonisés (FAESSEL, 1985 ; VIEIRA-LANERO, 2000).

Par leur présence à différents niveaux trophiques, les Trichoptères occupent un grand nombre de niches écologiques. Ils jouent un rôle essentiel dans la dynamique des écosystèmes. Ils vivent dans les ruisseaux, les sources, les rivières, les étangs et les lacs (MALICKY, 1983).

1-1-Classification

D'après FAESSEL (1985), la première monographie de l'ordre des Trichoptères est attribuée à PICTET (1834). Viennent par la suite, KOLENATI (1848) et ULMER (1903) qui proposent les bases d'une première classification des insectes. Une vingtaine d'années plus tard, MARTYNOV (1924) définit deux sous-ordres : les Annulipalpia et les Integripalpia.

ROSS (1967) donne la phylogénie des principales familles de Trichoptères recensées en France et distingue ainsi 3 superfamilles : les Hydropsychoidea, les Rhyacophiloidea et les Limnephiloidea.

TACHET et *al.* (2000) signalent que, d'un point de vue phylogénétique, en se basant sur des critères liés à l'adulte (pièces buccales, génitalia, nervation) et sur d'autres liés à la nymphose et la morpho-anatomie larvaire (WEAVER & MORSE, 1986 ; WIGGINS & WICHARD, 1989 ; GALL & WIGGINS, 1996 ; WIGGINS, 1998), les Trichoptères peuvent être répartis en trois grands groupes : les Annulipalpia, les Spicipalpia et les Integripalpia.

Nous donnons ici la position systématique des Trichoptères qui existent en Algérie selon la classification adoptée par COPPA & TACHET (2020).

Règne : Animal

Phylum : Invertébrés

Embranchement : Arthropodes

Sous-Embranchement : Mandibulates

Classe : Insectes

Sous-Classe : Pterygotes

Ordre : Trichoptères Kirby, 1813

Sous-Ordre des Annulipalpia

Super-Famille Philopotamoidea Stephens, 1829

Famille Philopotamidae Stephens, 1829

Sous-Famille Philopotaminae Stephens, 1829

Genre *Wormaldia* McLachlan, 1865

Super-Famille Hydropsychoidea Curtis, 1835

Famille Hydropsychidae Curtis, 1835

Sous-Famille Diplectroninae Ulmer, 1951

Genre *Diplectrona* Westwood, 1840

Sous-Famille Hydropsychinae Curtis, 1835

Genre *Cheumatopsyche* Wallengren, 1891

Genre *Hydropsyche* Pictet, 1834

Famille Ecnomidae Ulmer, 1903

Genre *Ecnomus* McLachlan, 1878

Famille Polycentropodidae Ulmer, 1903

Genre *Plectrocnemia* Stephens, 1836

Sous-Genre : *Plectrocnemia geniculata* Mosely, 1930

Genre : *Polycentropus* Curtis, 1835

Famille Psychomiidae Walker, 1852

Sous-Famille Psychomyiinae Walker, 1852

Genre *Psychomyia* Latreille, 1829

Genre *Tinodes* Leach, 1815

Sous-Ordre des Spicipalpia

Super-Famille Rhyacophiloidea

Famille Rhyacophilidae Stephens, 1836

Genre *Rhyacophila* Pictet, 1834

Super-Famille Glossosomatidea

Famille Glossosomatidae Wallengren, 1891

Sous-Famille Glossosomatinae Wallengren, 1891

Genre *Agapetus* Curtis, 1834

Super-Famille Hydroptiloidea

Famille Hydroptilidae Stephens, 1836

Sous-Famille Hydroptilinae Stephens, 1836

Genre : *Agraylea* Curtis, 1834

Allotrichia McLachlan, 1880

Hydroptila Dalman, 1819

Ithytrichia Eaton, 1873

Orthotrichia Eaton, 1873

Oxyethira Eaton, 1873

Stactobia McLachlan, 1880

Sous-Ordre des Integripalpia

Super-Famille Limnephiloidea

Famille : Brachycentridae Ulmer, 1903

Genre : *Micrasema* McLachlan, 1876

Famille : Limnephilidae Kolenati, 1848

Sous-Famille : Limnephilini Kolenati, 1848

Genre : *Limnephilus* Leach, 1815

Sous-Famille Stenophylacini Schmid, 1955

Genre : *Allogamus* Schmid, 1955

Mesophylax McLachlan, 1882

Stenophylax Kolenati, 1848

Famille : Goeridae Ulmer, 1903

Genre : *Silonella* Fischer, 1966

Famille : Uenoidae Iwata, 1927

Sous-Famille : Thremmatinae Martynov, 1935

Genre : *Thremma* McLachlan, 1876

Sous-Genre : *Thremma sardoum* Costa, 1884

Famille : Leptoceridae Leach, 1815

Sous-Famille : Leptocerinae Leach, 1815

Genre : *Adicella* McLachlan, 1877

Athripsodes Billberg, 1820

Mystacides Latreille, 1825

Oecetis McLachlan, 1877

Setodes Rambur, 1842

Triaenodes McLachlan, 1865

Famille : Beraeidae Wallengren, 1891

Genre : *Beraea* Stephens, 1836

1-2- Description

Le nom de Trichoptères vient du grec « Trichos » pour poils et « Pteron » pour les ailes. En effet, leurs ailes sont généralement couvertes de soies. Les imagos de Trichoptères sont reconnaissables à la disposition des ailes qui, chez l'animal au repos, sont disposées en forme de toit sur l'abdomen.

Les Trichoptères sont des insectes holométaboles (métamorphose complète) dont les larves et les nymphes sont aquatiques à l'exception du Limnephilidae *Enoicyla pusilla* qui s'est

secondairement adapté à la vie terrestre et vit dans les mousses et milieux humides sur terre (TACHET et *al.*, 1980, 2000 ; MORETTI, 1983 ; FAESSEL, 1985 ; VIERA-LANERO, 2000).

C'est un ordre qui s'est différencié à la fin de l'ère primaire à partir d'un ancêtre commun notamment aux Lépidoptères (TACHET et *al.*, 2002), quelques espèces peuvent même être confondues avec des Lépidoptères (ZAHRADNIK, 1988).

La larve de Trichoptères est de type eucéphale, la tête, le thorax et l'abdomen sont bien individualisés (photo 5). Les larves se distinguent de celles des Coléoptères, avec lesquelles on pourrait les confondre, par la présence d'une paire de crochets anaux. Ces derniers sont soit insérés latéralement à l'extrémité de l'abdomen chez les formes à étui (larves éruciformes), soit portés à l'extrémité de fausses pattes (les pygopodes) chez les larves sans étui (larves campodéiformes).

De taille très variable, certains Trichoptères ne mesurent que quelques mm, d'autres ont une envergure de 50 à 60 mm. Leur corps est allongé, brun-jaune ou grisâtre.

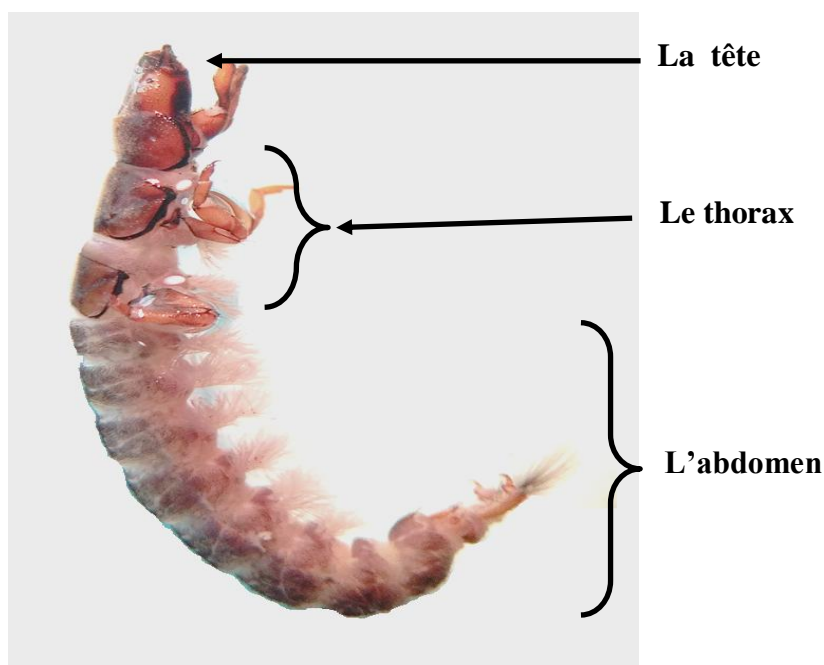


Photo 5: Vue d'ensemble d'une larve de Trichoptère (Hydropsychidae)

1-2-1- La tête

La tête est totalement sclérifiée dont la partie principale est constituée de la capsule céphalique qui est composée de plusieurs pièces : dorsalement l'apotome frontoclypéal, latéralement les gena, ventralement l'apotome ventral parfois absent. Les yeux sont réduits à de simples tâches oculaires avec un éclaircissement au niveau de la cuticule. Les antennes sont

en général très courtes, parfois sessiles. Cependant, chez les Leptoceridae et le genre *Beraeodes* (Beraeidae), les antennes sont relativement longues.

Les pièces buccales se composent d'un labre, d'une paire de mandibules dont la forme varie en fonction du régime alimentaire. Maxilles et labium forment un complexe maxillo-labial avec des palpes maxillaires très courts et des palpes labiaux parfois absents. Le labium porte deux palpes labiaux très courts et en position médiane une filière conique à l'extrémité de laquelle débouchent les conduits de deux glandes séricigènes responsables de la sécrétion de la soie (figure 9).

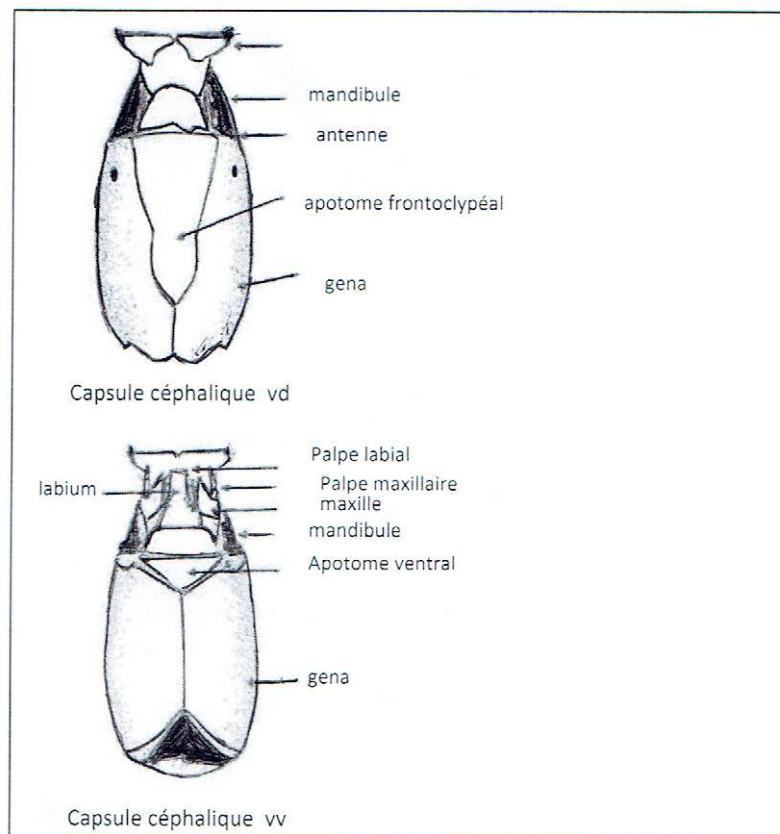


Figure 9: Morphologie et anatomie de la tête d'une larve de Trichoptère Philopotamidae

(d'après TACHET et *al.*, 2000).

1-2-2- Le thorax

Il est formé de trois segments bien individualisés portant chacun une paire de pattes. Ils se caractérisent par la présence de formations sclérifiées dorsales plus ou moins importantes utilisées comme critère de détermination des différentes familles. La partie dorsale des segments thoraciques est désignée sous les termes de pro-mésotum et métanotum. Le pronotum est toujours entièrement sclérifié. Les deux autres segments sont soit complètement sclérifiés, soit

complètement membraneux. Ils peuvent aussi porter quelques sclérites ou quelques taches sclérifiées.

Les pattes comportent cinq segments : la hanche ou le coxa, le trochanter, le fémur, le tibia et le tarse qui se termine par une seule griffe pourvue ou non de crochets ou de soies (figure 10).

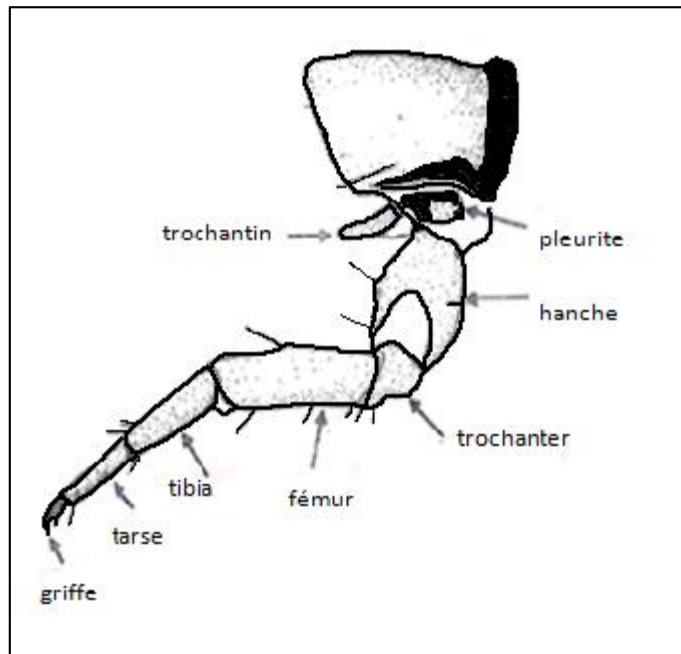


Figure 10: Morphologie et anatomie d'une patte de Trichoptère (TACHET et *al.*, 2000).

Chez la plupart des Trichoptères, les pattes prothoraciques sont relativement courtes et trapues. Elles jouent le rôle d'auxiliaire de l'appareil buccal et servent également à manipuler les éléments destinés à la construction de l'étui. Les pattes du méso et métathoraciques, quant à elles, sont généralement plus longues, plus élancées et servent surtout à la locomotion.

Chez certains Rhyacophilidae et chez les Hydropsychidae, des branchies thoraciques sont présentes au niveau des méso et des métasternites.

1-2-3- L'abdomen

Il est composé de neuf segments bien individualisés. Chez certaines formes à étui, le premier segment abdominal peut porter des mamelons. Chez les Uenoidae, il y a, outre le mamelon dorsal, deux mamelons latéraux et deux bosses ventrales. Le mamelon dorsal peut manquer (Lépidostomatidae). Enfin, certaines larves à étui ne présentent aucune différenciation au niveau du premier segment abdominal (Brachycentridae).

Les branchies sont présentes ou absentes, elles sont le plus souvent digitiformes, parfois ramifiées chez les Hydropsychidae et la majorité des Rhyacophilidae.

Les crochets anaux s'insèrent directement sur l'abdomen chez les formes à étui ; ils sont portés à l'extrémité des pygopodes chez les formes sans étui (figure 11).

Il existe chez de nombreuses formes à étui, une frange latérale (ligne latérale) constituée d'une frange de soies.

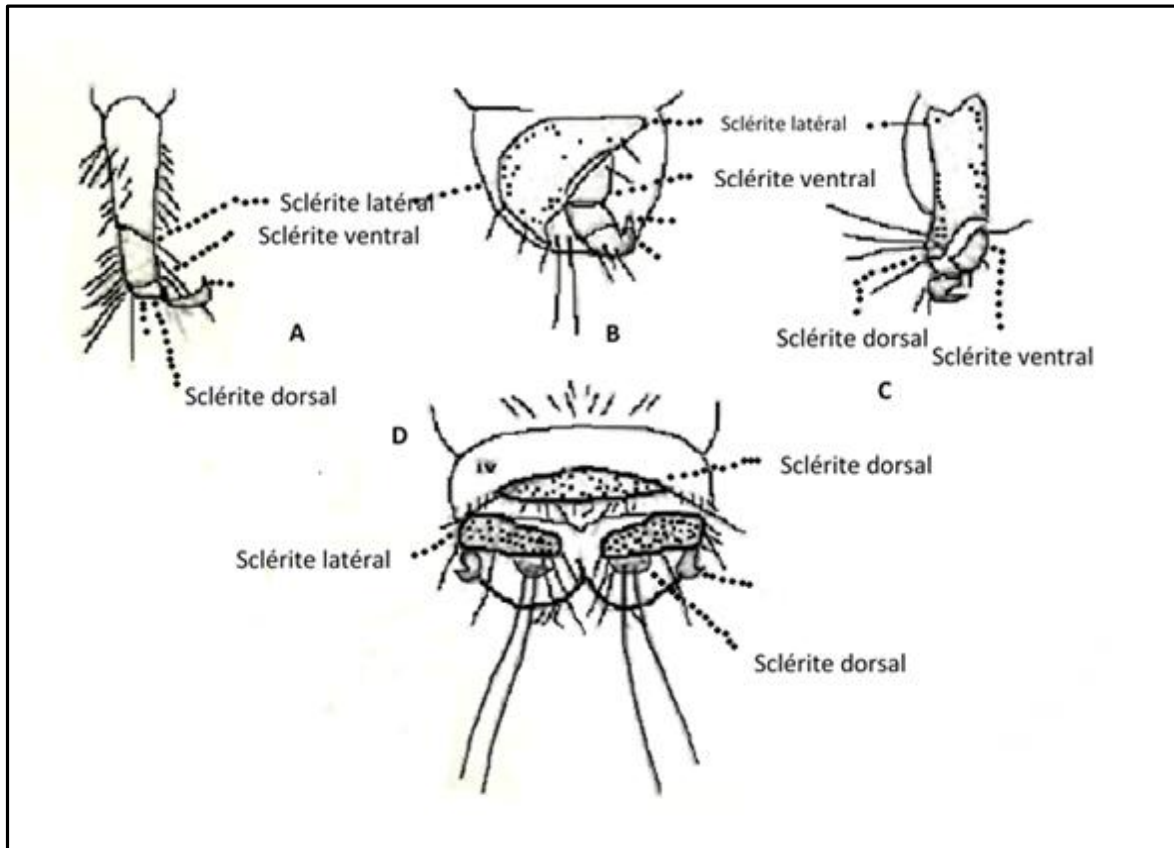


Figure 11 : Morphologie des appendices anaux de quelques Trichoptères.

A : Philopothamidae, vue latérale ; **B** : Limnephilidae vue latérale ; **C** : Glossosomatidae vue latérale et **D** : Goeridae vue dorsale (WIGGINS, 1977).

1-2-4- Étui et autres constructions larvaires

Les larves de Trichoptères (sauf les Rhyacophilidae) filent de la soie tout au long de leur vie larvaire. Cette soie est de nature protéique, liquide et collante à l'émission.

Deux groupes peuvent être distingués :

- les larves à étui (larves éruciformes), le fourreau peut être fait exclusivement de soie ou

constitué de matériaux divers, collés les uns aux autres avec de la soie : feuilles, bois, sable, coquillages...etc. Il est propre à chaque famille (photo 6).

Après chaque mue, la larve grossit et s'allonge. Elle ajoute des éléments à l'avant et coupe l'extrémité postérieure de l'étui devenue trop étroite. Elle va procéder ainsi jusqu'au dernier stade larvaire. Chez les Hydroptilidae, seules les larves de dernier stade élaborent un étui.

- les larves sans étui (larves campodéiformes) ne présentent pas de construction larvaire comme chez les Rhyacophilidae où seul sera édité le cocon nymphal, soit présentent des constructions larvaires de types variés : structure filtrante chez les Hydropsychidae et les Philopotamidae, système de piège chez les Ecnomidae et les Polycentropodidae, galerie collée au substrat chez les Psychomyiidae.

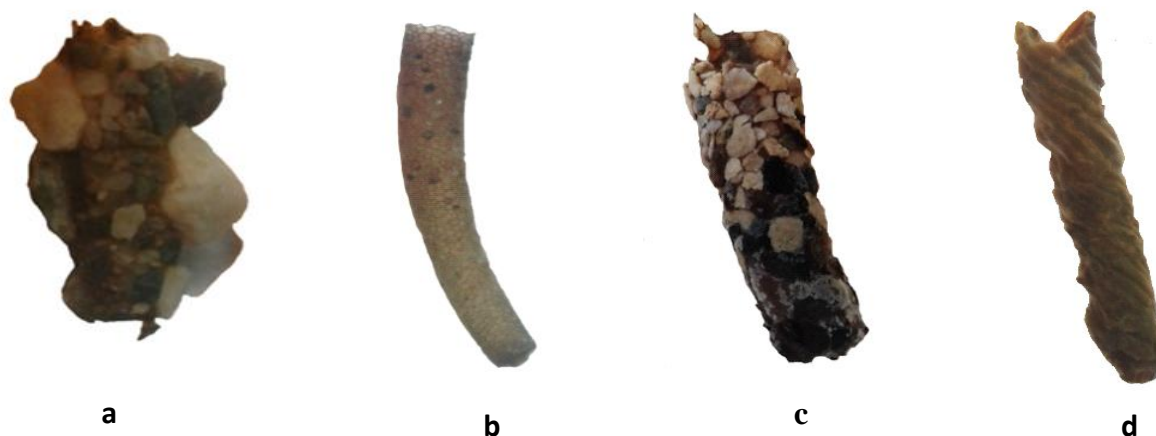


Photo 6: Quelques exemples de fourreaux de Trichoptères recensés
a: Goeridae, **b:** Brachycentridae, **c:** Limnephilidae, **d:** Leptoceridae

1-2-5-La nymphe

A la fin du dernier stade larvaire, la larve fixe son étui au substrat, puis se retire complètement à l'intérieur de l'étui. Elle obture partiellement l'ouverture antérieure avec des éléments minéraux (ces éléments ne sont pas jointifs et l'eau peut circuler). Elle procède de même pour l'ouverture postérieure.

La larve va subir les processus de la nymphose qui précèdent la métamorphose avec la mise en place de nouveaux organes: fourreaux alaires, yeux composés, pattes et d'antennes allongées. Les fourreaux alaires, comme les antennes, sont rabattus ventralement et les antennes peuvent dépasser largement l'abdomen (photo 7).

En rejetant l'exuvie larvaire (mue nymphale), cette dernière se transforme en nymphe avec des organes strictement nymphaux qui lui permettent de quitter son fourreau et d'émerger :

les mandibules nymphales servent à ouvrir le cocon ou l'étui, les tarse des PII permettent à la nymphe de nager vers la surface et les deux paires de sclérites facilitent la sortie des nymphes de leur cocon leur permettant de prendre appui sur la surface soyeuse des parois internes de l'étui.

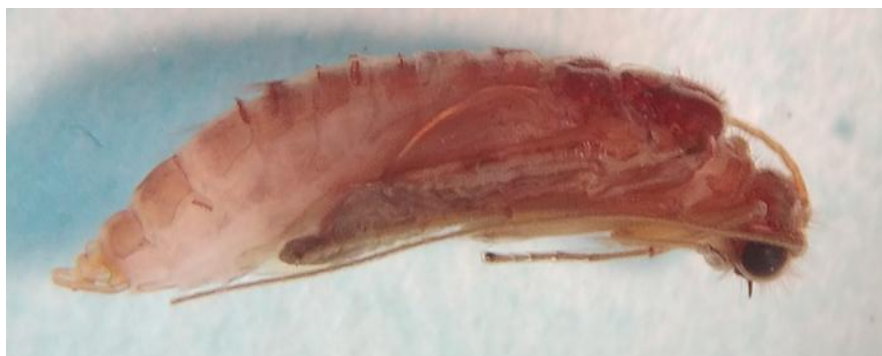


Photo 7: Nymphe d'*Hydropsyche* sans son étui nymphal

1-2-6- L'adulte

A la fin de la nymphose, la nymphe émergente rejoint la surface où elle s'accroche à un support. Grâce à des mouvements de contractions abdominaux, l'adulte émerge peu à peu de l'exuvie nymphale et achève de déplier ses ailes avant de s'envoler.

Les Trichoptères adultes sont de mœurs nocturnes ou crépusculaires et sont facilement attirés par la lumière. Dans les zones froides ou en haute altitude, certaines espèces se rassemblent en essaims le soir au-dessus de l'eau.

Cet ordre est souvent bon voilier, vif et rapide. Il se rencontre parfois loin de l'eau mais le plus souvent sous les ponts ou dans les feuillages rivulaires (ANDRIAMBELO, 1998).

L'adulte de Trichoptères se distingue des Lépidoptères nocturnes par ses ailes couvertes de soies qui sont rabattus en toit et par l'absence de trompe en spirale. Les pièces buccales, à l'exception des mandibules (l'adulte ne se nourrit pas) sont bien individualisées. Les yeux composés sont bien développés et les antennes sont multiarticulées, souvent plus longues que le corps. Les tibias des pattes portent de fortes épines (éperons) dont le nombre et la position ont un intérêt en systématique ainsi que la disposition des nombreuses nervures des ailes (TACHET et *al.*, 2000).

Les appendices génitaux (genitalia) sont bien visibles. En effet, la systématique des adultes au niveau spécifique est basée sur la structure des genitalia des mâles (MALICKY, 1983).

Les pattes thoraciques sont longues avec un tarse de 5 articles. Le tibia porte des soies, des épines (chez les Limnephilidae) et des éperons bien développés. La disposition et le nombre de

ces éperons (formule calcaréenne ou calcarienne) sont utilisés pour identifier familles et genres. La formule des éperons des Limnephilidae du genre *Potamophylax* est 134.

L'adulte (photo 8), va vivre quelques jours pour certains groupes (Hydropsychidae), il est mature et la reproduction ainsi que la ponte ont lieu dans les jours qui suivent l'émergence, à quelques mois pour certains Limnephilidae à diapause imaginale, la reproduction dans ce cas n'a lieu que plus tard. La mue imaginale est toujours nocturne.



Photo 8: Adulte de Trichoptère

1-3-Données biologiques

1-3-1-Ethologie

La majorité des adultes ont une activité crépusculaire et même nocturne, quelques espèces de Polycentropodidae et de Leptoceridae ont une activité diurne. Durant la journée, les adultes, sont le plus souvent posés sur les divers supports bordant le milieu aquatique. Les femelles de certaines espèces remontent souvent en amont de leur lieu d'émergence et compensent ainsi le phénomène de dérive des larves.

La période de vol s'étale du printemps à l'automne, période de l'émergence maximale pour la majorité des espèces.

1-3-2- Reproduction (maturation des imagos)

Les mâles atteignent généralement leur maturité au moment de leur mue imaginale. Pour les femelles, deux cas peuvent se présenter :

- Les femelles sont matures lors de la mue imaginale ;

- Les femelles sont immatures lors de l'émergence, elles passent par une période de diapause durant laquelle se fera la maturation des cellules reproductrices.

1-3-3- Cycle biologique

La plupart des espèces de Trichoptères sont univoltines, l'hiver se passe à l'état larvaire ou nymphal. Cependant, dans certaines conditions, on peut observer l'apparition de 2 générations annuelles et chez certaines espèces le cycle peut s'étaler sur 2 ou 3 années (figure 12).

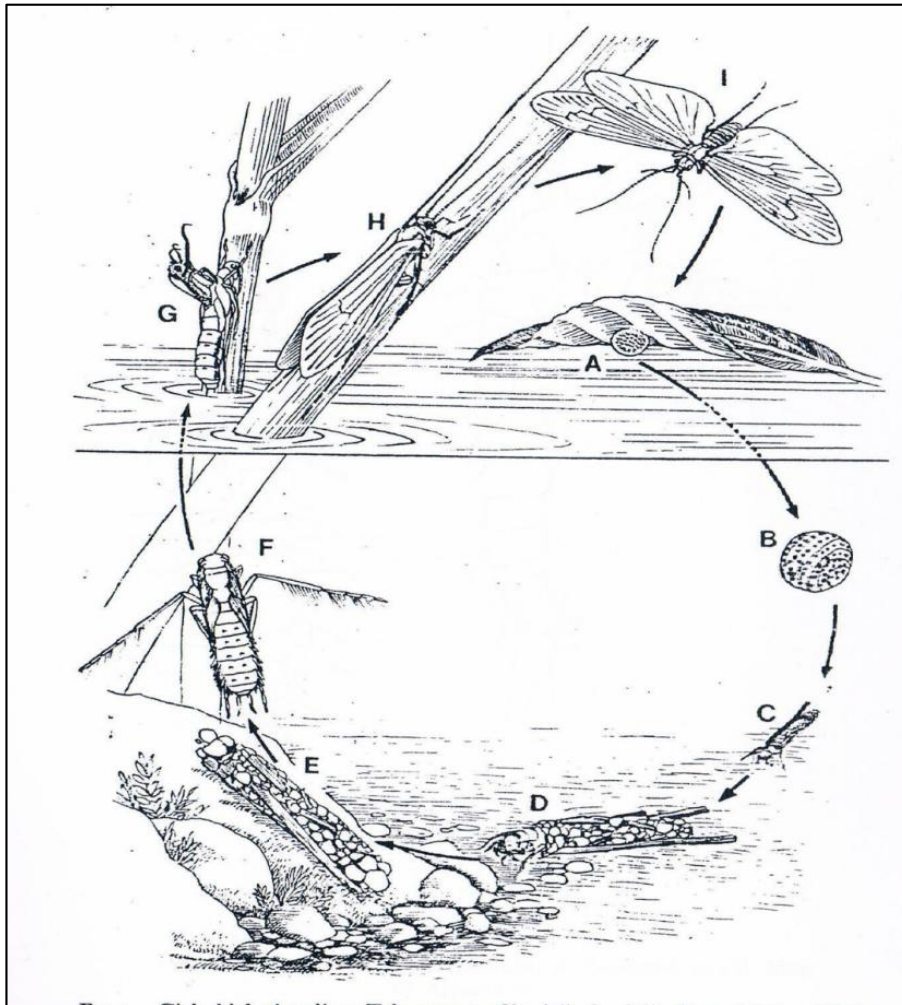


Figure 12: Cycle biologique du Trichoptères Limnephilidae (*Halesus radiatus*)
(d'après MORETTI, 1983)

A, masse gélatineuse déposée sur la face inférieure d'une feuille ; **B**, matrice gélatineuse gonfle au contact de l'air ; **C**, éclosion des œufs et libération des larves dans l'eau ; **D**, larve mature se transforme dans son cocon nymphal ; **E**, la nymphe prête à émerger hors de l'eau ; **F**, la nymphe atteint la surface en nageant ; **G**, nymphe mature émerge ; **H**, l'imago assèche ses ailes ; **I**, imago vol à la recherche d'un support pour pondre.

1-3-4- Accouplement, ponte et développement embryonnaire

L'accouplement des Trichoptères s'effectue le plus souvent au sol ou sur un support et les deux partenaires se tournent le dos (photo 9a). Au moment de la fécondation, le mâle transmet fréquemment une sécrétion riche en protéines qui constitue une réserve alimentaire pour la femelle.

Les œufs sont toujours groupés dans une ponte. Les pontes sont de différents types :

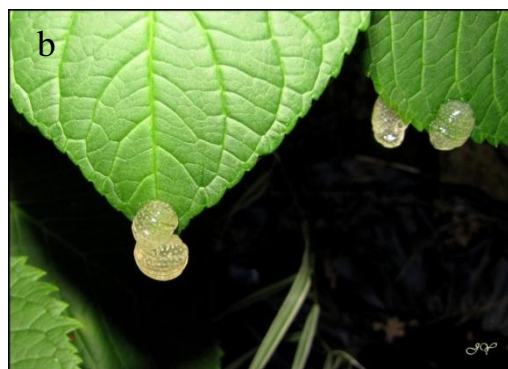
- aquatiques et cimentées (aplaties et colées au substrat) chez les Hydropsychoidea ;
- aquatiques, gélatineuses et massives (par exemple chez les Phryganeidae) ;
- terrestres, gélatineuses et massives sur la végétation chez certains Limnephilidae.

La plupart du temps, l'éclosion a lieu quelques jours après la ponte. Le nombre d'œufs peut varier de quelques dizaines à plusieurs centaines (photo 9b).

Le développement embryonnaire a lieu généralement immédiatement après la ponte. Sa durée est étroitement liée à la température.



Phase d'accouplement de Trichoptères



Les œufs enrobés dans la masse gélatineuse

Photo 9: Accouplement (a) et ponte (b) chez les Trichoptères

1-3-5- Développement post-embryonnaire

Le développement embryonnaire donne naissance à une larvule qui va subir un certain nombre de mues donnant chacune naissance à un stade larvaire. Il existe cinq stades larvaires (quatre mues) pour la majorité des espèces de Trichoptères. Certaines espèces en comptent davantage (6 pour le genre *Sericostoma* et 7 chez les Glossosomatidae).

La vie larvaire de la plupart des espèces dont le cycle biologique est annuel s'étale sur 9 à 10 mois. Certaines espèces Hydroptilidae présentent une durée de vie réduite de 3 à 4 mois. La durée de ce stade est étroitement liée à certaines composantes du milieu comme la température, le facteur trophique, le débit...etc (FAESSEL, 1985).

1-3-6- Parasitisme-Commensalisme

Seules quelques espèces vivent en parasites. Ainsi, *Ceraclea nigronervosa* et *Ceraclea fulva* vivent électivement dans une éponge d'eau douce *Spogilla lacustris* aux dépens de laquelle elles se nourrissent (FAESSEL, 1985).

Les Trichoptères Goeridae et d'Odontoceridae sont parfois parasités par l'Hyménoptère *Agryotypus armatus* qui se développe dans les fourreaux de Goeridae (GRENIER, 1970 ; ELLIOTT, 1982, 1983) et d'Odontoceridae (CORALLINI SORCETTI & MORETTI, 1986 ; WICHARD, 1988).

Des Grégarines se développent dans le tube digestif de certains Limnephilidae (FAESSEL, 1985).

Enfin, la tête et les pattes de certaines larves sont parfois recouvertes d'amas blanchâtres formés par des colonies de Vorticelles.

1-4- Données écologiques

Les larves peuvent être libres et errantes (Rhyacophilidae et la majorité des formes à étui) ou occuper une position fixe. Dans ce dernier cas, il s'agit de formes filtreuses : Hydropsychidae, les Brachycentridae *Brachycentrus* et *Oligoplectrum*, le Limnephilidae *Drusus discolor*, soit de formes prédatrices (Polycentropodidae et Ecnomidae) ou racleuses du substrat (Psychomiidae, Hydroptilidae du genre *Stactobia*).

On rencontre les larves de Trichoptères aussi bien dans les eaux courantes que dans les systèmes stagnants. Dans tous les milieux dulcicoles, on les trouve en altitude jusqu'à environ 2600 m. Elles vivent souvent à de petites profondeurs, mais on en a trouvé jusqu'à 40 m, rarement plus profond. Si un très grand nombre de Trichoptères vit dans le milieu dulcicole, quelques espèces vivent dans l'eau salée.

La plupart des larves de Trichoptères sont épibenthiques. Il existe cependant les Sericostomatidae ou les Odontoceridae qui peuvent se retrouver enfouies à quelques centimètres dans des sédiments meubles. Des formes nageuses ont été également observées : *Leptocerus*, Leptoceridae.

FAESSEL (1985) signale que les zones hygropétriques sont souvent colonisées par des espèces des genres *Tinodes* (Psychomiidae), *Stactobia* (Hydroptilidae), *Ernodes* (Beraeidae) et *Helicopsyche* (Helicopsychidae).

Des larves de Limnephilidae (*Apatania* sp., *Stenophylax* sp.), de Lepidostomatidae (*Crunoecia* sp.) et de Beraeidae (*Beraea* sp.) peuvent quitter le milieu aquatique pour se réfugier en bordure dans les zones humides, constituant une frontière (écotone) entre les domaines aquatiques et terrestres.

Chez les Trichoptères, il n'y a pas comme chez les Ephéméroptères d'adaptation morphologique importante à la rhéophilie. Il existe seulement les larves de Rhyacophilidae qui sont munies de puissants pygopodes pourvus d'un fort crochet leur permettant de s'accrocher au substrat. En revanche, une adaptation comportementale est observée chez certaines larves. Ainsi, de nombreux Trichoptères à fourreau sont capables de résister à de forts courants, soit par leur simple activité locomotrice, soit par adjonction d'éléments de surcharge qui alourdissent l'ensemble (Goeridae, certains Limnephilidae du genre *Drusus* et *Anabolia...*), par fixation de leur fourreau au support (Glossosomatidae, Hydroptilidae) ; les Brachycentridae, quant à eux, attachent le fourreau au substrat à l'aide d'un filament sécrété.

2-Analyse du peuplement

2- Analyse du peuplement

La faune des Trichoptères inventoriés dans ce travail se compose de 4109 larves et 52 nymphes. Ils sont représentés par 32 taxons appartenant à 13 familles et 21 genres. 18 taxa sont identifiés au niveau spécifique et 14 au niveau générique (tableau 9).

La détermination de plusieurs espèces de Trichoptères est rendue difficile et même incertaine, principalement celles appartenant aux genres *Micrasema*, *Allogamus*, *Orthotrichia*, *Stactobia* dont les récoltes n'ont concerné que les stades larvaires, peu utiles pour l'identification jusqu'au rang spécifique. Ainsi, nous avons préféré par prudence désigner par « sp » toute espèce très proche, mais peut-être distincte, d'une espèce insuffisamment caractérisée.

Dans ce travail, deux genres (*Micrasema*, *Allogamus*), deux espèces (*Agapetus incertulus*, *Hydropsyche iberomaroccana*) et la famille des Brachycentridae sont de nouvelles citations pour l'Algérie et 6 autres taxons le sont pour la Kabylie (*Allotrichia pallicornis*, *Hydroptila vectis*, *Hydropsyche fezana*, *Hydropsyche obscura*, *Orthotrichia* sp., *Stactobia* sp.).

Dans les relevés complémentaires réalisés dans les massifs montagneux des Aurès (Est algérien), deux autres espèces sont de nouvelles citations :

- *Micropterna testacea* est nouvelle pour l'Afrique du Nord,
- *Limnephilus barbagaensis* n.sp. est nouvelle pour la science.

Ces données ont permis de porter à 41 le nombre de taxa actuellement connus de Kabylie et à 83 sur le territoire algérien.

Les espèces répertoriées dans ce travail se répartissent comme suit :

Hydropsychidae : 3 genres, 10 espèces ;
 Hydroptilidae : 5 genres, 6 espèces ;
 Glossosomatidae : 1 genre, 4 espèces ;
 Psychomyidae : 2 genres, 2 espèces ;
 Leptoceridae : 2 genres, 2 espèces ;
 Rhyacophilidae : 1 genre, 1 espèce ;
 Philopotamidae : 1 genre, 1 espèce ;
 Polycentropodidae : 1 genre, 1 espèce ;
 Brachycentridae : 1 genre, 1 espèce ;
 Limnephilidae : 1 genre, 1 espèce ;
 Uenoidae : 1 genre, 1 espèce ;
 Goeridae : 1 genre, 1 espèce ;
 Beraeidae : 1 genre, 1 espèce.

Ce peuplement fait des Hydropsychidae la famille la plus diversifiée des cours d'eau étudiés. Elle représente 24,39 % des Trichoptères inventoriés (10 espèces). Viennent ensuite la famille des Hydroptilidae avec 5 genres et 6 espèces, puis les Glossosomatidae avec 1 genre et 4 espèces. Les autres familles (Psychomyiidae, Leptoceridae, Rhyacophilidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Brachycentridae, Limnephilidae, Uenoidae, Goeridae et Beraeidae) sont faiblement représentées, avec seulement une ou deux espèces (figure 13).

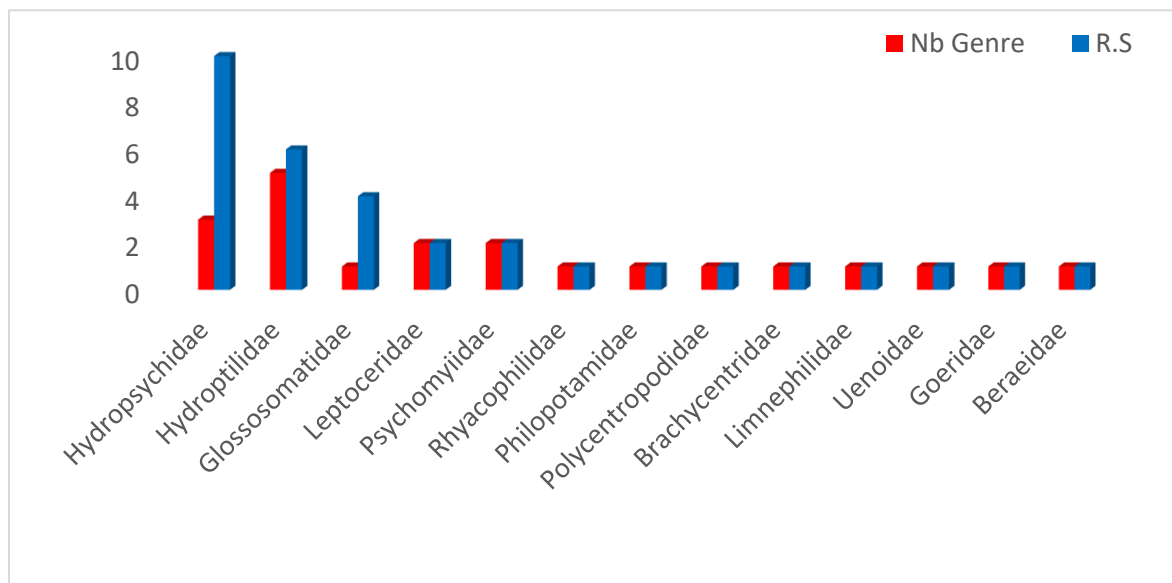


Figure 13: Représentation du nombre de genre et d'espèce par famille des Trichoptères recensés.

Ainsi, la richesse spécifique de ce peuplement est faible comparativement à celle observée dans d'autres réseaux hydrographiques des régions limitrophes : Rif 49 espèces (TAYOUB, 1989 ; EL-AGBANI & DAKKI, 1998 ; ALLAOUI, 2006 ; HAJJI *et al.*, 2013), Moyen-Atlas 58 espèces (DAKKI, 87 ; TOUBAY *et al.*, 2002), Haut-Atlas 41 espèces (AJAKANE, 1988 ; BOUZIDI, 1989 ; BOUZIDI & GIUDICELLI, 1994), Khroumirie 52 espèces (MALICKY & LOUNACI, 1987 ; BOUMAIZA, 1994 ; ALLAYA, 2003 ; KUMANSKI, 2006). Elle est encore plus faible par rapport à celle des réseaux de l'Europe méditerranéenne :

- 124 espèces dans l'Aragon (Péninsule Ibérique) (ZAMORA-MUNOZ & BONADA, 2003) ;
- 201 espèces dans les Pyrénées (DECAMPS, 1967) ;
- 205 espèces dans les Ardennes (N-E de la France) (COPPA, 2016) ;
- 104 dans le Doubs (VERNEAUX, 1973) ;
- et 66 en Corse (GIUDICELLI & ORSINI, 1987).

2-1- Richesse spécifique

Les Trichoptères inventoriés dans ce travail sont relativement bien représentés comparativement aux autres familles des Epheméroptères, Plécoptères, Diptères Simuliidae. Ils constituent une masse non négligeable par rapport aux prélèvements réalisés en Algérie.

La richesse spécifique n'est pas importante dans la plupart des stations étudiées (tableau 9). Elle est maximale dans les tronçons de cours d'eau à courant rapide à modéré coulant sur un substratum pierreux riche en débris végétaux, à couvert végétal assez dense (composé de feuillus) et à température estivale de l'eau peu élevée : cas des stations SA1, SA2, A1, A2, A3, A4, A5, A6, D1, TR, AA et AI. Inversement, les ruisseaux d'altitude (IG1, OU1, OU2) aux conditions hydrologiques et écologiques bien différentes (forte pente, fonds érodés, couvert végétal absent, réduction ou intermittence du débit), ainsi que les stations de basse altitude (S1, S2, B1, BO3, O4), où la température estivale de l'eau est relativement élevée, auxquelles s'ajoutent l'accumulation des rejets anthropiques, hébergent peu d'espèces (figure 14).

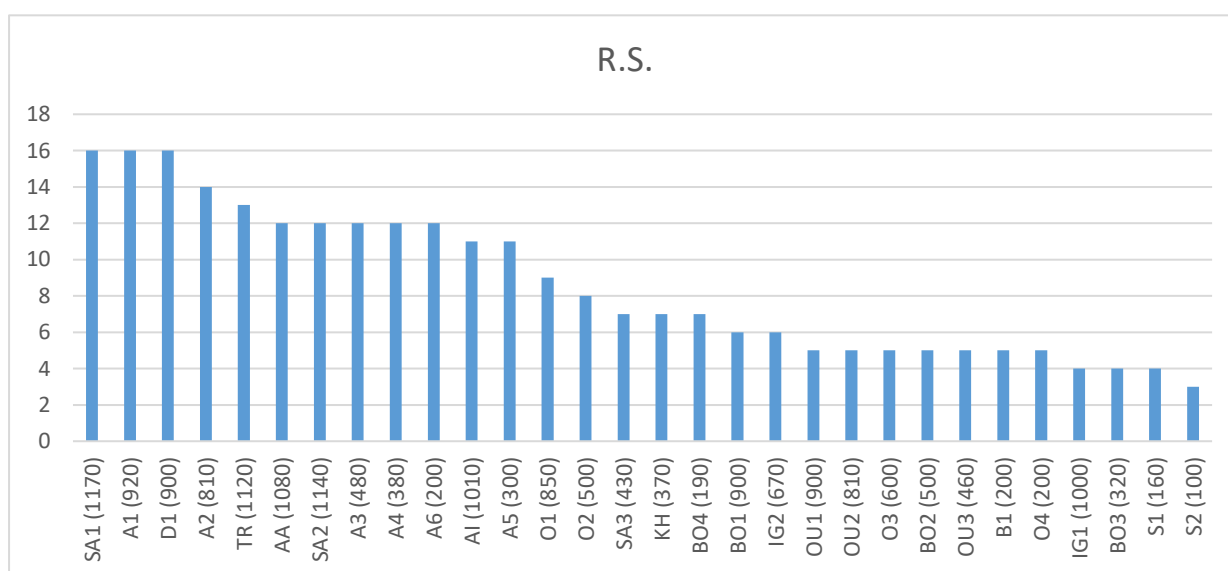


Figure 14 : Richesse spécifique en Trichoptères dans les stations étudiées

2-2-Abondance et occurrence des espèces

Les Trichoptères vivent dans tous types d'habitats du crénon au potamon. Les larves colonisent les substrats les plus divers. Toutefois, certaines espèces montrent des préférences pour tel habitat que pour tel autre.

La prospection des 30 stations nous a permis de récolter un total de 4161 individus. La famille des Hydropsychidae avec 2165 individus est la plus abondante. Elle totalise à elle seule

Tableau 9: Répartition des Trichoptères dans les cours d'eau étudiés

	Code	Sous Bassin Versant de l'Oued Bouahir													O. Sébaou		Sous Bassin Versant de l'Oued Aissi										B.V. Oued Bougdoura				Ab	Ab.R (%)	Occ	Occ.R (%)		
		OU1	OU2	OU3	IG1	IG2	SA1	SA2	SA3	AI	TR	AA	KH	B1	S1	S2	D1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	O1	O2	O3	O4	BO1	BO2	BO3					BO4	
Rhyacophilidae																																				
<i>Rhyacophila munda</i>	Rmun	10	3	8	17	15	20	10	17	18	10	50	38		3		34	8	9	17	3	5	3	32	30	23	6	3	4	4	4	404	9,7	15	93,33	
Glossomatidae																																				
<i>Agapetus fuscus</i>	Afus																			3	3	9											15	0,36	3	10
<i>Agapetus incertulus</i>	Ainc						3																	4									7	0,16	2	6,66
<i>Agapetus numidicus</i>	Anum																45	36	25	5													111	2,66	4	13,33
<i>Agapetus sp.</i>	Agsp						21					42					3	27			50	45	45		3							236	5,67		26,66	
Hydroptilidae																																				
<i>Allotrichia pallicornis</i>	Alpal	3					5	3									7		3	3									3	4	31	0,74	8			
<i>Hydroptila vectis</i>	Hvec			3		4	17	70	34	8	5		13	7			132	3	3					4					3	3	309	7,42		50		
<i>Orthotrichia sp.</i>	Ortsp						5		3																							8	0,19	2	6,66	
<i>Oxythira unidentata</i>	Ouni																				15											15	0,36	1	3,33	
<i>Oxythira sp.</i>	Oxsp																		3	17	20	3										43	1,03	4	13,33	
<i>Stactobia sp.</i>	Stasp																3															3	0,07	1	3,33	
Philopotamidae																																				
<i>Wormaldia sp.</i>	Wosp						10	6		4	3	24					30	3						10								90	2,16	8	26,66	
Polycentropodidae																																				
<i>Polycentropus kingi</i>	Pkin		6				3	3	3	3	50	20					22	3		14	3			17		3	4	3				157	3,77	15	50	
Psychomyiidae																																				
<i>Psychomyia pusilla</i>	Psypu																		3			3									6	0,14	2	6,66		
<i>Tinodes sp.</i>	Tinsp						3	3		3	3	3				3	3	3		3		8	3			3					41	0,98	12	40		
Hydropsychidae																																				
<i>Cheumatopsyche atlantis</i>	Chatl																		4		47	20	35								106	2,54	4	13,33		
<i>Cheumatopsyche sp.</i>	Chsp						4				4	3							4													15	0,36	4	13,33	
<i>Diplectrona sp.</i>	Dipsp																	9	7	4												20	0,48	3	10	
<i>Hydropsyche fezana</i>	Hfez	110					50	75	30	40	8	90	4			26	3	6					140	37			3	6		4	632	15,2	16	53,33		
<i>Hydropsyche iberomarroccana</i>	Hiber												13	4																	17	0,4	2	6,66		
<i>Hydropsyche lobata</i>	Hlob		4	30		3	4	3	8	3	4		25	22	18	25	17	8	24	9	20	17	15	26	4	4	3	3	3	3	308	7,4	27	83,33		
<i>Hydropsyche obscura</i>	Hobs					3	50	80		4	4	23	5			100	3	9					130	37			6	10		3	467	11,2	15	50		
<i>Hydropsyche punica</i>	Hpun																		4	4	9										17	0,4	3	10		
<i>Hydropsyche resmineda</i>	Hres													4	3	20					6	28	35								96	2,3	6	20		
<i>Hydropsyche gpe pellucidula</i>	Hgpe	4	6	52	8	3	22	18	88	5	15		30	7	13	4	6	14	33			17	10	24	80		3	3	15	7	487	11,7	25	83,33		
Brachycentridae																																				
<i>Micrasema sp.</i>	Micsp				3		16	36		22	4	10				15															109	2,61	8	26,66		
Limnephilidae																																				
<i>Allogamus sp.</i>	Algsp	4	3	3	17	3	3	3			15	7					8														113	2,71	12	40		
Uenoidae																																				
<i>Thremma sp.</i>	Thrsp																3	3	3	3												12	0,28	4	13,33	
Goeridae																																				
<i>Silonella aurata</i>	Siaur										3							20	18	35											76	1,82	4	13,33		
Beraidae																																				
<i>Beraea auresi</i>	Baur																	7	8	5											20	0,48	3	10		
Leptoceridae																																				
<i>Adicella sp.</i>	Adisp									3	23	16				6			3												51	1,22	5	16,66		
<i>Athripsodes sp.</i>	Athsp																				49	52	38								139	3,34	3	10		
Ab		131	22	96	45	31	236	310	183	113	148	291	128	44	37	49	415	163	166	124	210	226	213	386	198	77	19	21	38	13	28	4161				
Richesse spécifique		5	5	5	4	6	16	12	7	11	13	12	7	5	4	3	16	16	14	12	12	11	12	9	8	5	5	6	5	4	7					

52,03 % des récoltes. Les autres familles sont faiblement représentées : Hydroptilidae 409 individus (soit 8,86 %), Rhyacophilidae 404 individus (soit 9,70 %), Glossosomatidae 369 individus (9,83 %), Leptoceridae 190 ind (4,56 %), Polycentropodidae 157 ind. (3,77 %), Limnephilidae 113 ind. (2,71 %), Brachycentridae 109 ind. (2,61 %), Philopotamidae 90 ind. (2,16 %), Goeridae 76 ind. (1,82 %), Psychomyiidae 47 ind. (1,12 %), Beraeidae 20 ind. (0,48 %) et Uenoidae 12 ind. (0,28 %).

Les 32 taxa recensés dans ce travail affectionnent principalement les milieux lotiques. Les densités élevées sont enregistrées aussi bien dans les habitats de montagne que dans ceux de piémont et de basse altitude. Il n'existe pas de variation d'abondance selon un gradient altitudinal dans les cours d'eau étudiés. La granulométrie du substrat (grossière), la vitesse du courant (rapide à modéré), la température de l'eau et surtout l'importance de la végétation bordante (feuillus) constituent les facteurs physiques favorisant la prolifération des Trichoptères.

Du point de vue quantitatif, l'analyse de l'abondance et de l'occurrence des espèces (figures 15 et 16) des cours d'eau étudiés a permis de mettre en évidence trois grands groupes d'espèces :

- **Espèces dominantes, très abondantes et très fréquentes**

Ce sont les espèces à large valence écologique, occurrentes (Occ.R. ≥ 50 %), eurythermes et eurytopes. De plus, elles constituent les populations les plus denses des cours d'eau étudiés (abondance relative $> 7\%$). Il s'agit d'*Hydropsyche fezana*, *Hydropsyche gpe pellucidula*, *H. lobata*, *H. obscura*, *Rhyacophila munda*, *Hydroptila vectis*. Elles totalisent à elles seules 2607 individus (soit 62,65 %).

Deux autres espèces de la communauté à large amplitude écologique peuvent être considérées appartenant à ce groupe. Il s'agit d'*Agapetus* sp. (Ab. R : 5, 67 %, Occ.R. 26,66 %) et de *Polycentropus kingi* (Ab.R : 3,77 %, Occ.R. 50%).

- **Espèces qui peuvent être qualifiées d'assez fréquentes et assez abondantes**

Ce sont en général des espèces à populations plus ou moins denses qui peuvent être scindées en 4 catégories :

- La première catégorie est composée d'espèces à amplitude écologique assez large, colonisant les habitats depuis les ruisseaux de montagne jusqu'au cours d'eau de basse altitude (1170-200 m). Il s'agit de *Tinodes* sp. (Ab.R 0,98 %, Occ.R 40%), d'*Allotrichia pallicornis* (Ab.R 0,74 %, Occ.R 20%) et *Allogamus* sp. (Ab.R 2,76 %, Occ.R 40 %).

- La seconde est composée d'une seule espèce *Agapetus numidicus* (Ab.R 2,66 %, Occ.R 13,33%). C'est un élément de moyenne montagne (920-380 m). La zone de piémont constitue sa limite inférieure de distribution.
- La troisième catégorie est composée d'espèces thermophiles inféodées aux habitats de piémont et de basse altitude : *Hydropsyche resmineda* (Ab.R 2,3 %, Occ.R 20 %), *Cheumatopsyche atlantis* (Ab.R 2,54 %, Occ.R 13,33 %), *Athripsodes* sp. (Ab.R 3,34 %, Occ.R 10%), *Oxythira* sp. (Ab.R 1,03, Occ.R 13,33 %).
- La quatrième catégorie est composée d'espèces alticoles et sténothermes d'eau froide : *Wormaldia* sp. (Ab.R 2,16 %, Occ.R 26,66 %), *Micrasema* sp. (Ab.R 2,61 %, Occ.R 26,66%), *Adicella* sp. (Ab.R 1,22 %, Occ.R 16,66 %), *Silonella aurata* (Ab. R 1,82 %, Occ.R 13,33 %).
- **Espèces rares, à la fois très peu abondantes et très peu fréquentes**
Ce sont des espèces très localisées. Elles sont notées dans une ou trois stations des cours d'eau étudiés. Ce sont en général :
 - des espèces de biotopes de sources et de ruisseaux de sources d'altitude : *Agapetus incertulus*, *Orthotrichia* sp., *Stactobia* sp.,
 - des espèces de biotopes rhéophiles des cours d'eau ombragés de moyenne montagne : *Diplectrona* sp., *Beraea auresi*, *Psychomyia pusilla*, *Hydropsyche ibermaroccana*, *Oxythira unidentata*,
 - des espèces des piémonts : *Agapetus fuscus*, *Hydropsyche punica*.

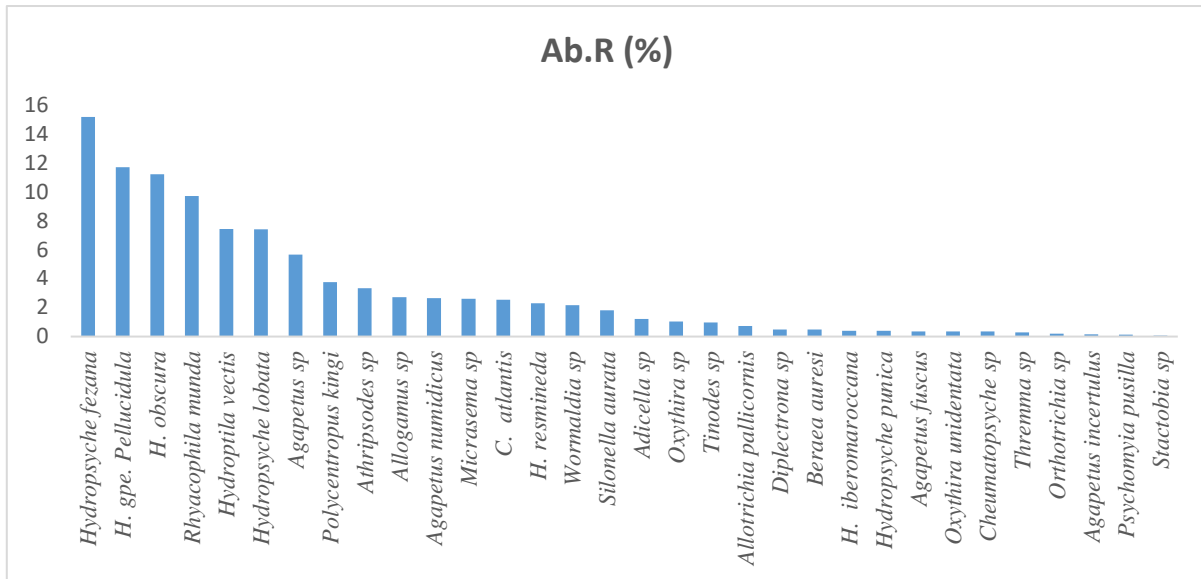


Figure 15 : Abondance relative des Trichoptères dans les stations étudiées

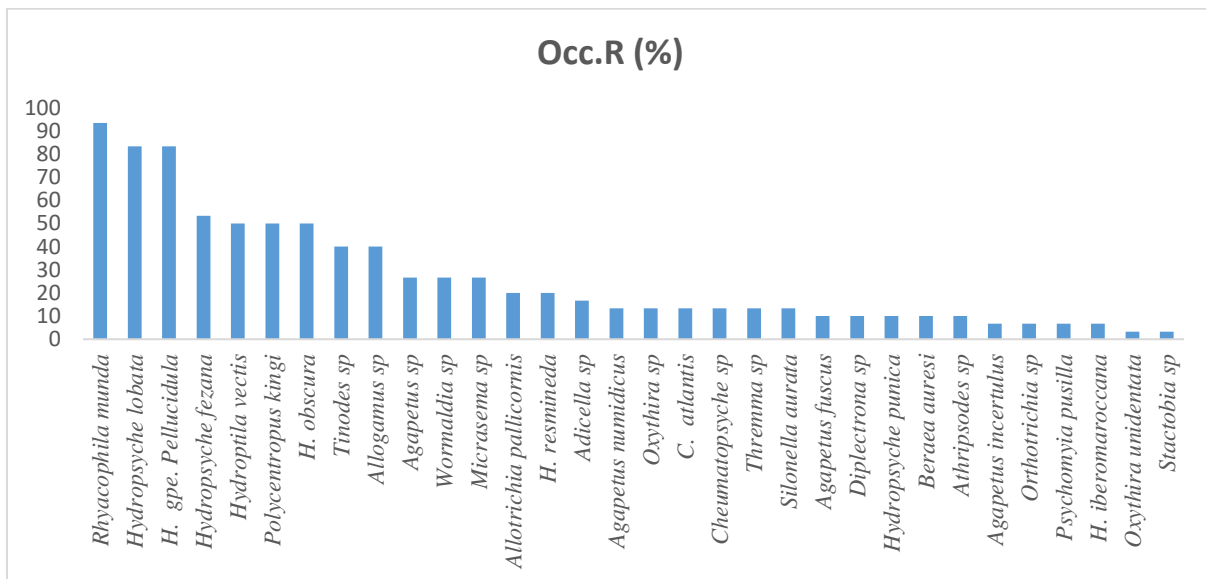


Figure 16 : Occurrence relative des Trichoptères dans les stations étudiées.

2-3- Limites altitudinales des espèces

De l'amont vers l'aval, chaque cours d'eau présente un gradient longitudinal de condition écologique auquel correspond une succession spatiale des communautés faunistiques. Cette distribution des espèces est le résultat d'interaction complexe entre deux groupes de paramètres : la capacité d'adaptation des espèces vis-à-vis des facteurs du milieu (vitesse de courant, granulométrie du substrat, température de l'eau...) et leurs exigences en nature de ressource trophique (MARRY, 1999 in BEBBA, 2017).

A chaque type de mésohabitat correspond une communauté benthique qui présente une combinaison de traits biologiques et des stratégies écologiques spécifiques (USSEGLIO-POLATERA *et al.*, 1999).

Les Trichoptères récoltés, dans la plupart des stations des cours d'eau étudiés ici, correspondent au peuplement des cours d'eau rapide à modéré.

La richesse spécifique et l'abondance maximale des Trichoptères sont élevées dans les biotopes de moyenne montagne ($500\text{m} \leq \text{alt.} < 1000\text{m}$) et de piémont ($200\text{m} \leq \text{alt.} < 500\text{m}$). Au-delà et en deçà, le nombre d'espèces et d'individus diminuent fortement (tableau 10 et figure 17). Cet appauvrissement vers l'aval s'explique par les élévations excessives de températures auxquelles s'ajoutent l'accumulation des rejets qui défavorisent l'installation des Trichoptères et vers l'amont, par les conditions hydrologiques et écologiques bien différentes de ceux des habitats de moyenne altitude et de piémont : fortes pentes, fonds érodés, couvert végétal absent...etc.

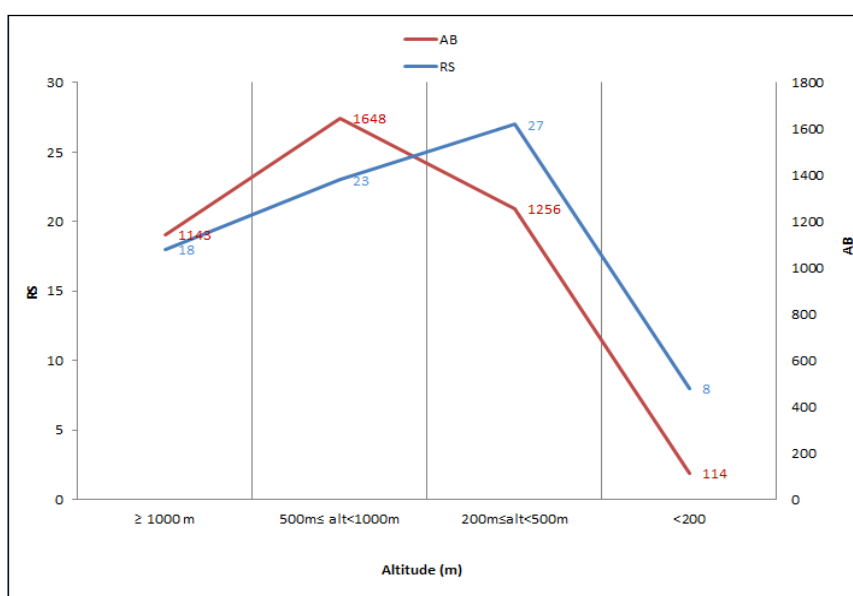


Figure 17 : Richesse spécifique et abondance des Trichoptères récoltés par tranches altitudinales

L'analyse de la distribution longitudinale des espèces permet de mettre en évidence les éléments caractéristiques et localisés dans certaines tranches altitudinales et les éléments à large valence écologique.

L'examen du tableau 10 permet de répartir les éléments de ce peuplement en 4 groupes bien individualisés.

- **Le premier groupe** se compose de 5 espèces côtoyant les ruisseaux de sources et les cours d'eau de moyenne montagne. Elles sont rhéophiles et sténothermes d'eau froide, caractéristiques des habitats d'altitude qui semblent constituer leur habitat refuge. Leur développement s'accommode de températures maximales relativement basses. Il s'agit de *Wormaldia* sp., *Cheumatopsyche* sp., *Micrasema* sp., *Agapetus incertulus* et *Stactobia* sp.
- **Le second groupe** comprend les espèces rhéophiles à tendance sténothermes d'eau froide (380-1170 m). Elles ont pour habitat les cours d'eau à courant rapide à modéré et à couvert végétal assez dense. Ces éléments semblent ne pas supporter le réchauffement des biotopes de la basse altitude et disparaissent rapidement à partir des stations inférieures à 380 m. Les piémonts constituent, en fait, leur limite inférieure de distribution. Ce groupe peut être scindé en deux sous-groupes :
 - *Orthotrichia* sp., *Allogamus* sp., *Silonelle aurata*, *Adicelle* sp., *Agapetus* sp., *Polycentropus kingi* et *Tinodes* sp. Ce sont des formes montagnardes à amplitude altitudinale assez large (380-1170 m). Elles présentent une tendance alticole, sténotherme et rhithrophile.
 - *Agapetus numidicus*, *Diplectrona* sp., *Thremma* sp., *Beraea auresi*, *Cheumatopsyche atlantis* : elles ont pour habitat les cours d'eau de moyenne montagne et de piémont à couvert végétal assez dense. Leurs limites altitudinales supérieures sont moins élevées que celles du sous-groupe précédent.
- **Le troisième groupe** comprend les espèces rhéophiles et hémisténothermes. Il s'agit d'*Oxythira unidentata*, *Agapetus fuscus*, *Oxythira* sp., *Psychomyia pusilla*, *Hydropsyche iberomaroccana*, *Hydropsyche punica*, *Athripsodes* sp. Elles ont pour habitat les cours d'eau de piémont. Ces éléments semblent également ne pas supporter le réchauffement des biotopes de plaines. Ils peuvent être significatifs de la zone de transition rhithral-potamal.

- **Le quatrième groupe** comprend les espèces les plus eurythermes, supportant bien mieux les élévations de température et la présence de matière organique. Elles descendent par conséquent nettement plus bas dans les portions inférieures des cours d'eau. Ces espèces peuvent être scindées en deux sous-groupes :
 - Le premier comprend les espèces franchement eurythermes et eurytopes. Il s'agit de *Rhyacophila munda*, *Allotrichia pallicornis*, *Hydroptila vectis*, *Hydropsyche fezana*, *Hydropsyche lobata*, *Hydropsyche obscura* et *Hydropsyche gpe pellucidula*. Ces espèces ont une large distribution le long des cours d'eau étudiés. Elles sont à très large valence écologique. Elles colonisent, pour la plupart, tous les types de milieux, depuis les ruisseaux d'altitude jusqu'au cours d'eau de plaine.
 - Le second sous-groupe, composé d'une seule espèce *Hydropsyche resmineda*, thermophile peut être qualifiée de potamophile caractéristique des habitats du potamal.

Tableau 10 : Limites altitudinales des Trichoptères récoltés

	≥ 1000 m	500m ≤ alt < 1000 m	200m ≤ alt < 500m	< 200
<i>Wormaldia sp.</i>	47	43	-	-
<i>Cheumatopsyche sp.</i>	11	4	-	-
<i>Micrasema sp.</i>	91	18	-	-
<i>Agapetus incertulus</i>	3	4	-	-
<i>Stactobia sp.</i>	-	3	-	-
<i>Orthotrichia sp.</i>	5	-	3	-
<i>Allogamus sp.</i>	45	65	3	-
<i>Silonella aurata</i>	3	38	35	-
<i>Adicella sp.</i>	42	6	3	-
<i>Agapetus sp.</i>	63	33	140	-
<i>Polycentropus kingi</i>	79	54	24	-
<i>Tinodes sp.</i>	15	12	14	-
<i>Agapetus numidicus</i>	-	81	30	-
<i>Diplectrona sp.</i>	-	16	4	-
<i>Thremma sp.</i>	-	9	3	-
<i>Beraea auresi</i>	-	15	5	-
<i>Cheumatopsyche atlantis</i>	-	4	102	-
<i>Oxythira unidentata</i>	-	-	15	-
<i>Agapetus fuscus</i>	-	-	15	-
<i>Oxythira sp.</i>	-	-	43	-
<i>Psychomyia pusilla</i>	-	-	6	-
<i>Hydropsyche iberomaroccana</i>	-	-	17	-
<i>Hydropsyche punica</i>	-	-	17	-
<i>Athripsodes sp.</i>	-	-	139	-
<i>Hydropsyche resmineda</i>	-	-	73	23
<i>Rhyacophila munda</i>	125	171	101	7
<i>Allotrichia pallicornis</i>	8	13	6	4
<i>Hydroptila vectis</i>	100	146	60	3
<i>Hydropsyche fezana</i>	263	331	34	4
<i>Hydropsyche lobata</i>	14	96	152	46
<i>Hydropsyche obscura</i>	161	298	5	3
<i>Hydropsyche gpe pellucidula</i>	68	188	207	24
RS	18	23	27	8
AB	1143	1648	1256	114

2-4- Diversité spécifique du peuplement trichoptérologique

Les variations observées dans la structure des peuplements dépendent des caractéristiques environnementales (FRUGET & DESSAIX, 2002). Il en résulte que les espèces dominantes sont celles présentant les caractéristiques biologiques et les préférences écologiques les plus appropriés aux différents types d'habitats de la mosaïque fluvial (TOWNSEND, 1989 ; TOWNSEND & HILDREW, 1994). Comme les macroinvertébrés permettent la détection des dysfonctionnements provoqués par les pressions environnantes, ils sont utilisés pour évaluer l'état de biodiversité des écosystèmes aquatiques (HIMMI *et al.*, 2009).

Parmi les nombreux indices de diversité proposés, l'indice de SHANNON-WEAVER (1948) est le plus utilisé, il exprime le mieux la diversité des peuplements. Selon le type de communauté, les valeurs de cet indice varient dans une fourchette approximative de 0,5 à 5, dans le même sens que la richesse spécifique et en fonction des mêmes paramètres dynamiques et environnementaux. EVRARD (1996) signale que plus cet indice est élevé, plus le milieu contient un nombre d'espèces à abondance relative élevée, impliquant une communauté benthique diversifiée. Autrement dit, pour un même nombre d'espèces (S), cette valeur sera d'autant plus élevée que leurs abondances respectives seront mieux équilibrées (LACOSTE & SALANON, 2006).

La distribution des abondances fournit une image plus précise de la structure spécifique du peuplement et, en définitive, des modalités de partage du biotope (LACOSTE & SALANON, 2006). La diversité spécifique est maximale si l'équirépartition des abondances est réalisée, c'est-à-dire si les espèces composantes présentent des effectifs sensiblement équivalents.

Les indices de diversité de SHANNON-WEAVER (H') et d'équitabilité (E) calculés pour les différentes stations étudiées sont consignés dans le tableau 11.

Tableau 11: Indices de diversité et d'équitabilité dans les stations d'étude

	OU1	OU2	OU3	IG1	IG2	SA1	SA2	SA3	AI	TR	AA	KH	B1	S1	S2
Alt	900	810	460	1000	670	1170	1140	430	1010	1120	1080	370	200	160	100
H'	0,93	2,26	1,62	1,77	2,2	3,37	2,69	2,10	2,79	3,1	2,95	2,48	1,9	1,62	1,32
R.S (S)	5	5	5	4	6	16	12	7	11	13	12	7	5	4	3
H'max	2,32	2,32	2,32	2	2,59	4,01	3,59	2,81	3,47	3,71	3,59	2,81	2,32	2	1,59
E	0,39	0,97	0,69	0,88	0,84	0,84	0,74	0,74	0,80	0,82	0,82	0,88	0,81	0,8	0,79

	D1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	O1	O2	O3	O4	BO1	BO2	BO3	BO4
Alt	900	920	810	480	380	300	200	850	500	600	200	900	500	320	190
H'	2,96	3,35	3,28	3	2,82	3,08	3,08	2,33	2,36	1,55	2,26	2,52	2,09	1,99	2,74
R.S (S)	16	16	14	12	12	11	12	9	8	5	5	6	5	4	7
H'max	4,01	4,01	3,82	3,59	3,59	3,47	3,59	3,01	3,01	2,32	2,32	2,59	2,32	2	2,81
E	0,73	0,83	0,85	0,83	0,78	0,88	0,85	0,73	0,65	0,66	0,96	0,97	0,89	0,99	0,97

La combinaison d'un indice de richesse avec un indice de structure permet de mieux cerner la variation de la diversité spécifique des communautés de Trichoptères d'une station à une autre. Les valeurs des deux indices sont variables entre les différentes stations.

D'une manière générale, l'indice de diversité de Shannon et Weaver augmente d'une part, avec le nombre d'espèces et d'autre part, avec la régularité de leur distribution d'abondance. Les fortes variations de diversité (figure 18) reflètent des différences observées dans les profils d'abondance des espèces.

Ce sont au fait les milieux d'altitude $>$ à 800 m (SA1, TR, A1, A2 : avec $H' > 0,3$, et à un degré moindre les stations SA2, AI, AA, D1, avec H' compris entre 2,5 et 3) et de piémont d'altitude comprise entre 500 et 200 m (A3, A5, A6, avec $H' >$ à 3, et à un degré moindre les stations KH, A4, BO4 avec H' compris entre 2,48 et 3) caractérisés par un courant rapide à modéré, des températures estivales peu élevées, un substrat hétérogène à dominance de galet et une végétation bordante assez fournie qui sont les plus diversifiés (H' compris entre 2,48 et 3,37, $E > 0,80$). Certaines stations d'altitude (OU1, OU2, IG1 ; alt. 810-1000 m) à caractères très contraignants (basse température, largeur du lit faible, fond en général érodé) (H' respectif de 0,93 ; 2,26 ; 1,77) et de moyenne montagne et piémont (OU2, IG2, SA3, O1, O2, O3, BO2, BO3 ; H' compris entre 1,55 et 2,1) sont relativement peu diversifiées.

Dans les sites d'aval : stations B1, S1, S2, O4 (H' compris entre 1,32 et 2,26 ; E de 0,8) ce sont les actions anthropiques et l'élévation des températures en été qui constituent des facteurs limitant le développement d'un grand nombre d'espèces. Ceci montre clairement que les peuplements de ces stations sont faiblement diversifiés avec des H' faibles et des abondances inégalement réparties entre espèces.

En prenant l'équitabilité comme indice de la biodiversité, on constate que les stations admettent des scores de diversité en espèces, assez variables allant de 0,39 à 0,97. La station OU1 (alt. 900 m) affiche la valeur la plus faible ($E = 0,39$) correspondant à la prédominance notable de l'espèce *Hydropsyche fezana*.

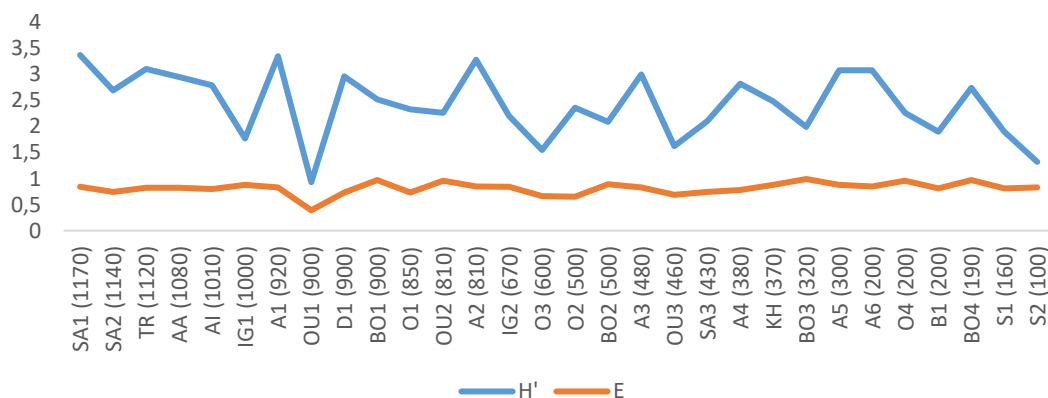


Figure 18: Indices de diversité H' et E des stations étudiées.

3-Description des nouvelles espèces pour l'Algérie

3- Description des nouvelles espèces pour l'Algérie

Dans l'inventaire trichoptérologique réalisé dans ce travail, figurent quatre espèces nouvelles :

- *Limnephilus barbagaensis* n.sp. espèce nouvelle pour la science décrite par Malicky, Sekhi & Lounaci 2019 sur du matériel biologique provenant des monts des Aurès situés dans la partie orientale de l'Algérie du Nord ;
- *Micropterna testacea* (Gmelin, 1789), espèce citée pour la première fois dans le Maghreb, elle est découverte dans les montagnes des monts des Aurès (Parc National de Belezma).
- *Agapetus incertulus* et *Hydropsyche ibermaroccana*, espèces nouvelles pour l'Algérie, décrites sur du matériel biologique provenant de la Kabylie du Djurdura (sous-bassins versants de l'oued Boubhir et de l'oued Aissi).

Pour chaque espèce, nous donnons la ou les éventuelles synonymies, la ou les stations où elle est récoltée, la ou les dates de récoltes (jour, mois, année), le nombre d'individus récoltés (L= larves, N = nymphes, ♂ = mâle, ♀ = femelle).

3-1- *Limnephilus barbagaensis* n.sp. Malicky, Sekhi & Lounaci, 2019

Matériel étudié : 1 N♂ + 3 N♀.

Ain Barbaga: 26-V-12, 1 N♂, 3 N♀

3-1-1- Description de l'adulte

Ailes antérieures pâle jaune, moucheté de marron, plus concentré dans le bord postérieur et dans la partie distale de l'aile, mais ce dessin est variable, et quelques exemplaires sont plus claires.

Tête, thorax et partie dorsale de l'abdomen brun clair avec des taches brunes. Partie ventrale de l'abdomen plus claire. Pattes jaunes avec des soies noires et des épines jaunes aux tibias.

Entre les deux ocelles dorsales de la tête se trouvent deux petites taches noires. Antennes et palpes jaunes, coxa foncé. Ailes postérieures avec la plupart des veines incolores, à l'exception des quatre dernières qui sont plus foncées. Longueur de l'aile antérieure ♂ 13 - 15 mm, ♀ 13 mm (photo 10).



Photo 10: Adulte mâle de *Limnephilus barbagaensis* n.sp.

3-1-2- Description des génitalia

Génitalia ♂: Le 9^{ème} segment a des bords antérieurs et postérieurs convexes en vue latérale. Les appendices supérieurs paraissent triangulaires en vue latérale, et ronds en vue caudale avec quelques petites dents aux bords ventral et inférieur. Appendices inférieurs dirigés vers le haut, et aigu à modéré. Appendices inférieurs larges et obtus en vue latérale, étroits et arrondis en vue caudale (figure 19 et photo 11).

Génitalia ♀ : Les appendices supérieurs sont ronds et larges en vue dorsale, et les pointes situées ventralement sont plus élancées (figure 19).

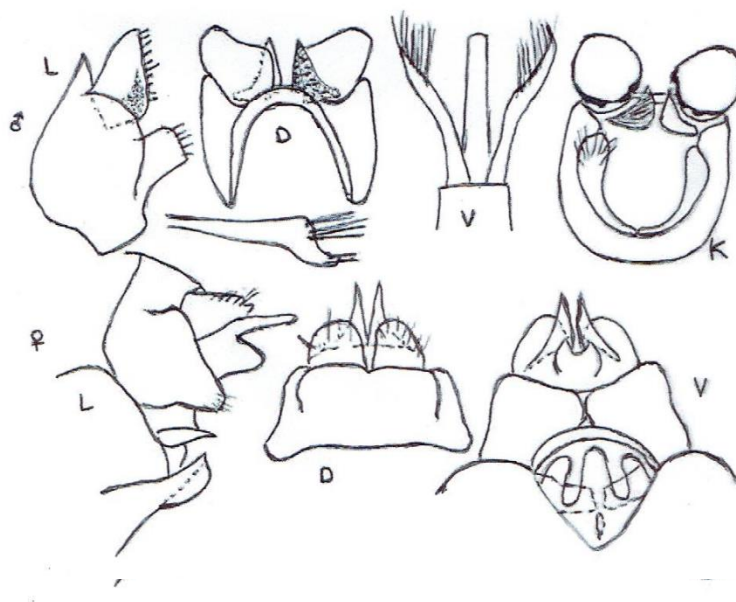


Figure 19: Génitalia ♂ et ♀ de *Limnephilus barbagaensis* n.sp. L: vue latérale; D: vue dorsale; V: vue ventrale ; K: vue caudale. (SEKHI et al., 2019).



Photo 11: Génitalia ♂ de *Limnephilus barbagaensis* n.sp.

3-2- *Micropterna testacea* (GMELIN. 1798)

Matériel étudié : 2 N♂.

Oued Hamla: 20-V-12, 2 N♂.

Les études précédentes concernant la description du génitalia mâle de *Micropterna testacea* sont rares et très anciennes (MAC LACHLAN, 1874-1880 ; ULMER, 1909 ; SCHMID, 1957 in BOURNAUD et *al.*, 1961).

Une détermination précise et sûre ne peut se faire que sur l'imago mâle (BOURNAUD et *al.*, 1961). Ces auteurs signalent avoir aussi observé les appendices supérieurs bilobés dans le dessin du génitalia mâle remarque faite par MAC LACHLAN et SCHMID).

Nous avons en revanche plus de précision sur le génitalia femelle que nous représenterons ici. En effet, BOURNAUD et *al.* (1961) présentent les dessins du génitalia en question.

3-2-1- Description du génitalia ♀

Les cavités et l'ouverture génitale se trouvent à la limite du VIII^e et du IX^e segment abdominal. La cavité la plus externe, ou vestibule vaginal (vv) a pour limite supérieure la plaque supra-génital (ps) et pour limite inférieure l'écaille vulvaire trilobée (ev).

Le vestibule vaginal est séparé de la cavité la plus interne par les pièces annexes (pa). Cette dernière cavité, ou chambre copulatrice, est obstruée à l'avant par les lobes mous (lm). Au fond de cette chambre, s'attache la pièce centrale (pc) portant sur sa face inférieure une pièce fortement chitinisée (la pièce pédiforme pp) recouvrant en partie l'orifice génital (og) (figure 20)

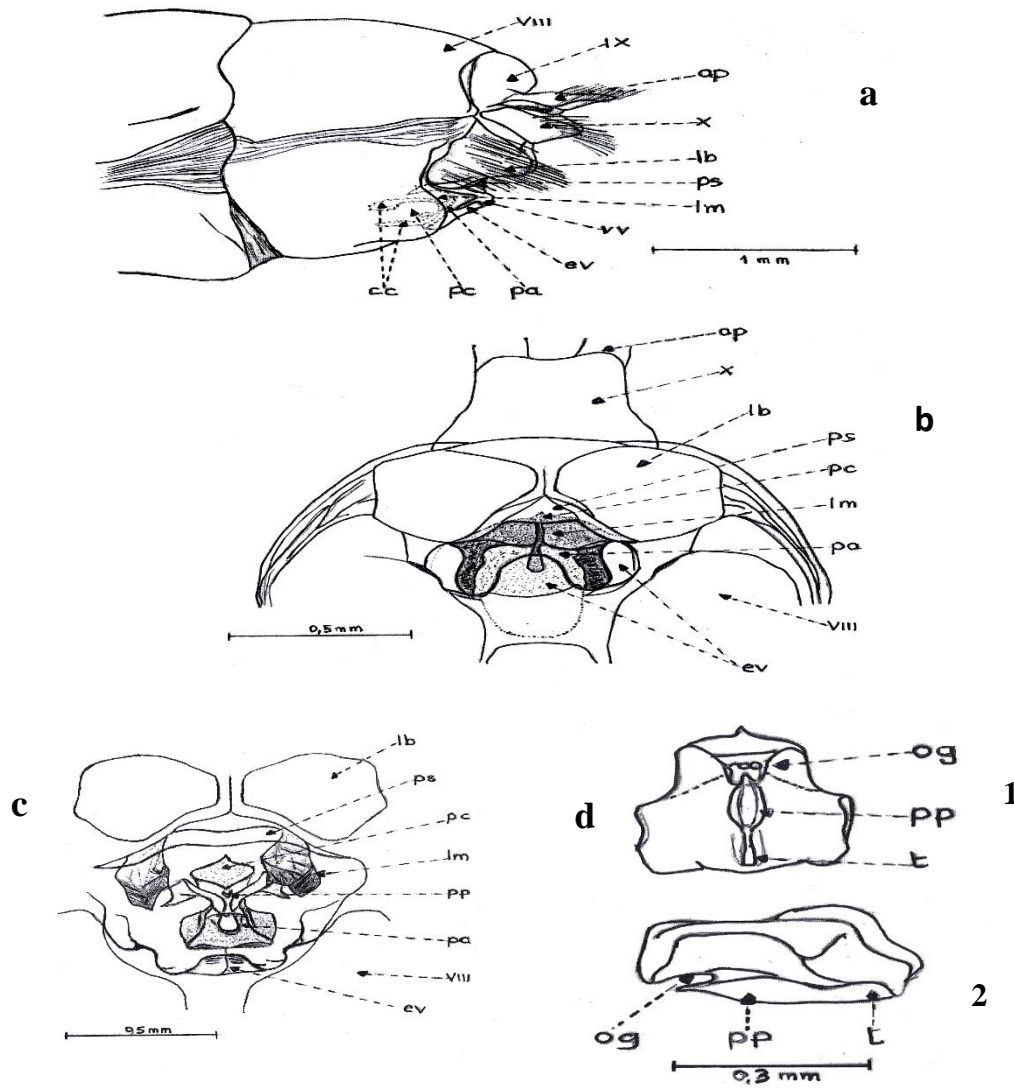


Figure 20 : Génitalia ♀ de *Micropterna testacea* (BOURNAUD et al., 1961)

a : Vue latérale des segments abdominaux 7-8-9-10.

Les emplacements du vestibule vaginal (vv) et de la chambre copulatrice (cc) sont indiqués en pointillé.

b: Armature génitale vue sur la face inférieure de l'abdomen (segment 8-10) montrant le vestibule vaginal

c : Vue semblable, la chambre copulatrice étant légèrement fendue sur les côtés et les lobes mous (lm) écartés, pour montrer la pièce centrale (pc)

d : Pièce centrale isolée.

1) Vue de dessous

2) Vue latérale

3-3 *Agapetus incertulus* Mc Lachlan, 1884

= *Agapetus berbericus* Giudicelli & Dakki, 1980

= *Agapetus numidicus* Malicky, 1980

Matériel étudié : 5 N ♂ + 2 N ♀ .

SA1 : 17-IV-12, 3 N ♂. **O2** : 17-IV-12, 2 N ♂ + 2 N ♀.

MALICKY (1980) considère qu'*Agapetus incertulus* est identique à *Agapetus numidicus* décrite d'Algérie par VAILLANT (1954) qui est présente aussi au Maroc. DAKKI (1982) signale que faute du matériel algérien, il ne pouvait affirmer, surtout que ses dessins montraient des différences avec ceux de VAILLANT, l'identité des spécimens marocains et algériens.

D'après MALICKY (in litt.), *A. numidicus* serait synonyme de *A. incertulus* Mac Lachlan, espèce signalée seulement au Portugal. Il semblerait donc que ces *Agapetus* soient des vicariants géographiques appartenant à une même lignée (in GIUDICELLI & DAKKI, 1980).

L'espèce a été décrite aussi du Maroc par GIUDICELLI & DAKKI (1980) sous le nom d'*A. berbericus* qui, après comparaison avec du matériel provenant du Portugal, correspond à *Agapetus incertulus* (DAKKI, 1982).

3-3-1- Description

Pour la description de l'espèce, nous nous sommes basés sur le travail de GIUDICELLI & DAKKI (1980).

Le mâle : longueur du corps: 3,5 à 4,9 mm. Longueur de l'aile antérieure: 3,5 à 4,7 mm. Longueur de l'aile postérieure: 2,6 à 3,5 mm.

Corps et appendices brun foncés, presque noirs, aucune tache claire. Ailes sombres, couvertes de poils noirs serrés.

Genitalia. Le segment 10 possède une large partie membraneuse. Les sclérites latéraux ont une forme presque carrée, le bord distal étant subvertical. La partie sclérifiée étroite, mais bien délimitée, s'étend sur les bords proximal et ventral; elle a la forme d'un triangle rectangle. On distingue une bande verticale et une portion horizontale à sclérification renforcée marquant le bord ventral du sclérite.

Les appendices inférieurs sont larges, arrondis à l'apex; le bord supérieur est presque rectiligne. Les dents internes sont disposées ainsi: une petite dent apicale et une grosse dent sub-apicale insérées sur le bord dorsal interne, deux grosses dents au milieu de la face interne de l'appendice (la dent proximale interne est la plus grosse de toutes), une petite dent sur le bord ventral interne.

Le pénis est droit, l'apodème phallique cylindrique est sclérifié dorsalement. La phallobase comporte une partie faiblement sclérifiée et une partie membraneuse couverte de petites soies.

L'édéage est totalement sclérifié; il est constitué de deux lobes bien distincts et bien développés. Le lobe dorsal est un long tube étroit contenant le canal éjaculateur. Le lobe ventral forme une gouttière brune dans laquelle se loge le lobe dorsal; à son extrémité apicale la gouttière se divise en 2 palettes disposées de part et d'autre de l'extrémité du lobe dorsal. Un paramère rectiligne, de couleur jaune-brun, est situé au-dessus de l'édéage (figure 21).

La femelle : Longueur de corps: 5,5 à 5,9 mm. Longueur de l'aile antérieure: 4,8 à 5,4 mm. Longueur de l'aile postérieure: 3,6 à 4,4 mm.

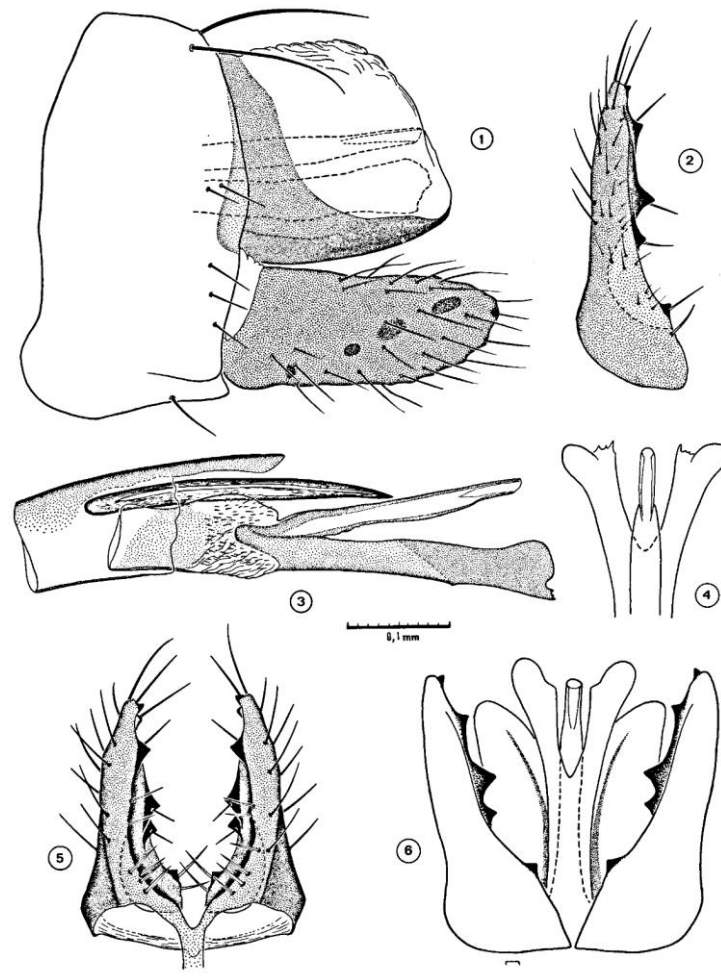


Figure 21: Génitalia ♂ d'*Agapetus incertulus*, 1 : vue latérale d'ensemble ; 2 : appendice inférieur, vue ventrale ; 3 : pénis vue latérale ; 4 : extrémité de l'édéage ; 5 : appendices inférieurs, vue dorsale ; 6 : vue ventrale d'ensemble (GIUDICELLI & DAKKI, 1980)

La photo 12 représente un adulte mâle d'*Agapetus incertulus* capturé au niveau de la station SA1 le 17/IV/2012.

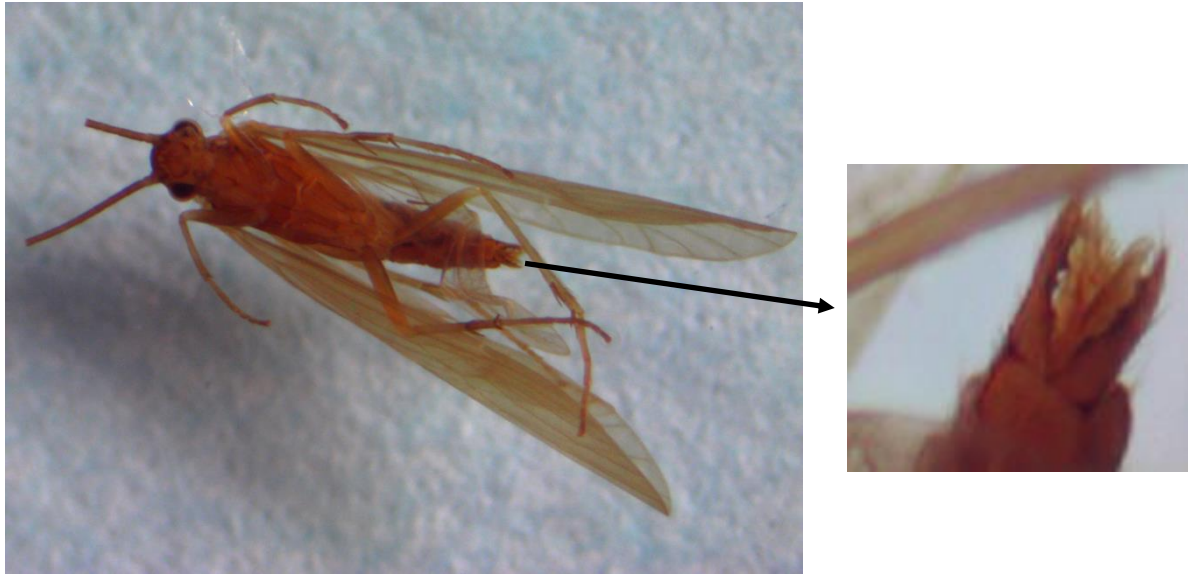


Photo 12 : *Agapetus incertulus* N ♂ (5 mm) et son génitalia

3-4- *Hydropsyche iberomaroccana* GONZALEZ & MALICKY, 1999

Matériel étudié : 5 larves + 9 N ♂ + 3 N ♀.

KH: 12-V-12, 5 L+ 2 N ♂ / 10-V-13, 3 N ♀+ 3 N ♂. **B1:** 27-IV-13, 4 N ♂.

Nous avons trouvé l'espèce dans deux stations de piémonts (KH, B1 d'altitude respective 370 et 200 m) à courant modéré sur des fonds pierreux avec présence de bryophytes.

D'après GONZALEZ & MALICKY (1999), l'espèce a été déjà signalée sous différentes dénominations provisionnelles (*H. punica*, *H. cf. punica*, *Hydropsyche* sp. « gr. *Pellucidula* »).

3-4-1- Description

Nous nous sommes référés pour la description de l'espèce au travail de GONZALEZ & MALICKY (1999).

Coloration claire, corps jaunâtre à brun clair, appendices jaunâtres. Les ailes ont une coloration jaune pâle et sont tachetées d'un gris pâle mais d'une extension variable, à peine visible ou assez distincte. La longueur d'une aile antérieure chez le ♂ est de 10 à 12 mm, chez la ♀ 12 à 14 mm. Les structures copulatrices du mâle (figure 22) correspondent bien à celles du groupe, qui sont toujours variables.

Les caractères suivants servent à différencier *Hydropsyche iberomaroccana* : la carène dorsale du segment 9 est triangulaire chez la plupart des individus, et les fosses latérales dessous sont profondes et s'étendent jusqu'au segment 10 où il y a une démarcation ventrale assez nette ; la structure du segment 10 est variable. La partie distale du phallus est bien caractéristique : en vue

latérale, elle est en forme de coin et assez aplatie ; en vue ventrale elle a un contour en forme de cloche, avec des dents latérales assez saillantes.

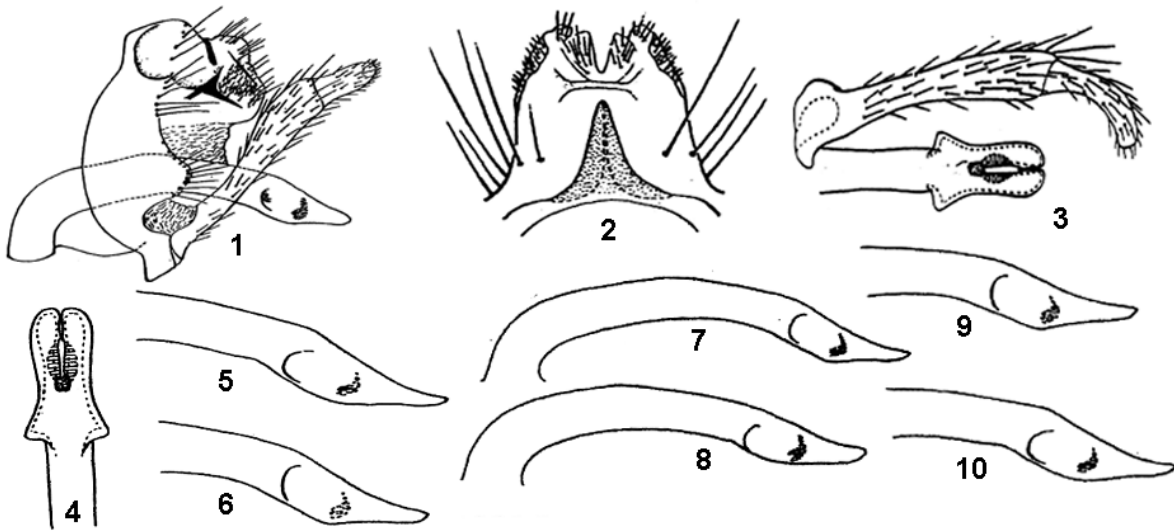


Figure 22: Génitale mâle d'*Hydropsyche iberomaroccana*. 1: Vue laterale; 2: vue dorsale; 3: vue ventrale ; 4: vue ventrale de l'apex du phallus; 5-10: variation de la forme de la partie distale du phallus (in TOBIAS & TOBIAS, 2008).

La photo 13 représente le mâle d'*Hydropsyche iberomaroccana* capturé le 10/V/2013 au niveau de la station KH.



Photo 13: *Hydropsyche iberomaroccana* N♂ (1 cm) + le génitalia

4-Autoécologie des Trichoptères

4- Autoécologie des Trichoptères

4-1- Sous- ordre des Spicipalpia

4-1-1- Rhyacophilidae Stephens, 1836

En Algérie, la famille des Rhyacophilidae est représentée par le seul genre *Rhyacophila* Pictet, 1834 avec deux espèces : *R. munda* et *R. urgl* (LOUNACI, 2005). Cette dernière est absente dans nos récoltes.

Rhyacophila munda Mc Lachlan, 1862

= *Rhyacophila atlantica* Navas, 1936

= *Rhyacophila oreina* Navas, 1936

C'est un élément à distribution Ouest méditerranéenne. Il est connu du Sud-Ouest de l'Europe et du Maghreb.

Il est cité de la Péninsule Ibérique (VIEIRA-LANERO, 2000 ; BONADA *et al.*, 2008), du Maroc: Haut-Atlas (BOUZIDI, 1989, OUAHSINE, 1993), Moyen-Atlas (DAKKI, 1986), Rif (GIUDICELLI & DAKKI, 1984, TAYOUB, 1989, EL-ALAMI & DAKKI, 1998 ; ALAOUI, 2006 ; BONADA *et al.*, 2008 ; HAJJI *et al.*, 2012 et 2013), d'Algérie (MALICKY & LOUNACI, 1987 ; LOUNACI *et al.*, 2000) et de Tunisie (KRAIEM, 1986)

Dans les cours d'eau étudiés, *R. munda* est très répandue. Elle présente un spectre écologique assez large, depuis les stations les plus basses jusqu'à 1170 m. En effet, l'eurytopie de cette espèce semble être la règle dans les cours d'eau du bassin méditerranéen en général et d'Afrique du Nord en particulier. Cette grande valence écologique s'explique par l'absence de congénères concurrentes potentielles (GARCIA DE JALON & GONZALEZ DEL TANAGO, 1986; DAKKI, 1987 ; TERRA & MOLLES, 1987 ; GONZALEZ, 1988 ; BOUZIDI, 1989 ; PARDO, 1992 ; TERRA *et al.*, 1997; LOUNACI *et al.*, 2000 ; HAJJI *et al.*, 2012).

4-1-2- Glossosomatidae Wallengren, 1891

Seul le genre *Agapetus* est actuellement connu en Afrique du Nord. En Algérie, il compte trois espèces : *A. fuscus*, *A. incertulus* et *A. numidicus*.

Agapetus fuscus Vaillant, 1954

Espèce endémique du Maghreb. Elle est préférée du cours d'eau à courant vif.

Au Maroc, dans le Moyen-Atlas, *Agapetus fuscus* est à assez large distribution altitudinale (300-1600 m). Elle colonise aussi bien les cours d'eau de piémont que les

ruisseaux de sources où elle se tient de préférence dans les biotopes à courant rapide à modéré et à température assez basse (14-18°C) (GIUDICELLI & DAKKI, 1980 ; DAKKI, 1982).

Dans les cours d'eau étudiés, *A. fuscus* est très peu fréquente et très peu abondante. Elle ne figure que dans trois stations (A4, A5, A6) d'altitude comprise entre 200 et 380 m. Elle peut être qualifiée d'espèce à distribution spatio-temporelle très restreinte et peut être significative de la zone de transition rhithral-potamal dont elle semble être caractéristique.

Agapetus incertulus McLachlan, 1884

= *Agapetus berbericus* Giudicelli & Dakki, 1980

= *Agapetus numidicus* Malicky, 1980

Agapetus incertulus est une espèce à distribution restreinte au Sud de l'Espagne, au Maroc et à l'Algérie. Elle est Absente en Tunisie.

Au Maroc, elle est citée du Haut Atlas (BOUZIDI, 1989 ; OUAHSINE, 1993), du Moyen Atlas (DAKKI, 1982, 1985, 1987 ; GIUDICELLI & DAKKI, 1984) et du Rif (EL-ALAMI & DAKKI, 1998 ; HAJJI *et al.*, 2013).

En Algérie, nos investigations constituent la première citation de l'espèce. Elle présente une distribution restreinte à la Kabylie.

Dans le Haut-Atlas et le Moyen Atlas marocain, *Agapetus incertulus* est sténotherme (GIUDICELLI & DAKKI, 1984). Elle occupe les habitats du crénel et du rhithral des réseaux hydrographiques. Dans l'oued Laou, l'espèce prolifère dans le petit ruisseau de source à 400 m d'altitude où les températures sont constamment fraîches (EL-ALAMI & DAKKI, 1998).

Dans les cours d'eau étudiés, cette espèce est rare, peu abondante et localisée. Nous avons noté sa présence seulement à deux stations : SA1 ruisseau de source d'altitude (1170 m) et O2 station de moyenne montagne (alt. 500 m). Elle semble caractériser des biotopes bien particuliers : cours d'eau de montagne à eau fraîche coulant sur un substrat grossier et à ripisylve très dense.

Agapetus numidicus Vaillant, 1954

Agapetus numidicus est décrite d'Algérie par VAILLANT (1954). Elle n'est connue que d'Algérie et du Sud de l'Espagne. Elle peut être considérée comme un élément à répartition Ouest méditerranéenne.

A. numidicus est considéré comme caractéristique des cours d'eau rapides des zones de moyenne montagne et de piémont. Elle a, selon LOUNACI (2005) et SEKHI *et al.* (2016) un spectre écologique assez étroit. Ces auteurs la qualifient d'espèce rhithrophile et à tendance sténotherme d'eau froide.

Dans nos prélèvements, cette espèce est observée dans quatre stations, aussi bien dans les torrents de montagne (800-920 m) que dans les cours d'eau de piémont (380-480 m) dans des biotopes à granulométrie mixte (blocs, galets, graviers) à courant rapide, à végétation bordante assez dense et à température de l'eau relativement basse. Elle présente vraisemblablement un caractère rhéophile et sténotherme d'eau froide.

***Agapetus* sp.**

Cet élément est morphologiquement différent des taxons précédents. Les larves sont difficilement identifiables à l'état actuel des connaissances. La récolte d'imagos mâles est indispensable pour une détermination spécifique de ce taxon et de pouvoir mieux connaître son écologie.

Dans les cours d'eau étudiés, nous l'avons récolté dans 8 stations entre 500 et 1170 m d'altitude, aussi bien dans les secteurs des cours d'eau rapides que dans les zones à courant modéré.

4-1-3- Hydroptilidae Stephens, 1836

En Algérie, cette famille est assez diversifiée. Elle est représentée par 17 espèces appartenant à 7 genres : *Agraelea*, *Allotrichia*, *Hydroptila*, *Ithytrichia*, *Orthtrichia*, *Oxyethira* et *Stactobia*.

Les genres *Agraelea* et *Ithytrichia* sont absents dans nos prélèvements.

Allotrichia pallicornis Eaton, 1873

= *Allotrichia tauri* Jacquemart, 1965

Allotrichia pallicornis est une espèce paléarctique à vaste répartition géographique. Elle couvre le centre et le Sud-Ouest de l'Asie et le Maghreb (MALICKY & LOUNACI, 1987 ; TOBIAS & TOBIAS, 2008).

Elle est signalée pour la première fois d'Algérie par MORTON (1896).

Nos investigations constituent la première citation de l'espèce en Kabylie. Sa découverte montre que son aire de distribution s'étend à la partie centre Nord d'Algérie.

Au Maroc, on lui attribue un caractère thermophile. On la trouve avec régularité dans les réseaux du Haut-Atlas (BOUZIDI, 1989), du Moyen Atlas (DAKKI, 1979, 1982, 1985, 1987 ; EL-AGBANI et al., 1992) et du Rif (EL-ALAMI & DAKKI, 1998 et HAJJI et al., 2013).

Dans les cours d'eau étudiés, *A. pallicornis* est peu abondante et peu fréquente, nous l'avons récolté dans 6 stations échelonnées entre 190 et 1170 m d'altitude, aussi bien dans les secteurs des cours d'eau rapides que dans les zones à courant modéré et lent.

Hydroptila vectis Curtis, 1834
= *Hydroptia MacLachlani* Klapalek, 1891

C'est un élément à vaste répartition paléarctique. Il couvre l'Europe (BONADA et al., 2004 ; MALICKY, 2005), le Sud-Ouest de l'Asie (GONZALEZ et al., 1992) et le Maghreb (MALICKY & LOUNACI, 1987).

H. vectis est signalée pour la première fois d'Algérie par MORTON en 1896 (ruisseau des singes, Chiffa). Sa présence en Kabylie constitue sa première citation.

Elle est connue de Tunisie (MALICKY & LOUNACI, 1987) et du Maroc : Haut-Atlas (BOUZIDI & GIUDICELLI, 1994), Moyen-Atlas (DAKKI, 1987 ; GIUDICELLI & DAKKI, 1984 ; TOUABAY et al., 2002) et le Rif (GIUDICELLI & DAKKI, 1984 ; EL-ALAMI & DAKKI, 1998 ; HAJJI et al., 2013).

H. vectis est une espèce assez fréquente. Elle est thermophile et à spectre écologique assez large (VERNEAUX & REZZOUK, 1974 ; GIUDICELLI et al., 1980 ; GIUDICELLI & ORSINI, 1987 ; EL-ALAMI & DAKKI, 1998 et BONADA et al., 2008). Elle apparaît fréquemment dans les zones à forte contamination organique (STROOT, 1985).

Dans les cours d'eau étudiés, cette espèce peuple les milieux les plus diversifiés. Nous l'avons observé dans 15 stations entre 190 et 1170 m d'altitude dans des biotopes à substrat hétérogène avec présence de bryophytes.

***Orthotrichia* sp.**

La première citation du genre *Orthotrichia* en Algérie est due à MORTON (1896). La découverte de ce taxon dans la chaîne montagneuse du Djurdjura, constitue la première citation de cet élément en Kabylie et contribue à l'élargissement du domaine de distribution. Ce taxon n'est connu que par quelques larves capturées dans deux stations d'assif Sahel (SA1 alt. 1170 m, SA3 alt. 430 m) à végétation bordante assez fournie, à granulométrie constituée de gros éléments (galets) et à eau constamment fraîche. Son identification précise ne sera possible qu'après la capture d'imagos mâles.

Oxyethira unidentata McLachlan, 1884
= *Oxyethira fuentejalona* Schmid, 1952
= *Oxyethira meridionalis* Jacquemart & Coineau, 1962

Oxyethira unidentata présente une répartition plus ou moins large dans la partie Ouest de la méditerranée. Elle est connue de la Péninsule Ibérique, des Pyrénées, de Sicile et du Maghreb (MALICKY & LOUNACI, 1987).

D'après DECAMPS (1968) et GIUDICELLI et al. (1985), les éléments du genre *Oxyethira* sont abondants et variés dans les cours d'eau méditerranéens. Leur importance, qui

est facteur du développement des algues dont se nourrissent les larves, s'accroît dans les cours d'eau les plus chauds. Ils se cantonnent dans un seul tronçon de rivière. Ils sont eurythermes et se développent dans les habitats riches en matière organique (DAKKI, 1979). Ils sont strictement thermophiles de basse et moyenne altitudes.

Oxyethira unidentata est, dans nos récoltes, rare (15 individus) et localisée. Nous l'avons observée dans une seule station à 300 m d'altitude. La zone de piémont semble être l'habitat préférentiel de cet élément.

***Oxyethira* sp.**

Cet élément est morphologiquement différent du taxon précédent. Dans l'état des connaissances, les larves sont difficilement identifiables. La récolte d'adultes mâles est indispensable afin de statuer sur ce taxon.

Dans nos prélèvements, *Oxyethira* sp. est observé dans quatre stations entre 200 et 480 m d'altitude, dans des habitats de piémont et de plaine caractérisés par un substrat hétérogène (galets, graviers, sable, limons, matière organique) et un courant moyen. L'espèce semble bien supporter les élévations de température (16-28 °C).

***Stactobia* sp.**

D'après SCHMID (1959), l'aire de répartition des *Stactobia* est très vaste. Elle couvre une grande partie de l'Europe, de l'Asie et de l'Afrique.

La seule espèce appartenant au genre *Stactobia* (*Stactobia algira*) est décrite par Vaillant en 1951.

Nos investigations dans les cours d'eau de Kabylie constituent la première citation du genre *Stactobia* en Kabylie. Il n'est connu que par 3 larves capturées dans une seule station (D1, alt. 900 m) caractérisée par une pente moyenne de l'ordre de 10 %, une granulométrie constituée principalement de dalles, de gros galets avec présence de limons sur les berges, avec un courant rapide et une végétation bordante assez fournie.

Ce taxon, rare et localisé, paraît être alticole et sténotherme d'eau froide (4-13 °C)

4-1-4- Philopotamidae Stephens, 1829

En Algérie, cette famille est représentée par deux genres et trois espèces : *Chimara marginata*, *Wormaldia algirica* (absentes dans nos prélèvements) et *Wormaldia* sp.

***Wormaldia* sp.**

Le genre *Wormaldia* est cité de deux localités d'Algérie : forêt de l'Akfadou (GAUTHIER, 1928 et VAILLANT, 1974) et Kabylie du Djurdjura (SEKHI et al., 2016).

Selon GIUDICELLI & DAKKI (1984) et EL-ALAMI & DAKKI (1998), les éléments du genre *Wormaldia* sont rares et localisés. Ils montrent une nette préférence pour les ruisseaux relativement froids de montagne (900 m d'altitude).

Les larves de *Wormaldia* récoltées dans nos stations sont difficilement identifiables dans l'état actuel des connaissances. La capture d'adultes mâles est nécessaire afin de statuer sur ce taxon et mieux connaître son écologie.

Nous l'avons récolté dans 8 stations entre 850 et 1170 m d'altitude. Il est inféodé aux habitats des sources de montagne, à courant rapide à modéré et à température basse (5-14°C). Ce taxon semble rhéophile et sténotherme d'eau froide.

4-2- Sous-ordre des Annulipalpia**4-2-1- Polycentropodidae** Ulmer, 1903

En Algérie, la famille des Polycentropodidae est représentée par deux genres et quatre espèces : *Plectrocnemia geniculata corsicana*, *Polycentropus flavomaculatus*, *Polycentropus Variatus* et *Polycentropus kingi*. Ces 3 premières sont absentes dans nos récoltes.

Polycentropus kingi McLachlan, 1881

= *Polycentropus masi* Navas, 1916

Polycentropus kingi est une espèce européenne à vaste répartition. Elle couvre l'Ouest de l'Europe et l'Afrique du Nord (TOBIAS & TOBIAS, 2008).

Largement répartie en Europe (CASADO et al., 1990), *Polycentropus kingi* est connue aussi d'Algérie (LOUNACI, 2005), de Tunisie (MALICKY & LOUNACI, 1987) et du Maroc (DAKKI, 1979 ; TAYOUB, 1989 ; ALAOUI, 2006 ; HAJJI et al., 2013), où elle apparaît largement répartie depuis le crénel au potamal.

Dans les cours d'eau étudiés, nous l'avons observée dans 15 stations entre 200 et 1170 m d'altitude. Il est à remarquer qu'elle est plus abondante dans les stations d'altitude (TR, AA, D1, O1, alt. > 800 m).

4-2-2- Psychomyiidae Walker, 1852

En Algérie, cette famille est représentée par deux genres et cinq espèces : *Psychomyia pusilla*, *Tinodes adlmannsedri*, *Tinodes algericus*, *Tinodes tunisicus* et *Tinodes* sp..

Psychomyia pusilla (Fabricius, 1781)

- = *P. bifurcata* Mosely, 1938
- = *P. annulicornis* Pictet, 1834
- = *P. ciliaris* Stephens, 1836
- = *P. gracilipes* Curtis, 1834
- = *P. shekovnikovi* Martynov, 1925
- = *P. subochracea* Stephens, 1836
- = *P. tenuis* Pictet, 1834
- = *P. unicolor* Stephens, 1836

Psychomyia pusilla est une espèce paléarctique. Son aire de répartition englobe l'Europe, le Sud-Ouest de l'Asie et l'Afrique du Nord (TOBIAS & TOBIAS, 2008).

Elle est citée :

- du Maroc par DAKKI (1979) (Moyen-Atlas), AJAKANE (1988) (Haut-Atlas), BERRAHOU et *al.* (2001) (Maroc oriental), TAYOUB (1989); EL-ALAMI & DAKKI (1998); BONADA et *al.* (2008) et HAJJI et *al.* (2013) (Rif);
- d'Algérie et de Tunisie par MALICKY & LOUNACI (1987).

TAYOUB (1989), BERRAHOU et *al.* (2001) et LOUNACI (2005) lui attribuent un caractère thermophile, peuplant préférentiellement les cours d'eau de basse altitude. DAKKI (1982) a montré qu'elle peut remonter jusqu'à 1800 m dans le Moyen-Atlas.

Dans nos prélèvements, *P. pusilla* est peu abondante et peu fréquente. Elle est récoltée dans deux stations A3 (480 m) et A6 (200 m) dans des biotopes à granulométrie mixte (galets, graviers) à courant rapide à modéré.

***Tinodes* sp.**

Le genre *Tinodes* est très répandu en Algérie entre 10 et 1950 m d'altitude (VAILLANT, 1954; LOUNACI, 2005) et au Maroc, dans la même amplitude altitudinale (EL-ALAMI & DAKKI, 1998).

À l'état actuel des connaissances, les larves de *Tinodes* récoltées sont difficilement identifiables. Elles occupent une large zone altitudinale depuis les stations les plus basses (200 m) jusqu'à 1170 m d'altitude. Cet élément semble être eurytherme et peuple les milieux variés.

4-2-3- Hydropsychidae Curtis, 1835

En Algérie, la famille des Hydropsychidae est la plus diversifiée des Trichoptères. Elle compte 14 espèces réparties en 3 genres : *Cheumatopsyche*, *Diplectronea* et *Hydropsyche*. Le genre *Hydropsyche* est de loin le plus réparti et le plus diversifié avec 11 espèces.

La richesse spécifique du genre *Hydropsyche* en Grande-Kabylie (7 espèces dont une non nommée) mérite d'être soulignée. Elle est comparable à celle du Rif marocain (7 espèces), du Moyen-Atlas (5 espèces), du Haut-Atlas (6 espèces), de Tunisie (5 espèces), des Pyrénées (6 espèces) et de Corse (3 espèces) (LOUNACI, 2005).

Cheumatopsyche atlantis Navàs, 1930

Cheumatopsyche atlantis est une espèce endémique du Maghreb. Elle est connue des montagnes du Maroc : Haut-Atlas (BADRI, 1985 ; AJAKANE, 1988), Moyen-Atlas (DAKKI, 1982, 1985, 1987 ; EL-AGBANI *et al.*, 1992), plateau central (EL-AGBANI, 1984) et Rif (BONADA *et al.*, 2008 ; HAJJI *et al.*, 2013), d'Algérie : Kabylie (LOUNACI *et al.*, 2000) et de Tunisie : Khroumirie (MALICKY & LOUNACI, 1987).

Dans les cours d'eau étudiés, l'espèce a été recensée entre 200 et 810 m d'altitude. Elle semble manifester une forte préférence pour les habitats de piémont et de basse altitude.

C. atlantis est une espèce thermophile, elle est mentionnée comme commune et largement répandue dans les cours d'eau relativement chauds de plaine et de piémonts (DAKKI, 1982 ; EL-ALAMI & DAKKI, 1998).

Dans les cours d'eau étudiés, elle vit dans les cours d'eau de moyenne montagne et de piémont où elle semble proliférer. Nous l'avons capturée dans 4 stations entre 200 et 810 m d'altitude caractérisées par un écoulement de l'eau rapide à modéré et un substrat hétérogène à dominance de galets.

***Cheumatopsyche* sp.**

Le taxon *Cheumatopsyche* sp. ne peut faire l'objet d'analyse écologique à cause des difficultés de systématique. Ce taxon semble être alticole, il ne descend pas au-dessous de 900 m d'altitude. Il est peu abondant et localisé. Nous l'avons récolté dans 4 stations entre 920 et 1170 m d'altitude non loin des sources. Il se rencontre dans les milieux où prédominent les galets et une ripisylve assez fournie.

***Diplectronea* sp.**

Le genre *Diplectronea* est déjà signalé des cours d'eau de Kabylie (bassin de l'oued Aissi) par MALICKY & LOUNACI (1987).

Assez rare (moins de 20 individus), *Diplectronea* sp. a été rencontrée dans 3 stations (A1, A2, A3), dont la température maximale de l'eau ne dépasse pas 16°C. Sa répartition

altitudinale est peu étendue : 480-920 m. Il colonise des habitats caractéristiques des milieux lotiques montagnards : substrat à dominance de galets, eaux fraîches (4-14°C).

Hydropsyche fezana Navàs, 1935

= *Hydropsyche ouedorum* Botosaneanu, 1975

Espèce endémique du Maghreb, connue du Maroc : Haut-Atlas (BADRI, 1985 ; BOUZIDI & GIUDICELLI, 1994), Moyen-Atlas (DAKKI, 1979, 1985, 1987 ; GIUDICELLI & DAKKI, 1984) et le Rif (GIUDICELLI & DAKKI, 1984 ; EL-ALAMI & DAKKI, 1998 ; BONADA et al., 2008 ; HAJJI et al., 2013) et d'Algérie : massif de Mouzaia (ARAB et al., 2004). Elle est absente de Tunisie.

Durant nos prospections, la capture de *H. fezana* dans les cours d'eau étudiés constitue la première citation de cette espèce en Kabylie. Sa découverte élargie son aire de distribution au centre Nord de l'Algérie.

H. fezana est mentionnée comme espèce très commune au Maghreb. Elle est euritherme et à large distribution altitudinale. Elle vit dans les cours d'eau de montagne et de plaine à des altitudes comprises entre 2000 et 20 m (GIUDICELLI & DAKKI, 1984 ; EL-ALAMI & DAKKI, 1998 ; LOUNACI, 2005).

Dans les cours d'eau étudiés, *H. fezana* est fréquente et abondante. Elle a un spectre écologique assez large (190-1170 m), supportant de grandes variations thermiques (8-27°C). Ces abondances maximales sont observées entre 500 et 1170 m d'altitude dans les substrats pierreux, à courant rapide à modéré et à eau fraîche (T°. max. : 18°C). Au-dessous de 500 m d'altitude, nous l'avons rencontré en moindre abondance.

Hydropsyche iberomaroccana Gonzalez & Malicky, 1999

Hydropsyche iberomaroccana est une espèce Ibero-Maghrebine. Elle présente une aire de distribution limitée à la Péninsule Ibérique (BONADA et al., 2004), au Rif marocain (GONZALEZ & MALICKY, 1999 ; HAJJI et al., 2013), et s'étend dans la partie centre-Nord de l'Algérie (Kabylie) où elle constitue sa première citation de ce pays (SEKHI et al., 2016).

H. iberomaroccana semble être rare et localisée. Nous l'avons récoltée dans deux stations de piémont (KH, B1 d'altitude respective 370 et 200 m), avec des effectifs réduits (13 et 4 individus) dans des habitats caractérisés par un substrat à dominance de galets avec présence de bryophytes, un courant modéré et une température maximale de l'eau pouvant atteindre 30 °C.

Hydropsyche lobata McLachlan, 1884

= *Hydropsyche inflata* Navas, 1917

Hydropsyche lobata est un élément à distribution Ouest méditerranéenne. Il est connu du Sud de l'Europe et de la Péninsule Ibérique (VALLADOLID et al., 2011 ; MARTIN et al., 2014), d'Algérie : Kabylie (LOUNACI et al., 2000a) et le Chellif (ARAB et al., 2004), du Maroc : Haut-Atlas (BOUZIDI, 1989), Moyen-Atlas (DAKKI, 1979, 1985, 1987), Maroc Oriental (BERRAHOU et al., 2001) et Rif (EL ALAMI & DAKKI, 1998 ; BONADA et al., 2008 ; HAJJI et al., 2013).

H. lobata est une espèce connue dans les différentes régions du bassin méditerranéen.

En Espagne, MARTINEZ-MENENDEZ (2014) et RUIZ-GARCIA et al. (2016) la qualifient d'espèce à large spectre écologique. Ils la citent entre 160 et 1470 m d'altitude. Cette espèce réalise, selon ces mêmes auteurs, son optimum écologique dans les biotopes de piémont et de basse altitude.

Au Maghreb, c'est l'espèce la plus dominante de par son abondance et sa fréquence, on la trouve régulièrement dans les réseaux hydrographiques du Haut-Atlas, du Moyen-Atlas, du Rif, de la Kabylie et de Khroumirie (GIUDICELLI & DAKKI, 1984 ; EL-ALAMI & DAKKI, 1998 ; ALLAYA, 2003 ; LOUNACI, 2005 ; HAJJI et al., 2013).

Dans les cours d'eau étudiés, *H. lobata* est l'un des Trichoptères le mieux représenté dans nos récoltes. Il se rencontre dans des habitats variés entre 100 et 1170 m d'altitude : ruisseaux à eau froide et à courant modéré, torrents froids de montagne, cours d'eau de piémont et de basse altitude. Il réalise les plus fortes densités larvaires dans les habitats de piémont.

Hydropsyche obscura Navàs, 1928

= *Hydropsyche atlanta* Botosaneanu, 1975

H. obscura est un élément à distribution restreinte à l'Inde et au Maghreb (TOBIAS & TOBIAS, 2008). Elle est citée d'Algérie (NAVAS, 1928 ; ARAB et al., 2004) et du Maroc : Haut-Atlas, Rif et Maroc oriental (BOUZIDI, 1989 ; BOUZIDI & GIUDICELLI, 1994 ; BERRAHOU et al., 2001 ; HAJJI et al., 2013). Elle est absente de Tunisie.

H. obscura est une forme rhéophile et à large distribution altitudinale. Elle colonise aussi bien les cours d'eau de piémont que ceux de montagne ainsi que les ruisseaux de source où elle se tient de préférence dans les biotopes à courant rapide à modéré (HAJJI et al., 2013).

Nos investigations constituent la première citation de l'espèce en Kabylie. Elle présente un spectre écologique assez large. *H. obscura* est parmi les Trichoptères le mieux représenté dans nos récoltes. C'est une espèce dominante de par son abondance et sa

fréquence. Elle figure dans 14 stations entre 190 et 1170 m d'altitude, et semble abonder dans les biotopes d'altitude (850-1170 m) à granulométrie grossière et à végétation bordante assez dense.

Hydropsyche punica Malicky, 1981

H. punica est un élément endémique du Maghreb. Elle est connue d'Algérie (Kabylie) et du Nord-Ouest de la Tunisie (MALICKY, 1981, 1983 ; KRAIEM, 1986 ; MALICKY & LOUNACI, 1987 ; ALLAYA, 2003 ; KUMANSKI, 2006). Elle est absente au Maroc.

Les stades aquatiques d' *H. punica* semblent être inféodés aux habitats de piémont et de basse altitude (KRAIEM, 1986 ; LOUNACI, 2005).

Dans les cours d'eau étudiés, *H. punica* est une espèce assez rare (17 individus). Elle a été rencontrée dans 3 stations (A4, A5, A6). Sa répartition altitudinale est peu étendue (200-380 m). Elle colonise des habitats, peu distant les uns des autres, caractéristiques des milieux lotiques montagnards. Le substrat est à dominance de galets recouverts par endroits de débris végétaux et de branchages

Hydropsyche resmineda Malicky, 1977

= *Hydropsyche atomaria* (Pictet, 1834)

Hydropsyche resmineda est une espèce endémique du Maghreb. Elle est connue du Maroc (Haut-Atlas, Moyen-Atlas, Rif et Maroc Oriental) (DAKKI, 1978 ; 1987 ; BERRAHOU, 2001 ; HAJJI et al., 2013), d'Algérie (LOUNACI, 2005) et de Tunisie (MALICKY & LOUNACI, 1987 ; BOUMAIZA, 1994).

DAKKI (1979) et LOUNACI (2005) lui attribuent un caractère rhéophile et thermophile, peuplant préférentiellement les cours moyens et inférieurs des cours d'eau.

Dans nos prélèvements, l'espèce *H. resmineda* a été rencontrée dans 6 stations entre 160 et 380 m d'altitude. L'habitat des stades aquatiques semble bien caractéristique des cours d'eau eurytherme de la partie inférieure des réseaux hydrographiques.

Hydropsyche gpe pellucidula

Ce taxon appartient au groupe *pellucidula* dont la distribution est paléarctique.

Plusieurs auteurs (GONZALEZ & MALICKY, 1999 ; ZAMORA-MUNOZ et al., 1995) ont attiré l'attention sur la difficulté de séparer les espèces de ce groupe au seul examen des stades larvaires.

Le taxon récolté dans les cours d'eau étudiés diffère de l'espèce type *Hydropsyche pellucidula*. Il est eurytherme et présente une large répartition altitudinale. Nous l'avons

observé dans la majorité des stations prospectées (25) en altitude, en piémont et en plaine, aussi bien dans les secteurs des cours d'eau rapides que dans les secteurs à courant modéré à faible, entre 160 et 1170 m. Eurytope, il colonise tous les types de biotopes indépendamment du substrat et de la vitesse du courant.

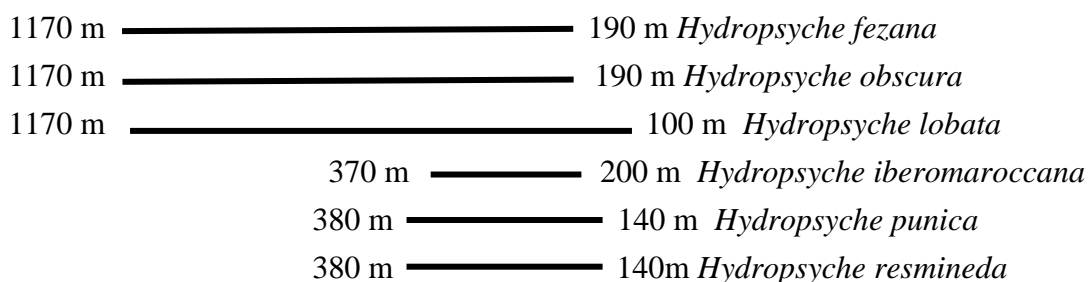
En Europe, comme en Afrique du Nord et, dans toutes les régions naturelles, on observe une succession amont-aval et un remplacement altitudinale des espèces congénères. En effet, dans les zones d'altitude, nous retrouvons les éléments alticoles, rhéophiles et sténothermes d'eau froide. En basse altitude, ce sont les éléments thermophiles qui s'installent et dans les zones de piémonts, se sont plutôt les éléments qui marquent la transition amont-aval qui s'installent.

Le genre *Hydropsyche* est relativement bien diversifié en Algérie comparativement aux autres régions du bassin méditerranéen : 14 espèces ont été décrites. Ces espèces sont présentes dans tous les réseaux hydrographiques. Leurs éléments montrent une nette complémentarité dans leur distribution.

Dans les cours d'eau étudiés, les six éléments du genre *Hydropsyche*, identifiés au niveau spécifique, montrent une nette succession et complémentarité dans leur distribution. Ces espèces occupent des zones à amplitude altitudinale limitée.

- *Hydropsyche fezana* et *H. obscura* sont recensées entre 1170 et 190 m d'altitude mais les effectifs les plus élevés sont notés pour ces deux espèces entre 1170 et 850 m d'altitude.
- *Hydropsyche lobata* prend le relai et prolifère surtout entre 850 et 100 m d'altitude.
- *Hydropsyche iberomaroccana*, *H. punica* et *H. resmineda* occupent surtout les habitats de basse altitude.

Le schéma ci-après résume la succession des six espèces dans les cours d'eau étudiés :



Le même phénomène est également observé au Maroc :

- Dans le Moyen-Atlas, d'après DAKKI (1986), la succession des espèces est la suivante : *Hydropsyche fezana*, *H. maroccana*, *H. lobata*, *H. pellucidula*.
- Dans le Haut-Atlas, selon BOUZIDI (1989), elle est comme suit : *H. obscura*, *H. fezana*, *H. maroccana*, *H. lobata*, *H. pellucidula*.

4-3- Sous-ordre des Integripalpia

4-3-1- Brachycentridae, Ulmer, 1903

La famille des Brachycentridae, signalée dans ce travail pour la première fois d'Algérie, est représentée par un seul taxon : *Micrasema* sp..

***Micrasema* sp.**

Nos investigations dans les cours d'eau de Kabylie constituent la première citation du genre *Micrasema* en Algérie.

Nous avons récolté l'espèce dans 8 stations échelonnées entre 600 et 1170 m d'altitude. Elle présente une tendance alticole, rhéophile et sténotherme d'eau froide. L'habitat des stades aquatiques de l'espèce semble être bien inféodé aux ruisseaux de source bordés d'une ripisylve assez dense. En effet, VIEIRA-LANERO (2000) signale que les espèces du genre *Micrasema* vivent souvent dans des petits ruisseaux d'eaux froides, où elles sont, principalement, sur les rochers ou entre les mousses aquatiques.

4-3-2- Limnephilidae Kolenati, 1848

En Algérie, la famille des Limnephilidae est représentée par treize espèces appartenant à six genres: *Allogamus*, *Enoicylopsis*, *Limnephilus*, *Mesophylax*, *Micropterna* et *Stenophylax*.

***Allogamus* sp.**

Le genre *Allogamus* est récolté pour la première fois en Kabylie. Il constitue sa première citation en Algérie.

Les larves de ce taxon sont différentes des autres Limnephilidae connus à ce jour. La capture d'adultes est plus que nécessaire afin de pouvoir préciser son statut taxonomique et étudier son écologie.

Le taxon *Allogamus* sp. récolté en Kabylie se rapproche sur le plan écologique de l'élément du Haut-Atlas marocain et du Rif : émissaires de sources et cours d'eau de montagne (EL-ALAMI & DAKKI (1998).

Nos observations vont dans le même sens, cette espèce ne descend pas au-dessous de 500 m. Elle est assez fréquente mais peu abondante, rhéophile et à tendance sténotherme d'eau froide. Elle est récoltée dans 10 stations (alt. 500-1170 m) dans des habitats pierreux, à courant généralement rapide à moyen et une végétation bordante assez dense.

4-3-3- Uenoidae Iwata, 1927

Cette famille est représentée par un seul genre (*Thremma*) et une seule espèce : (*Thremma sardoum africanum*).

***Thremma* sp.**

Le genre *Thremma* est déjà signalé d'Algérie : forêt de l'Akfadou (GAUTHIER, 1928), Kabylie du Djurdjura (LOUNACI, 2000).

En Algérie, les éléments du genre *Thremma* sont, selon (LOUNACI, 2005), rares et localisés. Il les qualifie de rhithrophiles.

Dans les cours d'eau étudiés, *Thremma* sp., est très peu abondant et très peu fréquent. Il s'agit d'une forme montagnarde et sténotherme d'eau froide. Elle est observée ici dans 4 stations d'altitude comprise entre 480 et 920 m qui se caractérisent par un courant rapide, un substrat pierreux, une végétation bordante dense et une température maximale ne dépassant pas 16 °C.

Ces stades aquatiques pourraient être bien caractéristiques des cours d'eau de montagne très ombragés et à écoulement vif.

4-3-4- Goeridae Ulmer, 1903

La famille des Goeridae est représentée par un seul genre (*Silonella*) et une seule espèce (*Silonella aurata*).

***Silonella aurata* Hagen, 1864**

Silonella aurata est un élément à distribution Ouest méditerranéenne. Il est connu d'Espagne, de Sardaigne et de Corse (CIANFICCONI et al., 2007 ; GONZÁLEZ & MARTÍNEZ-MENÉNDEZ, 2011), du Maroc (HAJJI et al., 2013 ; LAMRI et al., 2016), d'Algérie (LOUNACI et al., 2000a) et de Tunisie (MALICKY & LOUNACI, 1987).

En Espagne, elle vit à des altitudes variables entre 930 et 1750 m (MARTINEZ-MENENDEZ, 2014).

Dans le Rif marocain, EL-ALAMI & DAKKI (1998) l'ont récolté entre 700 et 800 m d'altitude, et lui attribue un caractère rhithrophile, peuplant préférentiellement les habitats de

moyenne montagne caractérisés par un écoulement de l'eau rapide à modéré, et un substrat à dominance de galets et de graviers.

En Algérie, elle est selon LOUNACI (2005), rhithrobionte et sténotherme d'eau froide avec une nette préférence pour les cours d'eau à couvert végétal bordant assez dense, à courant rapide à moyen et à faible amplitude thermique (5-16°C).

Dans nos récoltes, cette espèce est assez abondante mais peu fréquente. Elle a été rencontrée dans 4 stations entre 480 et 1080 m d'altitude. Elle colonise des habitats caractéristiques des milieux lotiques montagnards dont les eaux sont constamment fraîches (T°. max. 16°C). Le substrat est constitué de galets et de graviers recouverts par endroits de débris végétaux et de branchages. Elle semble présenter un caractère rhithrobionte et sténotherme d'eau froide.

4-3-5- Beraeidae Wallengren, 1891

La famille des Beraeidae est représentée par une seule espèce : *Beraea auresi*.

Beraea auresi Vaillant, 1953

Beraea auresi est une espèce micro-endémique d'Algérie. Elle présente une aire de répartition limitée aux montagnes de la Kabylie du Djurdjura (LOUNACI, 2005).

L'espèce affectionne les cours d'eau permanents de moyenne montagne.

Assez rare et localisée, nous l'avons récoltée dans 3 stations du sous-bassin de l'oued Aissi. De répartition altitudinale peu étendue (480-920 m), elle colonise des habitats peu distants les uns des autres, à parcours plus ou moins rectiligne et pentus (de l'ordre de 10 %). Les habitats sont caractérisés par un couvert végétal bordant très dense, un substrat à dominance de galets recouverts par endroits de branchage, un écoulement d'eau rapide et une température de l'eau variant de 8 à 16 °C.

4-3-6- Leptoceridae Leach, 1815

En Algérie, la famille des Leptoceridae compte 9 espèces appartenant à 6 genres : *Adicella*, *Athripsodes*, *Mystacides*, *Oecetis*, *Setodes* et *Triaenodes*.

Les investigations réalisées dans les cours d'eau étudiés nous ont permis de récolter deux taxons : *Adicella* sp. et *Athripsodes* sp.. Ils restent méconnus d'Algérie à cause des difficultés de détermination du matériel larvaire, d'où la nécessité de capturer des imagos mâles afin de lever toutes les ambiguïtés inhérentes à ces deux genres.

***Adicella* sp.**

Adicella sp. est le taxon le plus montagnard des espèces de ce genre. Il a été récolté dans 5 stations échelonnées entre 480 et 1120 m d'altitude. Il est rhithrophile et sténotherme d'eau froide. Il montre une nette préférence pour les ruisseaux relativement froid d'altitude à ripisylve assez dense.

Dans les réseaux hydrographiques du bassin méditerranéen, les éléments du genre *Adicella* sont inféodés aux milieux d'eau froide ou fraîche de montagne. Ils occupent les zones supérieures des cours d'eau (LOUNACI, 2005 ; DAKKI, 1979). Certaines espèces sont selon VIEIRA- LANERO (2000) typiques des sources froides.

***Athripsodes* sp.**

Élément rhéophile colonisant les cours d'eau rapides des piémonts (alt. 200-380 m). Il se rencontre dans les milieux où prédominent les galets. Il colonise des habitats peu distants les uns des autres. Il peut être significatif de la zone de transition rhithral-potamal.

- ***Limnephilus barbagaensis* et *Micropterna testacea***

Entre 2012 et 2013, des relevés complémentaires dans les massifs montagneux des Aurès (partie Est de l'Algérie) ont permis d'une part, la découverte de *Limnephilus barbagaensis* n.sp., espèce nouvelle pour la science, dans la localité de Ain Barbaga, et d'autre part de découvrir pour la première fois au Maghreb de *Micropterna testacea*, dans le parc national de Belezma (oued Hamla).

***Limnephilus barbagaensis* n.sp.** Malicky, Sekhi & Lounaci 2019

Limnephilus barbagaensis n.sp. est une espèce nouvelle pour la science, décrite par Malicky, Sekhi & Lounaci (2019) sur du matériel biologique provenant du massif montagneux des Aurès (Ain Barbaga) à environ 20 km au Sud-Est de Batna. Elle pourrait présenter un micro-endémisme restreint aux monts des Aurès là où elle vit.

Limnephilus barbagaensis est, dans nos récoltes, rare et localisée, alticole et sténotherme d'eau froide. Ses stades aquatiques semblent étroitement inféodés à un habitat particulier : ruisseau de montagne (alt. 1340 m) de dimension réduite, assez pentu (de l'ordre de 5 %), à couvert végétal composé d'une strate herbacée et quelques épineux (ronces et genêts) et le jonc, à eau fraîche (T°. max. 10°C), coulant sur un substrat minéral grossier (galets, graviers).

Cet élément peut être qualifié d'espèce crénophile, rare qui ne vit que dans les cours d'eau de haute altitude où elle trouve les conditions propices à son développement.

Micropterna testacea (Gmelin, 1789)

= *Phryganea testacea* Gmelin, 1789

= *Stenophylax testacea* (Gmelin, 1789)

= *Phryganea brunnea* Olivier 1791

= *Micropterna orophila* Stein 1874

Micropterna testacea est une espèce répandue dans la partie Sud de l'Europe centrale et la Péninsule Apennin et balkaniques (NEU et *al.*, 2018).

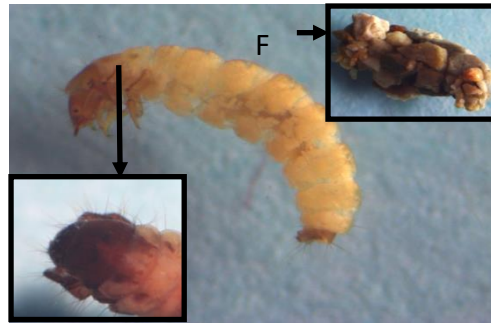
Nos investigations constituent la première citation au Maghreb. En Algérie, elle présente une distribution restreinte limitée à la région de Batna (Parc National de Belezma).

M. testacea est une espèce commune dans les cours d'eau de l'Europe. Elle vit à des altitudes variées : des ruisseaux de montagnes aux grands fleuves (MORETTI, 1983 ; MALICKY, 2014).

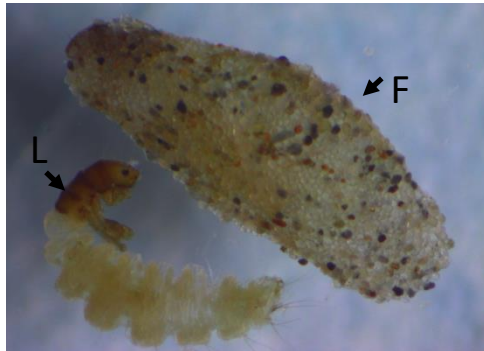
En Algérie, elle est très rare. Elle n'a été rencontrée que dans les montagnes des monts des Aurès (Parc National de Belezma) à 1300 m d'altitude. Il s'agit d'un ruisseau de source (oued Hamla) à couvert végétal bordant assez dense composé d'arbres à feuilles caduques. Elle vit dans les cours d'eau à dimension réduite (0,5 m de large et 10 cm de profondeur), à fond pierreux et où l'écoulement est vif. Les eaux sont constamment fraîches : la température maximale n'excède pas 10°C.



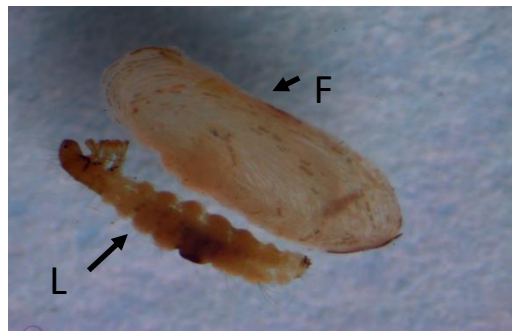
Rhvacophila munda L (8 mm)



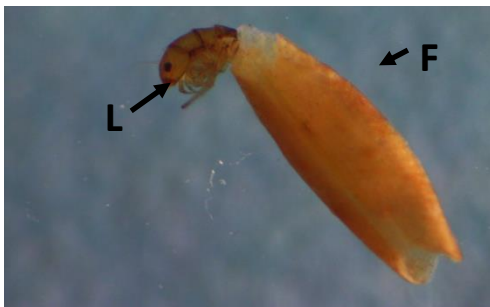
Agapetus sp. L (5 mm) F (6 mm)



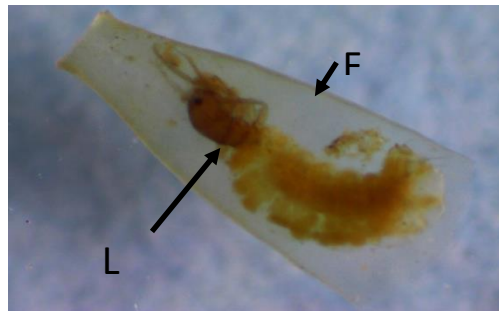
Hydroptila vectis F (4 mm) et L (3 mm)



Allotrichia pallicornis F (3 mm) L (2,5 mm)



Orthotrichia sp. L + F (1,5 mm)



Oxythira sp. F (3 mm) L (2 mm)

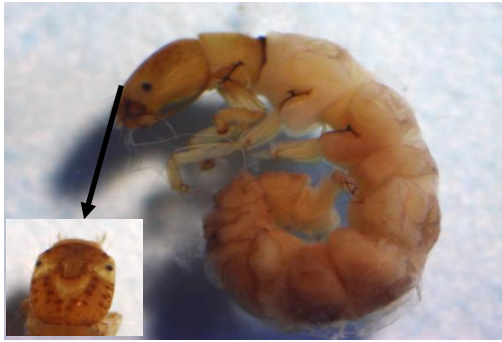


Stactobia sp. L (2 mm)



Wormaldia sp. L (7 mm)

Photo 7: Quelques espèces de Trichoptères des cours d'eau étudiés. Les mensurations entre parenthèses sont réelles. F : fourreau L : larve



Polycentropus kingi L (1 cm)



Tinodes sp. L (6 mm)



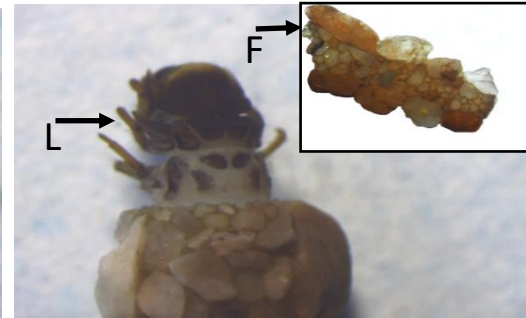
Cheumatopsyche sp. : tête et prothorax avec soies



Hydropsyche lobata L (7 mm) et son apotome frontoclypéal



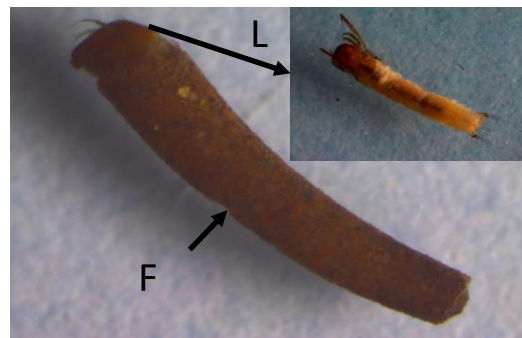
Hydropsyche resmineda L (7 mm)



Silonella aurata L (5 mm) F (6 mm)



Thremma sp. L (6 mm)



Agapetus sp. F (6mm) et L (5 mm)

Suite photo 7 : Quelques espèces de Trichoptères des cours d'eau étudiés. Les mensurations entre parenthèses sont réelles. F : fourreau L : larve

5-Analyse biogéographique

5- Analyse biogéographique

Les investigations entreprises au cours des dernières décennies ont largement contribué à la connaissance des Trichoptères d'Algérie où actuellement sont connues 83 espèces, réparties en 14 familles et 35 genres.

L'analyse biogéographique des éléments inventoriés dans ce travail montre qu'il s'agit d'une faune paléarctique largement répartie dans la sous-région méditerranéenne. Toutes les espèces, y compris les endémiques, appartiennent à des lignées Sud-européennes. Elles présentent des relations étroites avec la faune ibérique, de Corse et de Sardaigne. Leur originalité est mise en évidence par les proportions d'endémiques élevés (38,9 %).

Sur les 20 éléments identifiés spécifiquement, nous distinguons :

- **Les endémiques Nord-africains**

Les endémiques Nord-africains, au nombre de 7, qui se scindent en micro-endémiques (2), dont l'aire de répartition est très restreinte, et en macro-endémiques (5) qui sont largement répandues au Maghreb :

*Les espèces micro-endémiques

L'Algérie abrite deux espèces micro-endémiques (figure 23) :

- *Beraea auresi* qui n'a jamais été retrouvée en dehors du massif du Djurdjura (Kabylie) ;
- *Limnephilus barbagaensis* qui n'est connue que du massif montagneux des Aurès (Ain Barbaga, Est de l'Algérie)

*Les macro-endémiques

Cinq espèces sont considérées comme endémiques du Maghreb: *Agapetus fuscus*, *Cheumatopsyche atlantis*, *Hydropsyche resmineda* sont endémiques du Maghreb dans son ensemble.

-*Hydropsyche punica* couvre les massifs montagneux du Djurdjura (Kabylie) et s'étend dans la partie Nord-Ouest de la Tunisie (Khroumirie).

- *Hydropsyche fezana* couvre le Maroc et s'étend dans la partie centre Nord de l'Algérie (figure 24).

- **Les espèces Ouest-paléarctiques**

Elles présentent une aire de répartition plus ou moins large dans la région Ouest de la Méditerranée :

- *Rhyacophila munda*, *Oxythira unidentata*, *Agapetus incertulus*, *Agapetus numidicus*, *Hydropsyche iberomaroccana* et *Hydropsyche lobata*. Elles couvrent le Maghreb dans son ensemble, la Péninsule Ibérique et la France (figure 25).

- *Silonella aurata* a une aire de répartition plus ou moins large dans la partie Ouest de la méditerranée. Elle couvre le Maghreb, la Corse et la Sardaigne (figure 26).

- **Les espèces à vaste répartition paléarctique**

-Ces espèces présentent une large distribution dans la Péninsule Ibérique, l'Europe méditerranéenne et l'Afrique du Nord. Certaines étendent leur aire de répartition jusqu'en Asie (figure 27): *Allotrichia pallicornis*, *Hydroptila vectis*, *Psychomyia pusilla* et *Polycentropus kingi*.

- *Micropterna testacea* : elle présente une distribution Méditerranéenne assez répandue dans la partie Sud de l'Europe centrale et les péninsules Apennin et balkanique. Sa découverte en Algérie a permis d'étendre l'aire de répartition de l'espèce pour la première fois dans le Maghreb.

- *Hydropsyche obscura* présente une aire de répartition restreinte à l'Afrique du Nord et à l'Inde (figure 28).



■ *Beraea auresi*

★ *Limnephilus barbagaensis* n.sp.

Figure 23: Espèces endémiques d'Algérie



■ *Hydropsyche resmineda*

▲ *Hydropsyche punica*

● *Hydropsyche fezana*

Cheumatopsyche atlantis

Agapetus fuscus

Figure 24: Espèces endémiques du Maghreb



- ★ *Psychomyia pusilla*,
- *Allotrichia pallicornis*
- ▲ *Polycentropus kingi*
- *Hydroptila vectis*
- *Micropterna testacea*

Figure 27: Espèces à vaste répartition paléarctique



- *Hydropsyche obscura*

Figure 28: Espèce à distribution restreinte au Maghreb et à l'Inde

5-1- Comparaison avec les communautés des régions avoisinantes

Dans cette partie nous proposons une synthèse des connaissances sur les Trichoptères du Maghreb. Elle s'appuie sur la compilation de données bibliographiques et nos diverses observations.

Les différentes zones géographiques du Maghreb prospectées ces dernières décennies par différents auteurs témoignent d'une importante richesse spécifique en Trichoptères, avec actuellement 141 espèces inventoriées. Elles appartiennent à 17 familles et 45 genres. 78 espèces ont été citées du Maroc (DAKKI, 1978, 1979, 1982, 1983, 1985, 1987 ; DAKKI & MALICKY, 1980 ; GIUDICELLI & DAKKI, 1980, 1984 ; BOUZIDI, 1989 ; EL-AGBANI *et al.*, 1992 ; BOUZIDI & GIUDICELLI, 1994 ; EL-ALAMI & DAKKI, 1998 ; GONZALEZ & MALICKY, 1999 ; BOTOSANEANU, 1999 ; TOUBAY *et al.*, 2002 ; ALLAYA, 2003 ; ALLAYA *et al.*, 2003 ; BONADA *et al.*, 2008 ; HAJJI *et al.*, 2012, 2013), 83 d'Algérie (LESTAGE, 1928 ; VAILLANT, 1955 ; MALICKY & LOUNACI, 1987 ; ARAB *et al.*, 2004 ; LOUNACI, 2005 ; LOUNACI *et al.*, 2000 ; SEKHI *et al.*, 2016, 2019 et DAMBRI *et al.*, 2020) et 52 de Tunisie (KRAEDEM, 1986 ; MALICKY & LOUNACI, 1987 ; BOUMAIZA, 1994 ; ALLAYA, 2003 ; KUMANSKI, 2006).

Le tableau 12 récapitule la composition faunistique du Maghreb par pays et par zone géographique en allant d'Ouest en Est. Sur la dernière colonne à droite est mentionnée la répartition globale de chaque espèce.

Dans le but de faire ressortir l'intérêt biogéographique de ces espèces, nous signalons leur répartition selon sept régions géographiques : le Haut-Atlas, le Moyen-Atlas et le Rif pour le Maroc, le centre Nord de l'Algérie (l'Algérois, l'Atlas Blidéen, le Chélif), la Kabylie et les Aurès pour l'Algérie et enfin la Khroumirie pour la Tunisie.

Tableau 12: Répartition des Trichoptères du Maghreb

** nouvelle espèce pour la science, * espèce nouvelle pour le Maghreb, ● espèces nouvelles pour l'Algérie, ▲ Espèces nouvelles pour la Kabylie.

AN : Afrique du Nord ; WM : Ouest Méditerranéenne ; EM : Europe Méditerranéenne ; EuO : Europe Occidentale ; PI : Péninsule Ibérique ; Esp : Espagne ; NEEsp : Nord-Est de l'Espagne, Pyr : Pyrénées ; Sard : Sardaigne ; CSEu : centre et Sud de l'Europe ; SWEu : Sud- Ouest de l'Europe, Eu : Europe, Tur : Turquie, A : Algérie, M : Maroc, T : Tunisie

Espèces	Maroc			Algérie			Tunisie (khroumirie)	Répartition
	H.A	M.A	Rif	Centre	Kabylie	Aurès		
Rhyacophilidae								
<i>Rhyacophila fonticola</i>			+					Bético-Rifaine
<i>Rhyacophila munda</i>	+	+	+	+	+		+	SWEu, AN
<i>Rhyacophila urgl</i>					+			A
<i>Rhyacophila sp.</i>						+		
Glossosomatidae								
<i>Agapetus berbericus</i>	+	+						M
<i>Agapetus beredensis</i>			+					M
<i>Agapetus dakkii</i>		+						M
<i>A. dolichopterus</i>	+	+	+					M
<i>Agapetus fuscipes</i>			+					CWEu, PI, M
<i>Agapetus fuscus</i>			+	+	+	+		Maghreb
<i>Agapetus incertulus</i> ●	+	+	+		+	+		Maghreb, PI, Tur
<i>Agapetus numidicus</i>				+	+			WM
<i>Agapetus sp.</i>						+		
Hydroptilidae								
<i>Agraelea sp.</i>				+		+		
<i>Allotrichia pallicornis</i> ▲	+	+	+	+	+	+	+	AN, CSEu, Sud-Ouest Asie, Tur
<i>Hydroptila aegyptia</i>							+	T, Liban, Italie, Iran, Tur
<i>Hydroptila aengywuk</i>							+	T
<i>Hydroptila angulata</i>		+			+		+	AN, EM
<i>H. campanulata</i>		+		+			+	AN, PI, Italie
<i>Hydroptila cintrana</i>		+	+					M
<i>Hydroptila dejaloni</i>							+	T
<i>Hydroptila femoralis</i>				+				A
<i>H. giudicellorum</i>							+	T, France
<i>Hydroptila mendli</i>	+	+					+	Maghreb
<i>Hydroptila serrata</i>				+			+	A, T
<i>Hydrptila sparsa</i>				+	+			AN, NEEsp, Tur
<i>Hydroptila tineoides</i>				+				A, France, Tur
<i>Hydroptila vectis</i> ▲	+	+	+	+	+	+	+	AN, Eu, Sud Asie
<i>Ithytrichia clavata</i>	+	+	+	+	+		+	AN, EM
<i>Ithytrichia lamellaris</i>		+						AN, Eu, Asie mineure, Tur
<i>Orthotrichia costalis</i>							+	Sud Eu, T, Tur
<i>O. angustella</i>		+		+			+	AN, Eu
<i>Orthotrichia sp.</i> ▲					+			

Espèces	Maroc			Algérie			Tunisie (khroumirie)	Répartition
	H.A	M.A	Rif	Centre	Kabylie	Aurès		
<i>Oxythira falcata</i>		+	+	+			+	Sud Eu, T, M, Liban, Tur, Iran
<i>Oxythira pirisinui</i>							+	T
<i>Oxythira spinosela</i>							+	PI, T
<i>Oxythira unidentata</i>	+	+	+	+	+		+	AN, PI
<i>Stactobia algira</i>				+				A
<i>Stactobia</i> sp. ▲			+		+			
Philopotamidae								
<i>Chimara marginata</i>	+	+	+	+			+	AN, WEu
<i>Philopotamus ketama</i>			+					M
<i>Wormaldia algerica</i>					+			A
<i>W. cf. occipitalis</i>						+		
<i>Wormaldia</i> sp.	+		+					
Polycentropodidae								
<i>Cyrnus maroccanus</i>		+						M
<i>Plectrocnemia laetabilis</i>	+	+	+					M, PI, Pyré
<i>P. conspersa</i>						+		EM, Anatolia, Russie,A, NEEsp, Tur, Roumanie
<i>P. geniculata corsicana</i>					+		+	Maghreb
<i>Polycentropus kingi</i>		+	+	+	+		+	AN, W Eu, NEEsp
<i>P. drahamensis</i>							+	T
<i>P. flavomaculatus</i>					+			A, Eu, NEEsp
<i>P. metirensis</i>							+	T
<i>P. telifer</i>							+	PI, T
<i>P. variatus</i>				+				A
<i>Pseudoneureclipsis maroccanus</i>		+						M
Psychomyiidae								
<i>Lype reducta</i>		+					+	Maghreb, Eu, SW Asie, Tur
<i>Paduniella vendelli</i>		+	+				+	Maghreb, PI, France
<i>Psychomyia pusilla</i>	+	+	+		+		+	AN, Eu, SW Asie, NEEsp, Tur, Iran
<i>Tinodes adlmannsederi</i>					+		+	Maghreb
<i>Tinodes algericus</i>	+	+	+	+			+	Maghreb
<i>Tinodes maroccanus</i>	+	+					+	Maghreb
<i>Tinodes tunisicus</i>					+		+	Maghreb
<i>Tinodes cf. assimilis</i>	+		+					
<i>Tinodes waeneri</i>		+						M, Eu
<i>Tinodes dives</i>						+		CSE, A
Ecnomidae								
<i>Ecnomus deceptor</i>		+	+				+	PI, WM
<i>Ecnomus relictus</i>				+				A
<i>Ecnomus tenellus</i>				+			+	Maghreb, Eu, Tur
Hydropsychidae								
<i>Cheumatopsyche atlantis</i>	+	+	+	+	+		+	Maghreb
<i>C. lepida</i>				+				A, SW Asie, Liban, Tur

Espèces	Maroc			Algérie			Tunisie (khroumirie)	Répartition
	H.A	M.A	Rif	Centre	Kabylie	Aurès		
<i>Cheumatopsyche</i> sp.						+		
<i>Diplectrona</i> sp.					+			
<i>Hydropsyche artax</i>					+		+	Maghreb
<i>H. exocellata</i>	+			+				EuO, PI, Maghreb, Tur
<i>Hydropsyche fezana</i> ▲	+	+	+	+	+			Maghreb
<i>Hydropsyche guttata</i>				+			+	Maghreb, PI
<i>H. iberomaroccana</i> ●			+		+			Maghreb, PI
<i>H. instabilis</i>					+			PI, A, Eu, Anatolie
<i>Hydropsyche lobata</i>	+	+	+		+			Maghreb, PI
<i>H. maroccana</i>	+	+	+	+			+	AN, Iles Canaries
<i>Hydropsyche morla</i>					+		+	Maghreb
<i>Hydropsyche obscura</i> ▲	+		+	+	+			Maghreb, Inde
<i>Hydropsyche modesta</i>						+		Eu, A, Tur
<i>H. pellucidula</i>	+	+	+					M, Eu, Asie, Tur, NEEsp
<i>Hydropsyche punica</i>					+		+	Maghreb
<i>H. resmineda</i>	+	+	+	+	+		+	Maghreb
<i>H. cf. contubernalis</i>						+		
<i>Hydropsyche</i> sp.						+		
Brachycentridae								
<i>Micrasema moestum</i>	+		+					M, SWE
<i>Micrasema</i> sp. ●					+			
Lepidostomatidae								
<i>Goerodes kumankii</i>							+	T
Limnephilidae								
<i>Allogamus mortoni</i>			+					PI, M
<i>Allogamus</i> sp. ●					+			
<i>Enocylopsis peyerimhoffi</i>				+	+			A
<i>Limnephilus alaicus</i>				+				A, Tur
<i>L. barbagaensis</i> **						+		A
<i>Limnephilus hirsitus</i>	+	+	+					PI, M, Eu, Tur
<i>Limnephilus lunatus</i>	+	+						M, Liban, Eu, Sud Asie, PI, Tur
<i>L. marmoratus</i>	+	+	+				+	Eu, Maghreb
<i>Limnephilus</i> sp.						+		
<i>Mesophylax aspersus</i>	+	+	+			+	+	Eu, Iles Canaries, Asie, AN, PI
<i>Micropterna nycterobia</i>		+						Eu, PI, M, Liban
<i>Micropterna fissa</i>	+	+	+	+			+	Eu, AN, PI, Tur
<i>Micropterna testacea</i> *						+		A, Eu, PI, Tur
<i>Micropterna thaleri</i>	+							M
<i>Stenophylax crossotus</i>	+		+					M, PI, Eu
<i>Stenophylax curvidens</i>				+			+	Maghreb
<i>Stenophylax espanioli</i>	+	+	+					PI, M
<i>S. nycterobius</i>		+	+					Eu, M, Liban, PI, Tur

Espèces	Maroc			Algérie			Tunisie (khroumirie)	Répartition
	H.A	M.A	Rif	Centre	Kabylie	Aurès		
<i>Stenophylax malatesta</i>		+		+				Maghreb
<i>Stenophylax mitis</i>				+				A, Eu, PI
<i>S. mucronatus</i>	+	+	+	+			+	Maghreb, Eu
<i>Stenophylax vibex</i>	+							PI, Eu, M
Uenoidea								
<i>T. sardoum africanum</i>					+		+	Maghreb
Goeridae								
<i>Silonella aurata</i>			+	+	+	+	+	PI, Corse, Sard, AN
Beraeidae								
<i>Beraea auresi</i>					+			A
Leptoceridae								
<i>Adicella maura</i>			+					M
<i>Adicella syriaca</i>				+			+	A, T, Liban, Tur
<i>Adicella</i> sp.					+			
<i>Athripsodes cinereus</i>		+						M, Eu, Tur
<i>Athripsodes taounat</i>		+	+					M
<i>Athripsodes ygramul</i>					+			A
<i>Athripsodes</i> sp.							+	
<i>Ceraclea dissimilis</i>		+						M, Eu, NEEsp
<i>Leptocerus maroccanus</i>	+	+					+	Maghreb
<i>Leptocerus tineiformis</i>		+						M, Tur
<i>Mystacides azurea</i>		+	+	+				Maghreb, Eu, NEEsp, Tur
<i>Oecetis uyulala</i>					+			A
<i>Setodes acutus</i>	+	+	+			+		Maghreb
<i>S. argentipunctallus</i>	+							M, WEu
<i>Setodes holocercus</i>	+	+						M
<i>Setodes punctatus</i>		+						M, Tur
<i>Setodes zerroukii</i>		+						M
<i>Setodes</i> sp.				+	+			
<i>Triaenodes albicornis</i>		+		+			+	Maghreb
<i>Triaenodes algiricus</i>				+				A
<i>T. conspersus</i>	+	+						M
<i>Triaenodes darfuricus</i>				+				A
<i>Triaenodes laamii</i>		+						M
Calamoceratidae								
<i>Calamoceras</i> sp.			+					
Sericostomatidae								
<i>Schizopelex festiva</i>	+	+	+					M, PI
Total	41	58	49	44	41	20	52	
Total / Pays	78			83			52	
Total Maghreb	141							

L'analyse de la composition faunistique dans les différentes aires géographiques montre des différences du nombre d'espèces inventoriées d'une région à une autre. En effet, en Algérie, sur les 83 espèces recensées, 44 sont signalées de la région centre-Nord, soit 53 % du total des Trichoptères connus de ce pays, 41 de Kabylie (soit 49,39 %) et 20 des Aurès (soit 24,09 %). La forte richesse spécifique observée dans les régions centre-Nord et la Kabylie serait liée à l'hétérogénéité des habitats échantillonnés et à la grande prospection des habitats lotiques d'altitude.

De même pour le Maroc qui compte 78 espèces, 58 sont observées dans le Moyen-Atlas, soit 74,36 % du total des espèces connues du Maroc, 41 dans le Haut-Atlas (soit, 52,56 %) et 49 dans le Rif (soit 62,82 %). La forte richesse observée dans ces aires géographiques serait liée d'une part, aux réseaux hydrographiques du Maroc qui sont longs et à plus forte amplitudes altitudinales (reliefs de plus de 3000 m d'altitude) et d'autre part, ils ont été les mieux prospectés et apparaissent par conséquent les plus riches en espèces.

Quant à la Tunisie où les travaux ont été menés sur l'ensemble du pays, 52 espèces ont été dénombrées. Ce petit nombre d'espèces observé est vraisemblablement dû à la faible amplitude altitudinale des stations prospectées et à la faible superficie des massifs montagneux de ce pays. Ainsi, la richesse spécifique observée est-elle comparable entre ces différentes régions du Maghreb ?

D'une manière générale, l'analyse comparative entre les trois pays du Maghreb (tableau 13) montre que sur les 141 espèces recensées : 31 (soit 21,3 %) sont communes entre l'Algérie et le Maroc, 31 (21,3 %) entre l'Algérie et la Tunisie et 28 (19,85 %) entre le Maroc et la Tunisie. Cette faible similitude peut être due aux différences biogéographiques et hydrologiques entre les 3 pays. Ces différences peuvent s'illustrer par le faible nombre d'espèces communes : 21 espèces, soit 14,8 % du total des espèces communes du Maghreb.

Au sein des diverses zones géographiques du Maghreb (tableau 12), l'analyse de la répartition des données faunistiques montre qu'elles se répartissent de façon non uniforme. Au sein de chaque zone, d'importantes différences du nombre d'espèces sont observées d'une localité à une autre.

- En Algérie, parmi les 83 espèces recensées, 32 sont exclusives de ce pays :
 - 10 du centre-Nord algérien ;
 - 12 de Kabylie ;
 - 5 des Aurès ;
 - 4 communes du centre-Nord et à la Kabylie ;
 - 1 commune au centre-Nord et aux Aurès.

- Sur les 78 espèces inventoriées au Maroc, 38 sont exclusives de ce pays dont :
 - 12 du Moyen-Atlas ;
 - 7 du Rif ;
 - 3 du Haut-Atlas ;
 - 4 communes au Haut-Atlas et Moyen-Atlas ;
 - 3 communes au Haut-Atlas et le Rif ;
 - 3 communes au Moyen-Atlas et au Rif.

Les 6 autres ont une large répartition géographique (Haut-Atlas, Moyen-Atlas et Rif) et ne sont pas connues du reste du Maghreb.

- De même, sur les 52 espèces inventoriées en Tunisie, 12 n'ont jamais été trouvées en dehors de la Khroumirie (Nord-Est tunisien).

La comparaison de la composition spécifique entre les différents massifs montagneux du Maghreb montre certaines similitudes qui décroissent avec la distance. Elles reflètent bien l'éloignement géographique de ces régions les unes par rapport aux autres.

En effet, la comparaison du peuplement des différentes aires géographiques du Maghreb (tableau 13) montre d'Est en Ouest, que :

* Sur les 52 espèces connues de Tunisie, 4 (7,69 %) sont communes avec la région des Aurès, 18 (34,61 %) avec la Kabylie, 23 (44,23 %) avec le centre-Nord algérien, 20 (38,46 %) avec le Rif, 27 (51,92 %) avec le Moyen-Atlas et 18 (36,61 %) avec le Haut-Atlas.

* Sur les 83 espèces recensées en Algérie, 20 sont connues des Aurès, 41 de Kabylie et 44 du centre-Nord algérien.

- Sur les 20 espèces inventoriées dans les Aurès, 5 (25 %) sont communes avec la région de Kabylie, 4 (20 %) avec le centre-Nord algérien, 7 (35 %) avec le Rif, 5 (25 %) avec le Moyen-Atlas et 5 (25 %) avec le Haut-Atlas.

- Sur les 41 espèces recensées en Kabylie, 15 (36,58 %) sont communes avec le centre-Nord algérien, 16 (39,02 %) avec le Rif, 13 (31,70 %) avec le Moyen-Atlas et 12 (29,27 %) avec le Haut-Atlas.

- Sur les 44 espèces connues du centre-Nord algérien, 19 (43,18 %) sont communes avec le Rif, 18 (40,9 %) avec le Moyen-Atlas et 14 (31,81 %) avec le Haut-Atlas.

* La comparaison de la composition spécifique entre les différents massifs montagneux du Maroc montre que :

- sur les 49 espèces connues du Rif, 33 (67,36 %) sont communes avec le Moyen-Atlas et 30 (61,22 %) avec le Haut-Atlas.

- sur les 41 espèces inventoriées dans le Moyen-Atlas, 32 (78,05 %) sont communes avec le Haut- Atlas.

Cette forte similitude observée peut être due aux caractéristiques écologiques semblables entre ces 3 régions et aussi à l'hétérogénéité des habitats échantillonnés.

Tableau 13: Nombre d'espèces de Trichoptères communes aux différentes régions du Maghreb.

Zones géographiques	Total espèces	Nombre d'espèces communes							
		Algérie	Centre	Kabylie	Aurès	Maroc	H. Atlas	M. Atlas	Rif
Algérie	83								
Centre	44								
Kabylie	41		15						
Aurès	20		4	5					
Maroc	78	31							
Haut-Atlas	41		14	12	5				
Moyen-Atlas	58		18	13	5		32		
Rif	49		19	16	7		30	33	
Tunisie (Khroumirie)	52	31	23	18	4	28	18	27	20

5-2- Analyse biogéographique des espèces maghrébines

Bien que les Trichoptères soient relativement peu connus au Maghreb, il est possible, à partir de données de la littérature existante, d'observer quelques tendances sur la distribution géographique des éléments de ce groupe d'insectes. Signalons cependant que n'ont été pris en compte que les taxa identifiés au niveau spécifiques.

Le peuplement recensé est composé essentiellement d'éléments d'origine paléarctique à caractère méditerranéen. Les affinités biogéographiques sont plus marquées avec l'Europe Sud-occidentale qu'avec les pays de l'Est du bassin méditerranéen. Son originalité est mise en évidence par la proportion d'endémiques élevée (39, 71 %).

Les Trichoptères connus du Maghreb peuvent être scindés en trois grand groupes biogéographiques selon la largeur de leur aire de distribution : les endémiques du Maghreb, les espèces à caractères méditerranéen et les espèces à large distribution européenne s'étendant sur la région paléarctique occidentale.

5-2-1- Les espèces endémiques

Les espèces endémiques sont au nombre de 56. Elles se répartissent en espèces macro-endémiques (10) largement réparties en Afrique du Nord et micro-endémiques (46) à aire de distribution restreinte.

Espèces macro-endémiques

Elles sont au nombre de 10. Ce sont les espèces endémiques du Maghreb dans son ensemble. Elles couvrent les grands massifs montagneux du Maroc, d'Algérie et de Tunisie. Il s'agit de : *Agapetus fuscus*, *Hydroptila angulata*, *Ithytrichia clavata*, *Tinodes algericus*, *Cheumatopsyche atlantis*, *Hydropsyche resmineda*, *Triaenodes albicornis*, *Hydroptila mendli*, *Tinodes maroccanus* et *Leptocerus maroccanus*. Signalons cependant que les trois dernières sont absentes d'Algérie.

Espèces micro-endémiques

Les espèces micro-endémiques sont au nombre de 46. Elles sont à aire de répartition restreinte.

- Espèces micro-endémiques de la bordure Est du Maghreb

Elles sont au nombre de 9. Elles couvrent la Khroumirie et s'étendent dans la partie Est de l'Algérie, la Kabylie jusqu'au centre-Nord algérien. Il s'agit de : *Hydroptila serrata*, *Plectrocnemia geniculata corsicana*, *Tinodes adlmannsederi*, *Tinodes tunisicus*, *Hydropsyche artax*, *Hydropsyche morla*, *Hydropsyche punica*, *Stenophylax curvidens* et *Thremma sardoum africanum*.

- Espèces micro-endémiques de la bordure Ouest du Maghreb

Le Maroc abrite 3 espèces, qualifiées de micro-endémiques de la bordure Ouest du Maghreb : *Hydropsyche fezana*, *Setodes acutus* et *Stenophylax malatesta*. Les 2 premières couvrent les massifs montagneux marocains (Haut-Atlas, Moyen-Atlas, Rif) et s'étendent dans la partie centre-Nord algérien jusqu'en Kabylie ou aux Aurès, la 3^{ème} couvre le Moyen-Atlas et la Kabylie.

- Espèces endémiques de Tunisie

La Tunisie abrite 6 espèces micro-endémiques. Elles n'ont encore jamais été trouvées en dehors des massifs montagneux de la Khroumirie. Il s'agit : *Hydroptila aengywuk*, *Hydroptila dejaloni*, *Oxythira pirisinui*, *Polycentropus drahamensis*, *Polycentropus metirensis* et *Goerodes kumankii*.

- Espèces endémiques d'Algérie

L'Algérie abrite 13 espèces micro-endémiques :

- *Limnephilus barbagaensis* est limitée aux massifs montagneux des Aurès ;

- *Rhyacophila urgl*, *Wormaldia algira*, *Beraea auresi*, *Athripsodes ygramul* et *Oecetis uyulala* sont limitées au massif du Djurdjura (Kabylie) ;

- *Stactobia algira*, *Hydroptila femoralis*, *Polycentropus variatus*, *Ecnomus relictus*, *Enoclyopsis peyerimhoffi*, *Triaenodes darfuricus*, *Triaenodes algiricus* couvrent les massifs montagneux du centre-Nord de l'Algérie.

- Les espèces endémiques du Maroc

Elles sont au nombre de 15.

- *Agapetus dolichopterus* couvre l'ensemble des massifs montagneux du Maroc : Haut-Atlas, Moyen-Atlas et le Rif ;

- *Agapetus berbericus*, *Setodes holocercus* et *Triaenodes conspersus* couvrent le Haut-Atlas et le Moyen-Atlas ;

- *Hydroptila cintrana* et *Athripsodes taounat* couvrent le Moyen-Atlas et le Rif ;

- Trois espèces sont limitées au Rif : *Agapetus beredensis*, *Philopothamus ketama* et *Adicella maura*.

- Cinq espèces sont limitées au Moyen-Atlas : *Agapetus dakkii*, *Cyrnus maroccanus*, *Pseudoneureclipsis maroccanus*, *Triaenodes laamii* et *Setodes zerroukii*.

- *Micropterna thaleri* est limitée au Haut-Atlas.

5-2-2- Les espèces à caractère méditerranéen

34 espèces confèrent au peuplement trichoptérologique du Maghreb un caractère méditerranéen. Bien qu'il subsiste encore des incertitudes sur la répartition géographique de certaines d'entre elles (*Hydroptila tineoides* connue du Sud de la France, d'Algérie et de Turquie, *Agapetus incertulus*, *Limnephilus alaicus*, *Leptocerus tineiformis*, *Setodes punctatus*, connues du Maghreb et de Turquie), trois groupes peuvent néanmoins être dégagés.

- Espèces qualifiées de circumméditerranéennes

Elles sont connues sur tout le pourtour du bassin méditerranéen : *Hydroptila aegyptia*, *Adicella syriaca*, *Hydroptila sparsa*, *Orthotrichia costallis* et *Hydropsyche exocellata*.

- Espèces Ouest-méditerranéennes

Ce sont des espèces dont l'aire de répartition est limitée pratiquement à la partie Ouest de la région méditerranéenne (Péninsule Ibérique, Espagne, Sud de la France, Italie, Sicile, Sardaigne, Maghreb) : *Agapetus fuscipes*, *Agapetus numidicus*, *Chimara marginata*, *Plectrocnemia laetabilis*, *Paduniella vendelli*, *Tinodes dives*, *Ecnomus deceptor*, *Micrasema moestum*, *Silonella aurata*, *Setodes argentipunctallus*, *Hydroptila campanulata*, *Polycentropus kingi* et *Schizopelex festiva*.

- Espèces maghrébines extensives et Betico-Rifaine

Ce sont les espèces maghrébines extensives, s'étendant largement dans la Péninsule Ibérique : *Rhyacophila fonticola*, *Polycentropus telifer*, *Oxythira spinosella*, *Oxythira unidentata*, *Hydropsyche guttata*, *Hydropsyche iberomaroccana*, *Hydropsyche lobata*, *Hydropsyche maroccana*, *Allogamus mortoni* et *Stenophylax espanioli*. A ces espèces qualifiées de maghrébines extensives, peut s'ajouter *Hydroptila giudicellorum* connue de Tunisie et du Sud de la France.

5-2-3- Les espèces européennes à large distribution géographique

32 espèces sont considérées à vaste répartition européenne. Elles couvrent l'Europe méditerranéenne et l'Afrique du Nord. Certaines étendent leur aire de répartition à toute l'Europe, d'autres à l'Asie mineure et à la Sibérie. Dans cet ensemble, nous distinguons :

- Les espèces à distribution paléarctique occidentale, présentes dans pratiquement toute l'Europe méditerranéenne et en Afrique du Nord : *Rhyacophila munda*, *Orthotrichia angustella*, *Polycentropus flavomaculatus*, *Tinodes waeneri*, *Ecnomus tenelus*, *Hydropsyche instabilis*, *H. modesta*, *Limnephilus hirsutus*, *L. marmoratus*, *Micropterna nycterobia*, *M. fissa*, *M. testacea*, *Stenophylax crosotus*, *S. nycterobius*, *S. mitis*, *S. mucronatus*, *S. vibex*, *Athripsodes cinereus*, *Ceraclea dissimilis* et *Mystacides azurea*.
- Les espèces à très vaste répartition européenne qui étendent leur aire de distribution à l'Asie et à la Sibérie : *Allotrichia pallicornis*, *Hydroptila vectis*, *Ithytrichia lamellaris*, *Oxythira falcata*, *Plectrocnemia conspersa*, *Lype reducta*, *Psychomyia pusilla*, *Cheumatopsyche lepida*, *Hydropsyche pellucidula*, *Limnephilus lunatus* et *Mesophylax aspersus*.
A ce groupe d'espèces, nous pouvons ajouter *Hydropsyche obscura* citée du Maghreb et de l'Inde.

6- Structure des communautés

6-Structure des communautés

Cette partie du travail a pour objectif d'essayer de définir et d'expliquer l'organisation spatiale des Trichoptères des cours d'eau étudiés. Pour se faire, nous nous sommes focalisés sur la visualisation de l'assemblage des espèces selon les traits environnementaux, conduisant à une meilleure compréhension de la structure des communautés d'invertébrés des cours d'eau étudiés.

De nombreux travaux ont montré que la distribution des macroinvertébrés benthiques est régie par un complexe de facteurs environnementaux qui varient d'une station à une autre. Certains d'entre eux, comme la nature du substrat, la vitesse du courant, la hauteur de l'eau sont habituellement considérés comme facteurs écologiques susceptibles d'influencer directement la répartition de la faune benthique (MINSHALL & MINSHALL, 1977 ; LAVANDIER, 1979 ; ANGELIER *et al.*, 1985 ; THIERNEY *et al.*, 1998 ; ZIMMER *et al.*, 2000; AGUIAR *et al.*, 2002; TRIGAL *et al.*, 2007).

Afin d'obtenir une description la plus objective possible de nos données en mettant l'accent sur les facteurs significatifs, nous avons associé différentes méthodes quantitatives d'analyse de données à l'aide du logiciel « R » : Analyse factorielle des correspondances (AFC), analyse en composante principale (ACP) et classification hiérarchique ascendante (CAH).

- Les descripteurs environnementaux pris en compte ont été traités à l'aide d'une analyse en composante principale ACP particulièrement adaptée à l'étude des structures entre les variables (DOLEDEC & CHESSEL, 1991).

- Les données portant sur les effectifs des taxa ont été réalisées à l'aide d'une analyse factorielle des correspondances, ou AFC.

- Des classifications ascendantes hiérarchiques (CAH) ont été calculées à partir des coordonnées des relevés sur les axes factoriels, elles permettent de visualiser les relations entre les variables environnementales pour l'ensemble des stations, et d'autre part de connaître à quel niveau sont reliées les espèces fréquemment associées.

6-1- Structure mésologique

Dans ce travail, 13 descripteurs environnementaux sont pris en compte pour caractériser chacune des 30 stations étudiées dont les caractéristiques abiotiques sont consignées dans le tableau 14. Un certain nombre de paramètres sont évidemment liés entre eux car ils représentent l'évolution progressive le long d'un profil d'équilibre tels que l'altitude et pente décroissante, distance à la source, largeur du lit et températures estivales croissantes et ils rendent compte, de façon directe ou indirecte, de la distribution spatiale de la faune des cours d'eau.

Tableau 14: Caractéristiques abiotiques des 30 stations étudiées.

Alt : altitude (m), Pente (%), DsS : distance à la source (km), Larg : largeur du cours d'eau (m), Prof : profondeur moyenne (cm), Vit : vitesse du courant [4 classes, de lente (1) à très rapide (4)], T°C max : température maximale de l'eau (°C), T°C min : température minimale de l'eau (°C), Rip : ripisylve (%), VAq : végétation aquatique [4 classes, d'absente (0) à très abondante (3)], GG : galets et graviers (%), SL : sable et limons (%), MatO : matière organique (% recouvrant le fond)

Param.	Bassin Versant Oued Bouhbir													Oued Sébaou	
	OU1	OU2	OU3	IG1	IG2	SA1	SA2	SA3	AI	TR	AA	KH	B1	S1	S2
Alt (m)	900	810	460	1000	670	1170	1140	430	1010	1120	1080	370	200	160	100
Pente (%)	8	4	3	16	4	15	10	5	16,8	15	20	3	2,5	1,2	0,3
DsS (km)	2	3	10	1,5	5,5	1,5	2,5	6,5	1	1	1	7	27	40	45
Larg (m)	3	3	6	4	7	1,5	1,5	12	1	1,5	1	3	8	10	10
Prof (cm)	15	20	30	30	30	20	25	30	20	30	15	30	20	30	40
Vit	2	2	3	4	4	4	4	2	3	3	3	4	1	1	1
T°C max	17	18	28	16	20	14	15	20	16	10	14	22	30	30	32
T°C min	8	9	11	5	6	5	8	10	4	4	5	10	9	11	12
Rip (%)	80	40	10	40	15	70	80	30	80	80	80	50	0	0	0
Vaq	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1
GG	90	80	60	80	80	80	80	70	80	80	80	50	50	30	40
SL	10	20	30	20	20	20	20	20	20	20	20	40	30	40	30
MatO	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	10	20	30	30

Param.	Bassin versant Oued Aissi											Bassin versant Oued Bougdoura			
	D1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	O1	O2	O3	O4	BO1	BO2	BO3	BO4
Alt (m)	900	920	810	480	380	300	200	850	500	600	200	900	500	320	190
Pente (%)	10	10	10	10	2,5	1,5	1,4	15	9,5	11	1,5	15	4	3	2
DsS (km)	0,5	0,5	1	4	8	14	20	2,5	7	13	26	0,5	2,5	8	16
Larg (m)	1	1	0,5	1,5	5	5	8	2	4	3	6	1	2	3	4
Prof (cm)	20	20	10	20	30	30	30	30	30	30	40	20	30	30	30
Vit	3	4	2	3	3	3	2	3	3	3	2	4	3	4	2
T°C max	13	14	14	16	28	27	27	25	27	24	28	14	18	19	20
T°C min	4	8	10	9	11	11	11	10	11	12	13	10	12	12	10,5
Rip (%)	70	100	70	100	0	0	30	80	80	75	0	70	70	20	0
Vaq	1	2	1	2	2	3	3	1	2	1	2	1	1	1	2
GG (%)	60	90	80	90	70	70	70	90	70	60	60	80	70	60	60
SL (%)	40	10	5	10	30	20	20	10	20	20	20	20	30	20	30
MatO (%)	0	0	15	0	0	10	10	0	10	20	20	0	0	20	10

L'analyse des corrélations entre les différents paramètres pris en compte (tableau 15) a montré que la plupart des variables sont inter-corrélées:

- altitude, pente, ripisylve et substrat grossier, variables parfaitement linéaires liées par une relation de plus en plus croissantes ;

- distance à la source, largeur du lit mineur, températures de l'eau (maximale, minimale) et matière organique, variables liées par une relation décroissante ;

Leurs coefficients de corrélations sont hautement significatifs ($r > 0,7$) et indiquent que ces paramètres sont fortement corrélés.

- Quant aux autres variables profondeur de la lame d'eau, vitesse, végétation aquatique et substrat fin, leurs niveaux de liaisons sont en général assez faibles et ne présentent pas de linéarités entre elles.

Tableau 15: Matrice des corrélations entre variables environnementales (N =13, P < 0,05)

	Alt	Pent	Diss	Larg	Prof	Vit	Tmax	Tmin	Rip	Vaq	GG	SL	MatO
Alt	1												
Pent	0,86	1											
Diss	-0,76	-0,64	1										
Larg	-0,70	-0,66	0,74	1									
Prof	-0,58	-0,51	0,55	0,56	1								
Vit	0,54	0,46	-0,70	-0,58	-0,09	1							
Tmax	-0,81	-0,68	0,79	0,72	0,61	-0,52	1						
Tmin	-0,77	-0,68	0,52	0,41	0,49	-0,34	0,68	1					
Rip	0,74	0,76	-0,69	-0,74	-0,56	0,44	-0,70	-0,44	1				
Vaq	-0,62	-0,51	0,37	0,43	0,26	-0,26	0,48	0,39	-0,37	1			
GG	0,71	0,62	-0,80	-0,60	-0,51	0,48	-0,65	-0,44	0,66	-0,23	1		
SL	-0,42	-0,43	0,44	0,35	0,38	-0,18	0,36	0,09	-0,49	0,12	-0,79	1	
MatO	-0,73	-0,57	0,85	0,61	0,44	-0,59	0,68	0,61	-0,58	0,25	-0,82	0,32	1

Pour connaître l'importance relative des variables mésologiques, une analyse en composante principale (ACP) a été réalisée

. Cette analyse fait apparaître clairement, dans l'espace des deux facteurs significatifs F1 (axe 1) et F2 (axe 2) :

- les relations entre les variables d'une part,
- la distribution des stations compte tenu de l'ensemble des variables environnementales d'autre part.

L'analyse des graphiques des valeurs propres montre que les deux premiers axes significatifs, expliquent 70,46 % de la variabilité totale du tableau de données (figure 29). Les facteurs 3 et 4 sont non significatifs.

La projection des vecteurs figurant la variabilité dans le plan des facteurs 1 et 2 montrent que ces variables se répartissent globalement en deux groupes :

- L'ensemble des variables températures minimales et maximales de l'eau, distance à la source, pourcentage de la matière organique, largeur du cours d'eau et profondeur moyenne de la lame d'eau, fortement corrélées entre elles et avec l'axe 1 (en position positive) et bien représentées dans le plan F1-F2 (extrémités des vecteurs proches du cercle de corrélation) croissent progressivement de l'amont vers l'aval. De même, très liées à l'axe 1 en position négative, les variables substrat grossier (galets, graviers), altitude, pente, ripisylve et vitesse du courant voient leur valeur décroître de l'amont vers l'aval.

• les variables végétation aquatique et substrat fin (sable-limon) ne sont pas corrélées entre elles. Ce sont ces deux variables qui contribuent le plus à la détermination de l'axe 2 (F2 : 10,04 %).

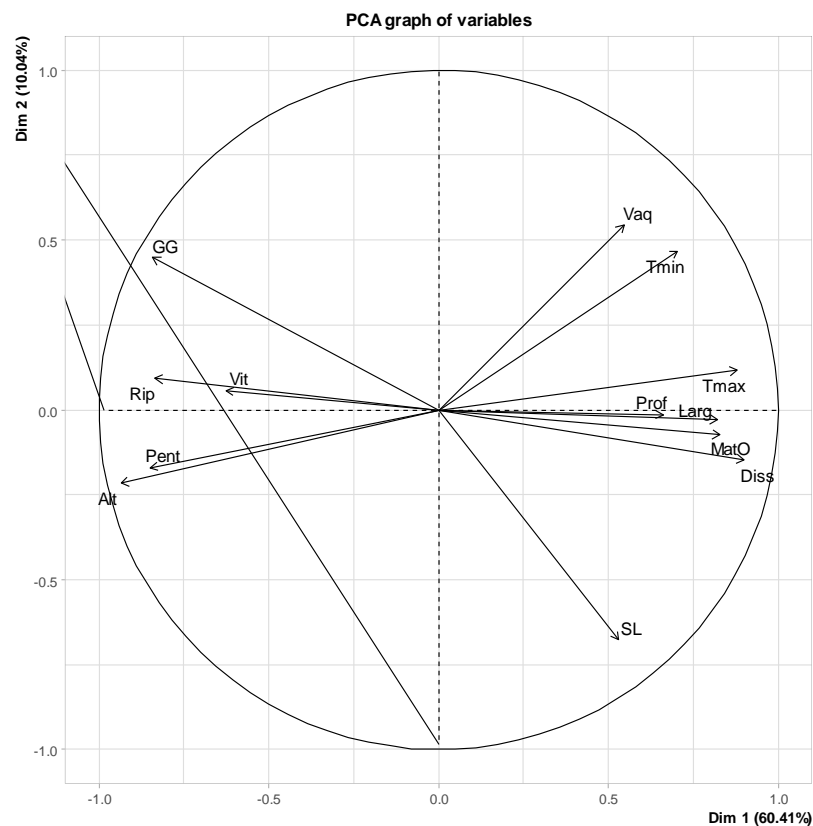


Figure 29: ACP : représentation de la distribution des variables environnementales

L'ACP nous a fourni un résumé objectif de l'ensemble de nos données. La structure du nuage des relevés mésologiques obtenus par l'ACP peut être résumée en un gradient assez bien exprimé le long de l'axe 1 et parfaitement assimilable à un gradient amont-aval.

Les variables température de l'eau (maximale et minimale), distance à la source et largeur du lit mineur fortement liées entre elles et avec l'axe 1 (en position positive) et bien représentées dans le plan F1-F2 (extrémités des vecteurs proches du cercle de corrélation) croissent progressivement de l'amont vers l'aval (figure A). De même, très liées à l'axe 1 (en position négative), altitude, pente, ripisylve et substrat grossier, voient leurs valeurs décroître de l'amont vers l'aval.

Quant aux variables vitesse du courant et profondeur de la lame d'eau, elles ne présentent pas de liaisons significatives avec les axes 1 et 2.

La représentation des stations dans l'espace des mêmes facteurs (F1 avec 60,41 % et F2 avec 10,04 %) (figure 31) fait apparaître sur l'axe F1, l'opposition entre les stations de piémonts (groupe 2) et de plaine (groupe 3) en position positive, et les stations les plus en amont représentées essentiellement par les ruisseaux de sources et torrents de montagne (groupe 1) en position négative.

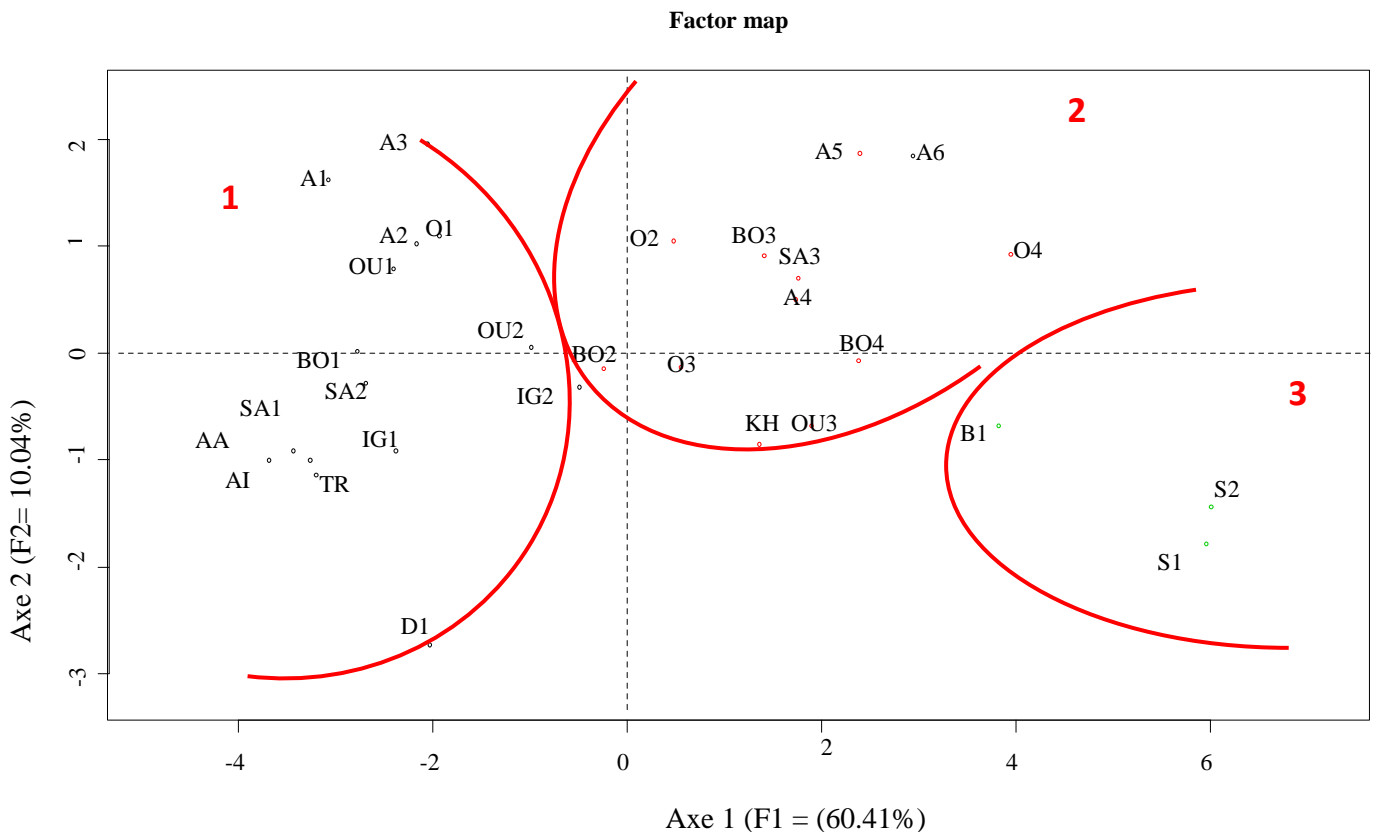


Figure 31 : Distribution des stations dans le plan F1-F2

6-2-Assemblage des espèces

Une analyse multivariée d'un tableau de contingence croisant stations (30 stations) et espèces (32 taxa) a été réalisée par le moyen d'une analyse factorielle des correspondances (AFC). Puis, une classification ascendante hiérarchique (CAH) calculée à partir des coordonnées des relevés sur les axes factoriels a permis de connaître à quel niveau sont reliées les espèces fréquemment associées.

Les résultats obtenus avec cette classification et l'examen simultané des positions des relevés faunistiques sur les plans F1-F2 (figures 32 et 33), ont permis de mettre en évidence 3 groupements d'espèces se succédant le long de la structure.

Quant aux espèces à large amplitude écologique, généralement fréquentes et abondantes et représentatives des cours d'eau étudiés, elles occupent le centre du graphique (*H. lobata* et *H. gpe pellucidula*), et les espèces ayant des profils biologiques particuliers à distribution fragmentée (*Tinodes* sp., *Agapetus* sp. et *Psychomyia pusilla*), présentent des distributions spatiales « caractéristiques » ou « spécifiques ».

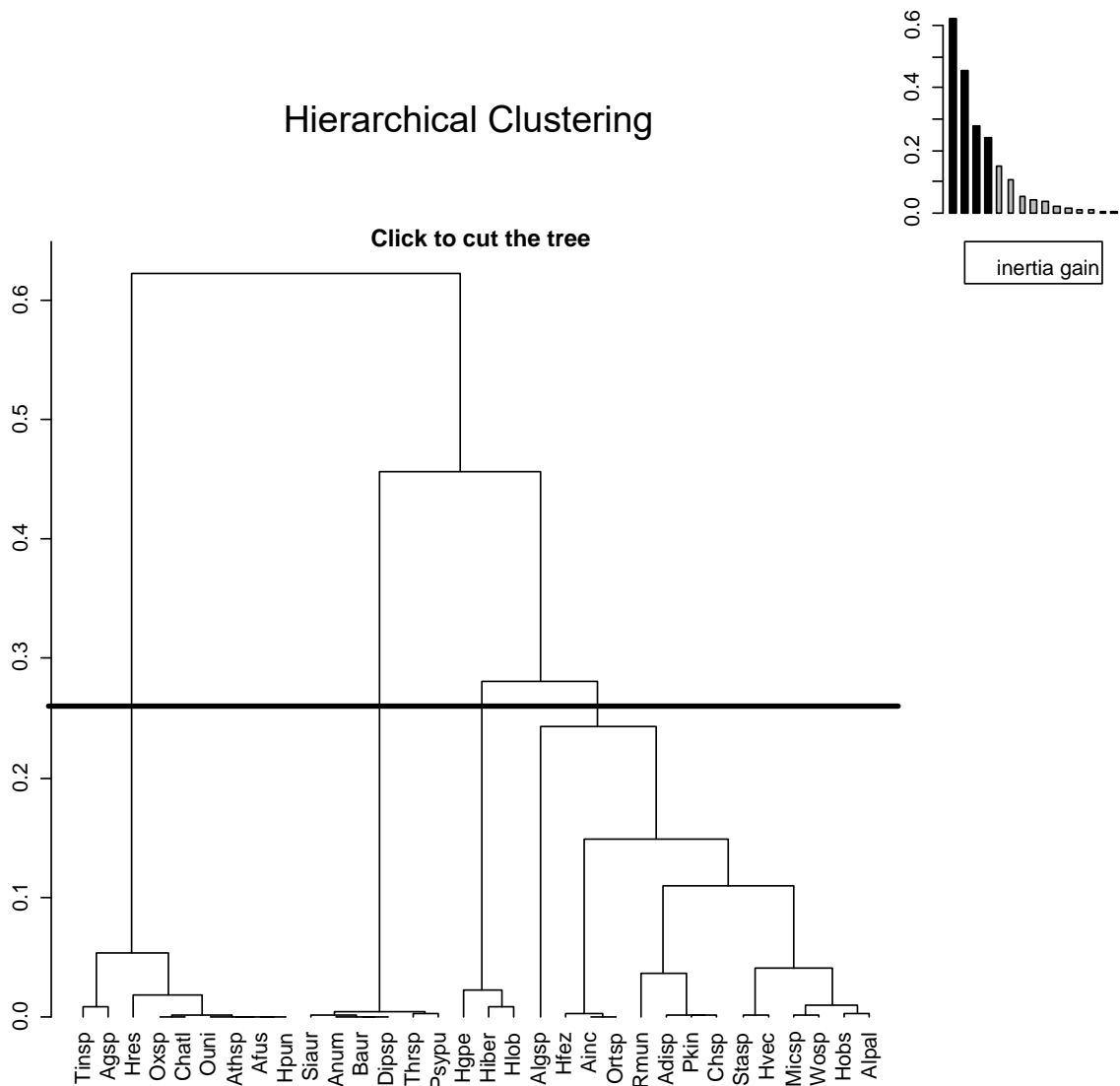


Figure 32: Dendrogramme de la distribution des espèces

L'AFC effectuée sur le tableau des abondances des espèces attribue 24,19 % de la variabilité totale du nuage de point au premier axe factoriel, et 16,65 % au deuxième, soit un total de 40,84 % pour les deux axes (figure 33). Ces pourcentages relativement faibles s'expliquent par la taille importante de la matrice, et par la diversité des facteurs interdépendants régissant la distribution des espèces.

Compte tenu des objectifs de cette étude, il n'était pas essentiel de déterminer la signification exacte de chaque axe, mais plutôt de différencier des groupes régissant la distribution des espèces.

L'analyse de la distribution des espèces et des stations fait apparaître que l'axe 1 qui matérialise le facteur principal, correspond à un gradient orienté grossièrement amont-aval.

- Le peuplement trichoptérologique des zones de piémonts (groupement 2), en position positive sur cet axe, se caractérise par une certaine homogénéité de la structure faunistique et des caractéristiques biologiques (*Oxythira unidentata*, *Oxythira* sp., *Cheumatopsyche atlantis*, *Athripsodes* sp., *Agapetus fuscus*, *Hydropsyche resmineda* et *Hydropsyche punica*). Il s'oppose nettement au peuplement d'altitude (ruisseaux de source et moyenne montagne : *Allotrichia pallicornis*, *Polycentropus kingi*, *Adicella* sp., *Rhyacophila munda*, *Cheumatopsyche* sp., *Hydropsyche obscura*, *H. fezana*, *Allogamus* sp, *Hydroptila vectis*, *Agapetus incertulus*, *Orthotrichia* sp, *Wormaldia* sp., *Micrasema* sp. et *Stactobia* sp.) en position négative (groupement 1) qui par ailleurs manifeste une certaine hétérogénéité.

- Sur l'axe 2, cinq espèces s'individualisent sur le plan positif de cet axe (groupement 3 : *Silonella aurata*, *Beraea auresi*, *Agapetus numidicus*, *Diplectrona* sp. et *Thremma* sp.). Elles apparaissent rhithrophiles et rhéophiles que les autres espèces. Elles manifestent une affinité plus forte pour le substrat à dominance de gros galets, un courant rapide et une ripisylve (feuillus) assez dense (stations A1, A2, A3 : alt. 480-920 m), au peuplement sténotherme à large amplitude altitudinale (groupement 3).

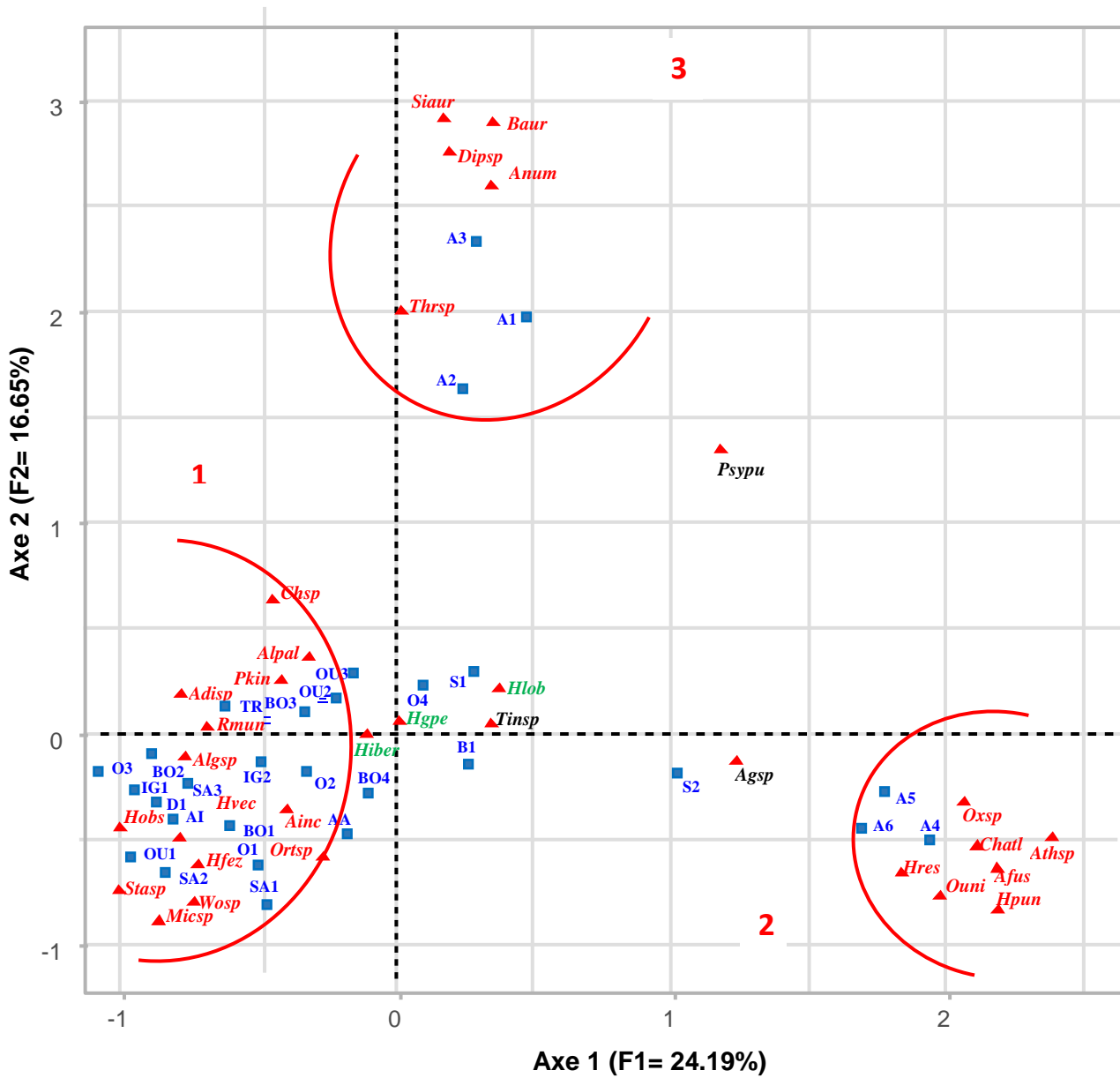


Figure 33: Distribution des noyaux d'affinité des espèces et des stations dans le plan factoriel F1-F2.

7- Discussion

7- Discussion

Le présent travail a permis l'acquisition de données intéressantes au point de vue systématique, écologique et biogéographique sur les Trichoptères d'Algérie.

La prospection de 30 stations choisies sur le bassin versant de l'oued Sébaou a permis d'inventorier 32 taxa appartenant à 13 familles et 21 genres. La famille des Brachycentridae et les genres *Micrasema* et *Allogamus* sont nouveaux pour l'Algérie et six autres espèces (*Allotrichia pallicornis*, *Hydroptila vectis*, *Hydropsyche fezana*, *Hydropsyche obscura*, *Orthotrichia sp.* et *Stactobia sp.*) le sont pour la Kabylie.

Dans les relevés complémentaires réalisés dans les massifs montagneux des Aurès, deux autres espèces sont nouvelles pour le Maghreb : *Limnephilus barbagaensis* décrite par Malicky, Sekhi et Lounaci 2019, est nouvelle pour la science, *Micropterna testacea* est nouvelle pour l'Afrique du Nord.

Ces données ont permis de porter à 41 le total des taxa actuellement recensés en Kabylie et à 83 sur le territoire algérien. Ces résultats constituent une appréciable contribution à la connaissance des Trichoptères du Maghreb.

La richesse spécifique du peuplement recensé ici est relativement faible comparativement à celle des autres régions géographiques limitrophes : 49 espèces pour le Rif, 41 espèces pour le Haut-Atlas, 58 espèces pour le Moyen-Atlas et 52 espèces pour la Khroumirie. Elle est encore plus faible par rapport à celle observée dans des réseaux hydrographiques de la région Ouest-méditerranéenne (Pyrénées 21 espèces, Doubs 104 espèces).

Les inégalités faunistiques observées dans le Maghreb résulteraient des conditions écologiques différentes entre les réseaux hydrographiques des massifs montagneux du Maroc, de Tunisie et ceux d'Algérie. En effet, nombre de cours d'eau du Maroc présentent une large amplitude altitudinale (Mont du Toubkal 4167 m). Leurs caractéristiques mésologiques, plus proches de celles des réseaux du Sud-Ouest de l'Europe méditerranéenne que celles d'Algérie (TOUABAY et al., 2002 ; LOUNACI, 2005), ont favorisé le développement d'une faune riche et diversifiée. Dans cette faune figurent de nombreux taxons potamophiles et lénotophiles, rares ou absents dans les cours d'eau algériens, et aussi, un contingent d'espèces sténothermes d'eau froide, exclusif aux réseaux hydrographiques du Maroc.

Dans les cours d'eau étudiés, la plupart des genres sont représentés par un ou deux taxons. La famille dominante en effectif et en richesse systématique est celle des Hydropsychidae (3 genres, 10 espèces). Elle est suivie par les Hydroptilidae (5 genres, 6 espèces) et les Glossosomatidae (1 genre, 4 espèces).

Une autre particularité observée ici, est la très faible diversité spécifique des Rhyacophilidae et des Limnephilidae (1 espèce chacune), qui, dans les réseaux méditerranéens sont, selon DECAMPS (1968), VERNEAUX (1973) et GONZALEZ DEL TONAGO *et al.* (1986), deux familles assez diversifiées et bien représentées dans le rhithral et le potamal.

La plus grande partie des Trichoptères inventoriés dans le cadre de cette étude correspondent au peuplement des cours d'eau à écoulement rapide à modéré. Leurs richesses spécifiques et leurs abondances ne sont pas importantes dans la plupart des stations étudiées. Elles sont maximales dans les cours d'eau de moyenne montagne ($500 \leq \text{alt.} < 1000 \text{ m}$) et de piémont ($200 \leq \text{alt.} < 500 \text{ m}$) caractérisés par un substrat pierreux, un couvert végétal dense et des températures estivales peu élevées. Inversement, les habitats d'altitude ($\geq 1000 \text{ m}$) aux conditions hydrologiques et écologiques bien différentes (forte pente, fond érodé, assèchement plus ou moins long) n'hébergent que peu d'espèces. De même, les stations de plaine ($\text{alt.} < 200 \text{ m}$), où la température de l'eau est assez élevée et les impacts humains sont modérés, ne constituent pas des habitats favorables au développement de ce groupe d'insectes. Elles hébergent une faune pauvre, essentiellement thermophiles tolérantes vis-à-vis de la température et des pollutions organiques.

L'analyse des données écologiques du peuplement trichoptérologique inventorié a permis d'identifier d'une part les zones supérieures et avales des cours d'eau avec un nombre d'espèces assez réduit et d'autre part, les zones de moyenne montagne et de piémont avec une richesse spécifique plus élevée.

Comme rapporté par WARD & STANFORD (1983), GIUDICELLI *et al.* (1986) et FEMINELLA & RESH (1990), la richesse spécifique maximale apparaît dans les torrents montagnards selon laquelle la biodiversité est accrue par l'hétérogénéité spatiale des conditions de milieu qui procure aux communautés un large éventail de possibilité de développement. En effet, la disponibilité des conditions mésologiques appropriées est un des facteurs les plus importants qui influencent l'occurrence et la distribution des macroinvertébrés aquatiques (BAUERNFEIND & MOOG, 2000; DEDIEU *et al.*, 2015).

Les principaux facteurs écologiques influençant la répartition des macroinvertébrés benthiques sont la composition granulométrique du substrat, la vitesse du courant et la qualité de l'eau (LOUNACI, 2005 ; ARIMORO & MULLER, 2010). Dans la région d'étude, certaines stations localisées en plaine (B1, O4, S1, S2) sont fortement affectées par les perturbations anthropogéniques révèlent une richesse spécifique réduite (entre 3 et 7 espèces).

La distribution des espèces dans le bassin du Sébaou semble être déterminée essentiellement par l'effet station. Cette variabilité spatiale a été démontrée dans de nombreux travaux où l'altitude semble jouer un rôle déterminant (VINÇON & CLERGUE-GAZEAU, 1993 ; LOUNACI *et al.*, 2000b ; KAZANCI, 2006).

L'analyse de la structure du peuplement du réseau hydrographique étudié a permis de montrer que les habitats amont des cours d'eau et de piémont sont les plus diversifiés (Ish compris entre 2,48 et 3,37). Ils hébergent les espèces du rhithral (telles que *Stactobia* sp., *Wormaldia* sp., *Cheumatopsyche* sp., *Micrasema* sp., *Allogamus* sp., et *Adicella* sp.) avec d'autres espèces sténothermes d'eau froide à large répartition altitudinale (*Allogamus* sp., *Polycentropus kingi*, *Tinodes* sp., *Silonella aurata* et *Adicella* sp.) et des espèces remontant en altitude fuyant les habitats aval perturbés (*Psychomyia pusilla*, *Agapetus* sp., *Tinodes* sp.). Dans ces tronçons de cours d'eau, les conditions écologiques semblent être favorables. La grande diversité des habitats a permis le développement d'une communauté riche en espèces et assez équilibrée. En aval, les valeurs des Ish sont faibles : entre 1,32 et 1,9. En effet, les élévations de température, l'accumulation des rejets anthropiques et la réduction des débits défavorisent le développement d'un grand nombre d'espèces. La faune de ces milieux est caractérisée par la disparition de la plupart des taxons de moyenne montagne et de piémont, et seuls, se développent les taxons eurithermes du potamal (*Hydropsyche resmineda*) et les taxons à large valence écologique tels que *Rhyacophila munda*, *Allotrichia pallicornis*, *Hydroptila vectis*, *Hydropsyche fezana*, *H. lobata*, *H. obscura* et *Hydropsyche gpe pellucidula*.

La structure des cours d'eau étudiés présente une diversité d'habitats dont la complexité structurale entraîne une richesse spécifique relativement importante : celle-ci n'évolue pas selon un gradient longitudinal, l'altitude seule ne peut expliquer cette évolution. D'autres facteurs liés ou combinés à l'altitude (distance à la source, la pente, la vitesse du courant, le substrat, la végétation bordante, la température de l'eau, l'impact humain) en seraient responsables.

L'effet station dépend évidemment de la structure et de la composition de la mosaïque d'habitats offerte à la faune trichoptérologique des cours d'eau étudiés. Cet effet inter-stationnel démarque nettement les groupements d'espèces définis dans l'AFC.

Le premier groupe, mal défini, appartient aux stations des ruisseaux de source, et/ou de moyenne montagne et de piémont. Il se dessine autour de deux sous-groupes d'espèces. Le premier comprend les espèces alticoles dont le développement s'accommode de température basse (*Wormaldia* sp., *Cheumatopsyche* sp., *Micrasema* sp., *Agapetus incertulus*, *Stactobia* sp.). Le second sous-groupe comprend des formes montagnardes à amplitude altitudinale assez large (380 – 1170 m). Elles présentent une tendance rhéophile et sténotherme d'eau froide (*Orthotrichia* sp., *Allogamus* sp., *Adicella* sp., *Polycentropus kingi* et *Tinodes* sp.).

Le groupement 2 se dessine principalement autour de sept espèces (*Oxythira unidentata*, *Oxythira* sp., *Cheumatopsyche atlantis*, *Athripsodes* sp., *Agapetus fuscus*, *Hydropsyche resmineda* et *Hydropsyche punica*). Elles sont sténotopes, et semblent ne pas

supporter le réchauffement des biotopes de plaine. Elles peuvent être considérées comme significatives de la zone de transition rhithral-potamal.

Le groupement 3 détermine l'axe 2 sur son plan positif, il englobe trois stations A1, A2, A3 individualisées par la présence de cinq espèces (*Agapetus numidicus*, *Diplectrona* sp., *Thremma* sp., *Beraea auresi* et *Silonella aurata*). Elles ont pour habitat préférentiel les torrents de moyenne montagne (alt. 480-910 m) à couvert végétal très dense.

Les particularités abiotiques des divers cours d'eau de Kabylie (irrégularité des écoulements, eurythermie des cours d'eau, dégradation et / ou absence de couvert végétal), sont à l'origine des facteurs conditionnant la distribution altitudinale et l'écologie des espèces. En effet, les espèces paléarctiques vivant en Kabylie ont leur écologie modifiée dans cette partie de leur aire de distribution géographique. Les modifications de leur habitat s'observent au niveau de leur distribution spatiale et altitudinale. Les formes sténothermes d'eau froide se cantonnent dans des habitats restreints (ceux des sources et des ruisseaux d'altitude). Certaines espèces hémisténothermes ne peuvent réaliser leur optimum écologique que dans les parties supérieures des réseaux hydrographiques alors qu'elles trouvent leur habitat favorable à des altitudes inférieures dans les réseaux européens (LOUNACI, 2005).

Du point de vue biogéographique, la faune des Trichoptères 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 Moyen-Atlas et la Kabylie par exemple. Cette richesse dépend aussi de la position géographique des massifs montagneux dans le contexte méditerranéen ; ainsi le Maroc, avec 78 espèces et l'Algérie avec 83 espèces, abritent une faune plus diversifiée que la Tunisie (52 espèces). 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. Des échanges entre la Péninsule Italienne (via la Sicile) et le Continent Africain ont également eu lieu, mais ces échanges sont nettement plus limités et l'influence italienne apparaît faible (LOUNACI & VINÇON, 2005). Son originalité est marquée par la proportion élevée d'endémiques (38,29 %), 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 faune des cours étudiés, avec 20 espèces (éléments identifiés au niveau spécifiques), apparaît typiquement Ouest-paléarctique avec une proportion élevée d'endémiques (35 %). Les 13 familles présentes en Europe de l'Ouest sont également présentes en Kabylie, de même que les principaux genres. Sur les 20 espèces prises en compte, sept sont endémiques du Maghreb, six sont à distribution Ibéro-Maghrébines, une espèce avec une aire de répartition recouvrant le Maghreb, la Corse et la Sardaigne et six s'étendent à toute l'Europe jusqu'en Inde.

Conclusion générale

Cette étude avait pour but de préciser l'écologie et la répartition des Trichoptères recensés dans les cours d'eau de Kabylie. Trente stations réparties entre 100 et 1170 m d'altitude, et couvrant un large panel de situations mésologiques, ont été prospectées. 32 taxa appartenant à 13 familles et 21 genres, dont 20 identifiés au niveau spécifique ont été inventoriés. Deux genres (*Micrasema* et *Allogamus*), 2 espèces (*Agapetus incertulus* et *Hydropsyche iberomaroccana*) et la famille des Brachycentridae sont de nouvelles citations pour l'Algérie, et six autres espèces (*Allotrichia pallicornis*, *Hydroptila vectis*, *Hydropsyche fezana*, *Hydropsyche obscura*, *Orthotrichia* sp. et *Stactobia* sp.) le sont pour la Kabylie. Dans les relevés complémentaires réalisés dans les cours d'eau des Aurès, deux autres espèces sont de nouvelles citations : *Limnephilus barbagaensis* est nouvelle pour la science et *Micropterna testacea* est nouvelle pour l'Afrique du Nord. Ces données ont porté à 41 le nombre de taxa actuellement connu de Kabylie et à 83 sur le territoire algérien.

La plupart des familles et des genres recensés sont pauvres en espèces, comparativement aux réseaux hydrographiques de l'Europe méditerranéenne, qui, eux présentent une grande variété spécifique.

La richesse spécifique et l'abondance des Trichoptères ne sont pas importantes dans la plupart des stations étudiées. Elles sont plus marquées dans les tronçons à courant rapide à modéré, coulant sur un substratum pierreux, à couvert végétal assez dense et à température estivale peu élevée. Ces derniers dominent dans les biotopes de montagne et de piémont, en nombre d'espèces et d'individus, illustrant ainsi le caractère rhithrophile de la plupart des espèces. Inversement, les ruisseaux d'altitude (alt. ≥ 1000 m) aux conditions hydrologiques et écologiques bien différentes (forte pente, fond érodé, faible largeur du lit, couvert végétal absent, assèchement \pm long...), ainsi que les cours d'eau de plaine (alt. < 200 m) où la température estivale de l'eau 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.

Le calcul des divers indices montre une différence entre les peuplements des stations de l'amont et de l'aval du bassin versant du Sébaou. Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon montrent clairement que les peuplements sont relativement peu diversifiés avec des richesses faibles et des abondances inégalement réparties entre espèces.

La distribution des espèces le long des cours d'eau étudiés semble être déterminée par l'effet station qui dépend de la mosaïque d'habitats offerte à la faune. Cet effet inter-stationnel démarque nettement les trois groupements d'espèces définis dans l'analyse factorielle des correspondances.

Les résultats de la présente étude ont permis l'acquisition de quelques données intéressantes des points de vue faunistique, écologique et de la répartition des espèces, et permettent ainsi de définir le statut écologique d'un certain nombre d'entre elles :

- *Stactobia* sp., *Wormaldia* sp., *Cheumatopsyche* sp., *Micrasema* sp., *Allogamus* sp., et *Adicella* sp sont des espèces alticoles et sténothermes d'eau froide. Elles ont pour habitat exclusif les émissaires de sources ;

- *Agapetus numidicus*, *Silonella aurata*, *Beraea auresi*, *Diplectrona* sp. et *Thremma* sp. sont inféodées aux habitats de moyenne montagne et de piémont. Elles sont sténothermes d'eau froide et rhéophiles. Leurs limites altitudinales supérieures sont beaucoup moins élevées que celles des espèces précédentes ;

- *Agapetus fuscus*, *Oxyethira unidentata*, *Oxyethira* sp., *Hydropsyche iberomaroccana*, *H. punica*, *Athripsodes* sp. *Psychomyia pusilla* et *Cheumatopsyche atlantis* sont rhéophiles et hémisténothermes. Elles sont significatives des zones de piémont des réseaux hydrographiques ;

- *Hydropsyche resmineda* est une forme thermophile et potamobionte. Elle abonde dans les parties inférieures des cours d'eau ;

- *Rhyacophila munda*, *Allotrichia palicornis*, *Hydroptila vectis*, *Hydropsyche fezana*, *H. lobata*, *H. obscura* et *Hydropsyche* gr. *Pellucidula*, sont à large valence écologique. Elles sont eurytopes et eurythermes ;

- trois autres espèces (*Polycentropus kingi*, *Tinodes* sp. et *Agapetus* sp.) peuvent également être considérées comme éléments à large distribution longitudinale. Elles colonisent les habitats depuis les ruisseaux de source jusqu'au cours d'eau de basse altitude (1170 - 200 m).

- quant à *Orthotrichia* sp. est une espèce à distribution fragmentée et dont l'écologie est encore mal connue, nous ne pouvons pour l'instant pas définir sa répartition.

Du point de vue biogéographique, les Trichoptères inventoriés sont fondamentalement d'origine paléarctique largement répartis dans la sous-région méditerranéenne. Toutes les espèces, y compris les endémiques, appartiennent à des lignées sud-européennes. Son originalité est marquée par la présence d'une proportion élevée d'endémiques (35 %) , caractère marquant, témoignant ainsi d'un long isolement de l'Afrique du Nord de l'Europe et d'une ancienneté faunistique.

Cette étude souligne l'importance du peuplement trichoptérologique des cours d'eau d'Algérie. Dans ces derniers, ces insectes voient leur habitat se restreindre dans le temps et dans l'espace laissant prédire une certaine perturbation des conditions de leur environnement. Ce dernier est sujet à des changements constants sous l'effet des changements climatiques (sécheresses prolongées et crues fréquentes) et des actions anthropiques.

Le travail est loin d'être fini, il constitue une base pour nos travaux futurs en perspectives. Il est important d'élargir les prospections sur le terrain, de rechercher des nouvelles espèces dans des biotopes des endroits reculés où les actions de l'homme sont mineures.

Il serait important, dans les travaux ultérieures, d'aborder les études de micro répartition des espèces. Ceci permettra de dégager les relations globales entre la structure taxonomique des peuplements et la nature des habitats afin de mettre au point une méthode d'évaluation et de suivi de la qualité biologique des hydrosystèmes.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

ABDESSELAM M. 1995. Structure et fonctionnement d'un karts de montagne sous climat méditerranéen: exemple du Djurdjura occidentale (Grande Kabylie Algérie). Thèse Doctorat, Univ. Franche-Comté : 232 pp.

AGROPOLIS, 2007. Les dossiers d'Agropolis international, "Ecosystèmes aquatiques : ressources et valorisation", n°6, 68 p.

AGUIAR, F. C., M. T. FERREIRA and P. PINTO, 2002: Relative influence of environmental variables on macroinvertebrate assemblages from an Iberian basin. – J N. Am. Benthol. Soc. 21: 43–53.

AJAKANEA.1988. Etude hydrobiologique du bassin versant de l'oued N'fis (Haut Atlas marocain)- biotypologie, dynamique saisonnière, impact de l'assèchement sur les communautés benthiques. Thèse de 3^{ème} cycle, Faculté Science, Marrakech. 189 pp.

ALAOUI A. 2006. Trichoptera du Bassin de Oued Laou et la région de Fifi (Rif occidental). Thèse de 3^{ème} cycle, Univ. Abdelmalek Assaadi, Tétouan. 84 pp.

ALLAYA W. 2003. Description de cinq larves de trichoptères du genre *Hydropsyche* récoltées en Tunisie. *Braueria***30** : 21-22.

ALLAYA W., MALICKY H. & BOUMAIZA M. 2003. Description de la larve et considérations sur l'écologie et la répartition de *Thremmasardoumafricanum* (Trichoptera, Uenoidae).*Braueria*, **30** : 19-20.

ANGELIERE. 2000. Ecologie des eaux courantes, édition Techniques et document. 199 p.

ANGELIER E., ANGELIER M.L. & LAUGA. J. 1985. Recherches sur l'écologie des Hydracariens (Hydrachnella, Acari) dans les eaux courantes. *Annales de Limnologie*, **21** (1) : 25-64.

ANDRIAMBELO Z.P. 1998. Systématique et biogéographie des Hydropsychidae malgaches, sous-famille des Macronematinae (trichoptères). Mém. DEA Sci. Biol. Appliquées, option Ecol. et Environnement, Université d'Antananarivo, 55 p.

ARAB A.,LEK S., LOUNACI A &PARK Y.S. 2004. Spatial and temporal patterns of benthic invertebrate communities in an intermittent river (North Africa). *Annales de Limnologie / International Journal of Limnology*,**40**(4): 317-327.

ARIMORO F.O. & MULLER W.J. 2010. Mayfly (Insecta: Ephemeroptera) community structure as an indicator of the ecological status of a stream in the Niger Delta area of Nigeria. *Environmental Monitoring and Assessment*, **166**: 581-594.

B

BADRI A.1985. Etude hydrobiologique d'un cours d'eau de plaine en zone semi-aride : le Tensift. Impact des crues sur la biocénose. Thèse de 3^{ème} cycle, Faculté des Sciences, Marrakeche. 192 pp.

BARBAULT R., 1981. Ecologie des populations et des peuplements. Des théories aux faits. Masson ed., Paris : 208 p.

- BAUERNFEIND E. & MOOG O. 2000.** Mayflies (Insecta: Ephemeroptera) and the assessment of ecological integrity: A methodological approach. *Hydrobiologia*, **442/443**: 71-83.
- BEBBA N., EL ALAMI M., ARIGUE S.F. & ARAB A. 2015.** Etude mésologique et biotypologique du peuplement des Ephéméroptères de l'oued Abdi (Algérie). *Journal of Materials and Environmental Sciences*, **6** :1164-1177.
- BEISEL J.N., USSEGLIO-POLATERA P., THOMAS S. & MORETEAU J.C., 1998.** Influence de l'échantillonnage des communautés macrobenthiques sur l'évaluation de la qualité biologique d'un cours d'eau. *Annl. Limnol.*, **34** : 445-454.
- BEMMOUSSAT-DEKKAK S. & ABDELLAOUI-HASSAINE K. 2017.** Contribution à l'étude des communautés des Trichoptères du bassin versant de la Tafna. *Revue Agrobiologia*, **7(2)** : 471-482.
- BENBOW M.E., BURKY A.J. & WAY C.M. 2003.** Life cycle of a torrenticolous Hawaiian chironomid (*Telmatogentontorrenticola*): stream flow and microhabitat effects. *Annales de Limnologie / International Journal of Limnology*, **39**: 103-114.
- BENMOUSSAT-DEKKAK & ABDELLAOUI-HASSAINE 2019.** Contribution à l'étude des communautés des Trichoptères du bassin versant de la Tafna.
- BERRAHOU A., CELLOT B. & RICHOUX P. 2001.** Distribution des macroinvertébrés benthiques de la Moulouya et de ses principaux affluents (Maroc). *Annales de Limnologie / International Journal of Limnology*, **37(3)** : 223-235.
- BLONDEL J., 1979.** Biogéographie et écologie. Masson ed., Paris : 173 p.
- BOLBAOCA D. S. & JANTSHIT L. 2006.** Pearson vers spearman. Kendall's Tau correlation Analysis on structure. Activity relationships of Biologic active compounds. *Leonardo Journal of sciences*. 179-200.
- BOTOSANEANU L., 1999.** Notes sur quelques Trichoptères espagnols ou marocains des collections du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris (Trichoptera). *Bull. Sco. Ent. France*, **104** (2): 113-116.
- BOULUNIER T., NICHOLAS J.D., 1998.** Estimating species richness : the importance of heterogeneity in species detectability. *The ecological society of America: Ecology* **73** (3).
- BOURNAUD M., CASOLI-MEIN M.T. & COLLARDEAU C. 1961.** Présence de Micropternatestacea (Gmel.) (Trichoptera Limnophilidae) dans la région Lyonnaise. *Bull. mens. Soc. linn. Lyon*, **30** (2) : 26-29.
- BONADA N., ZAMORA-MUNOZ C., RIERADEVALL M. & PRAT N. 2004.** Trichoptera (insecta) collected in Mediterranean river basins of the Iberian Peninsula: taxonomic remarks and notes on ecology. *Graellsia*, **60**(1) : 41-69.
- BONADA, N., C. ZAMORA-MUNOZ, M. EL ALAMI, C. MURRIA & PRAT N. 2008.** New records of Trichoptera in reference Mediterranean climate rivers of the Iberian Peninsula and north of Africa: Taxonomical, Faunistical and Ecological aspects. *Graellsia*, **64** (2): 189-208.

BOUMAIZA M. 1994. Recherches sur les eaux courantes de Tunisie : faunistique, écologie et biogéographie. Thèse Docteur ès-sciences, Univ. Tunis II : 429 pp.

BOURNAUD M., RICHOUX P. & USSEGLIO-POLATERA P. 1992. An Approach to the synthesis of qualitative ecological information from aquatic coleoptera communities. *Regulated Rivers : Research & Management*, **7** : 165-180.

BOUZIDI A. 1989. Recherches hydrobiologiques sur les cours d'eau des massifs du Haut Atlas (Maroc). Bio-écologie des macroinvertébrés et distribution spatiale des peuplements. Thèse de Doctorat d'État, Univ. Cadi Ayyad, Marrakech. 190 pp.

BOUZIDI A. & GIUDICELLI J. 1994. Ecologie et distribution des macroinvertébrés des eaux courantes du Haut-Atlas Marocain. *Rev. Fac. Sci. Mar.* **8** : 23-43.

C

CARREL G., BERTHELEMY D., AUDA Y. & CHESSEL D., 1986. Approche graphique de l'analyse en composantes principales normées: utilisation en hydrobiologie. *Acta Oecologica* **7** : 189 – 2003.

CARYROU J., COMPIN A., GIANI N. & CEREGHINO R. 2000. Associations spécifiques chez les macroinvertébrés benthiques et leur utilisation pour la typologie des cours d'eau. Cas du réseau hydrographique Adour-Garonne (France). *Annls Limnol.*, **36** (3) : 189-202 .

CASADO C., MONTES C. & GARCIA DE JALON D. 1990. Contribución al estudio faunístico del bentos fluvial del Río Lozoya (Siera de Guadarrama, España). *Limnetica*, **6** : 87-100.

CHAUMONT M. & PAQUIN C. 1971. Carte pluviométrique de l'Algérie au 1:500000 avec notice explicative. Bull. Soc. hIST ; Nat. Afrique Nord : 24 p.

CIANFICONNI F., CORALLINI C. & TUCCIARELLI F. 2007. Trichoptera endemic to the Italian fauna. In: Bueno-Soria J., Barba-Alvarez R. & Armitage B.J. (Eds) *Proceedings of the 12th International Symposium on Trichoptera, the Caddis press, Columbus, Ohio*, pp. 65-74.

COPPA G., 2016. Addition à la faune des Trichoptères de France : découverte de larve d'*Hydropsyche silfvenii* Ulmer, 1906 dans le département des Ardennes (N-E France) [Trichoptera -Hydropsychidae]. *Ephemera* , **17** : 37-42.

COPPA G. & TACHET H. 2020. Liste faunistique des Trichoptères de France avec les combinaisons originales et les principales synonymies. *OpieBenthos*. www.opie-benthos.fr

CORALLINI SORETTI C. & MORETTI G.P. 1986. Contribution à la connaissance des epibiontes et parasites des larves des trichoptères italiens. In Bournaud M.F. & Tachet H. (Eds.). Proc. 5th. In Symp. Trichoptera. Lyon, 1986. Junk. The Hague. Ser. Ent., **39**: 185-188.

CUMMINS K.W. 1979. The natural stream ecosystem. In : Ward, J.V., Stanford, J.A. (Eds.). The Ecology of Regulated Streams. Plenum Press, New York, pp 7-24.

D

DAJOZ R., 1985. Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquée. 5ème édition. Gauthier Villard. Paris : 505p.

DAJOZ R., 2006. Précis d'écologie. Cours et questions de réflexions 8ème édition Dunod. 630p.

DAKKIM. 1979. Recherches hydrobiologiques sur un cours d'eau du moyen Atlas (Maroc). Thèse de Doctorat 3ème cycle, Univ. Aix Marseille III. 126 pp.

DAKKIM. 1982. Trichoptères du Maroc. *Bulletin de l'Institut Scientifique de Rabat*, **6**: 139-155.

DAKKI M. 1985. Biotypologie et gradient thermique spatio-temporels, étude sur un cours d'eau du Moyen Atlas (Maroc). *Bull. Ecol.*, t. **17** (2) : 79-85.

DAKKI M. 1986. Recherches hydrobiologiques sur le haut Sebou (Moyen Atlas) ; une contribution à la connaissance faunistique, écologique et historique des eaux courantes Sudméditerranéennes. Thèse de Doctorat d'État, Univ. Rabat. 181 pp.

DAKKI M. 1987. Écosystèmes d'eau courante du haut Sébou (Moyen-Atlas) : études typologiques et analyses écologiques et biogéographiques des principaux peuplements entomologiques. Travaux de l'Institut Scientifique de Rabat, Série Zoologie, **42**: 99 pp.

DAMBRI B.M., KARAOUZAS I., SAMRAOUI B. & SAMRAOUI F. 2020. Contribution to the knowledge of the caddisfly fauna of Algeria : An updated checklist of Algerian Trichoptera with new records from the Aures region. *Zootaxa*. **4786** (2) : 221-232.

DÉCAMPS H. 1967. Ecologie des Trichoptères de la vallée d'Aure (Hautes Pyrénées). *Annales de Limnologie*, **3** (3) : 399-577.

DÉCAMPS H. 1968. Recherches écologiques sur les Trichoptères des Pyrénées. *Annales de Limnologie*, **4**(1): 1-150.

DEDIEU N., RHONE M., VIGOUROUX R. & CEREGHINO R. 2015. Assess in the impact of gold mining in headwater streams of Eastern Amazonia using Ephemeroptera assemblages and biological traits. *Ecological Indicators*, **52**: 332-340.

DETTNER K., HÜBNER M. & CLASSEN R. 1986. Age structure, phenology and prey of some rheophilic Dytiscidae (Coleoptera). *Entomologica Basiliensia*, **11** : 343-370.

DJEMAI M., 2008. Bilan physico-chimique des eaux de la vallée de l'oued Sébaou et son environnement immédiat. Impact sur l'urbanisation, l'agriculture et l'industrie sur la qualité des eaux de Grande-Kabylie. Thèse de Doctorat d'État, Univ. U.M.M.T.O., 188 p.

DOLEDEC S. & CHASSEL D. 1991. Recent development in linear ordination methods for environmental sciences. *Advances in Ecology*, **1**: 133-155.

DYNESIUS M., & NILSON C. 1994. Fragmentation and flow regulation of river system in the northern third of the world. *Science* **266**-7: 75362.

E

EL-AGBANI M.A. 1984. Le réseau hydrographique du bassin versant de l'oued Bou Regreg (plateau central marocain). Essai de biotypologie. Thèse de 3^{ème} cycle. Univ. De Claude Bernard, Lyon 1. 147 pp.

EL-AGBANI MA., DAKKI M. & BOURNAUD M. 1992. Etude typologique du Bou Regreg (Maroc) : les milieux aquatiques et leurs peuplements macroinvertébrés. *Bull. Ecologie*, **23** (1/2) : 103-113.

EL-ALAMI M. & DAKKI M. 1998. Peuplements d'Éphéméroptères et de Trichoptères de l'Oued Laou (Rif Occidental, Maroc) : distribution longitudinale et biotypologique. *Bulletin de l'Institut Scientifique de Rabat*, **21** : 51-70.

ELLIOT J.M. 1983. The life cycle and spatial distribution of the aquatic parasitoid *Agriotypus armatus* (Hymenoptera: Agriotypidae) and its caddis host *Silo pallipes* (Trichoptera: Goeridae). *J. Anim. Ecol.*, **52**: 315-330.

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

EVARD M. 1996. La dérive des exuvies nymphales de Chironomidae (Diptera) dans une rivière Salmodicole, le SAMSON et trois de ses affluents (Belgique). Impact des pollutions sur cette faune. *Natura-Mosana (Belgium)*, **V.49** (3) : 104-122.

F

FAESSELB. 1985. Les Trichoptères. *Bulletin français de pêche et pisciculture*, **299** : 41p.

FEMINELLA J.W. & RESH V.H. 1990. Hydrologic influences, disturbance, and intraspecific competition in a stream caddisfly population. *Ecology*, **71**: 2083-2094.

FLANDRIN J. 1947. La chaîne du Djurdjura. Esquisse géologique et géographique. Guide de la montagne algérienne, 60 p.

FLANDRIN J. 1952. La chaîne du Djurdjura : monographies régionales. XIX^e Congrès géologique international, 1^{ère} série **19** : 1-49.

FOSSATI O., WASSON J.G., HERY C., SALINAS G. & MARIN R. 2001. Impact of sediment releases on water chemistry and macroinvertebrate communities in clear water Andean streams (Bolivia). *Arch. Hydrobiol.* **151** (1) : 33-50.

FRANIA H.E. & WIGGINS G. B. 1997. Analysis of morphological and behavioural evidence for the phylogeny and higher classification of Trichoptera (Insecta). *Life Sciences Contributions, Royal Ontario Museum*, **160**: 1-67.

FRONTIER S. 1976. Utilisation des diagrammes rang-fréquence dans l'analyse des écosystèmes. *J. Rech. Océanogr.*, **1(3)**: 35-48.

FRUGET J.F. & DESSAIX J., 2002. Biodiversité structurelle et fonctionnelle des peuplements de macroinvertébrés en tant que descripteur de la variabilité hydraulique: exemple de deux parties court-circuitées du Rhône Moyen. *Rev. Sci. Eau* 15: 209-221.

G

GALL W.K. & WIGGINS G.B. 1996. Phylogeny and classification of the families of the Limnephiloidea (Trichoptera). *Bull. Buffalo Soc. Nat. Sci.*, 35.

GARCIA DE JALON, D. & GONZALEZ DEL TANAGO, M. 1986. Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera de los principales rios de Malaga. II Simp. « El agua en Andalucía » A. Pulido (Ed.) : 331-346

GAUTHIER H. 1928. Recherches sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie. Thèse de Doctorat d'État, Univ. Alger. 420 pp.

GELARD J.P. 1979. Géologie du Nord-Est de la Grande Kabylie : un segment de zones internes de l'orogène littoral maghrébin. Thèse Doctorat ès Sciences, Université de Dijon : 335 pp.

GENIN B., CHAUVIN C. & MENARD F. 2003. Cours d'eau et indices biologiques. Pollution méthodes IBGN. 2^{ème} édition educargi. 215 pp.

GRENIER S. 1970. Biologie d'*Agriotypus armatus* Curtis (Hymenoptera : Agriotypidae), parasite de nymphes de Trichoptères. *Annls. Limnol.*, **6** (3) : 317-361.

GIUDICELLI J. & DAKKI M. 1980. Les *Agapetus* du Maroc- Description de deux espèces nouvelles (Trichoptera, Glossosomatidae). *Bijdragen Tot De Dierkunde*, **50** (1) : 227-234.

GIUDICELLI J. & DAKKI M. 1984. Les sources du Moyen Atlas et du Rif : faunistique (description de deux espèces nouvelles de Trichoptères), écologie, intérêt biogéographique. *Bijdragen Tot De Dierkunde*, **54** (1): 83-100.

GIUDICELLI J. & ORSINI A. 1987. Trichoptères de Corse, biogéographie, écologie et distribution des espèces dans les cours d'eau. In Bournaud, M. & Tachet, H. (Eds.). *Proc. 5th. Int. Symp. Trichoptera*. Lyon, 1986. Junk. The Hague. Ser. Ent., 39 : 325-330.

GIUDICELLI J., DIA A. & LEGIER P. 1980. Étude hydrobiologique d'une rivière de région méditerranéenne, l'Argens (Var, France) : habitats, hydrochimie, distribution de la faune benthique. *Bijdragen tot de dierkunde*, **50**(2): 303-341.

GIUDICELLI J., DAKKI M. & DIA A. 1985. Caractéristiques abiotiques et hydrobiologiques des eaux courantes méditerranéennes. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, **22**: 2094-2101.

GONZALEZ, M.A. 1988. Inventario dos Trichopteros de Galicia (Insecta : Trichoptera). *Cad. Area Cienc. Biol. (Invent.)*, Sem. Est. Gal., II, O Castro-Sada, A Coruna : Ed. do Castro, 45 pp.

GONZÁLEZ M.A. & MALICKY H. 1999. Une nouvelle espèce de Hydropsyche du groupe pellucidula (Trichoptera, Hydropsychidae). *Braueria*, **26**: 25-26.

GONZÁLEZ M.A. & MARTÍNEZ J. 2011. Checklist of the caddisflies of the Iberian Peninsula and Balearic Islands (Trichoptera). *Zoosymposia*, **5**: 115-135.

GONZÁLEZ DEL TANAGO M., GARCIA DE JALON D. & DA TERRA L.W. 1986. Faunistic studies on Iberian Trichoptera: a historical survey and present state of knowledge. *Proceedings of the 5 th Symposium on Trichoptera*. M. Bournaud & H. Tachet ed. Junk Publishers, **39**: 85-90.

GONZALEZ M.A., TERRA L.S.W. , GARCIA DE JALON D. & COBO F. 1992. Lista faunistica y bibliografica de los Trichopteros (Trichoptera) de la Peninsula Ibérica e Islas Baleares. *Asociacion Espanola de Limnologia*, **11**. 200 pp.

GUYOT G., 1999. Climatologie de l'environnement. *2e Edition Dunod*, Paris, 525p

H

HAJJI K., ZAMORA-MUNOZ C., BONADA N. & EL-ALAMI M., 2012. Quelques notes sur l'écologie et distribution des Rhyacophilidae du Rif (du Maroc). *Boletín de la sociedad entomológica Agronómica (S.E.A)*, **50** : 559-562 pp.

HAJJIK., EL-ALAMI M., BONADA N. & ZAMORA-MUNOZ C. 2013. Contribution à la connaissance des Trichoptères (Trichoptera) du Rif (Nord du Maroc). *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, **37**(3-4): 181-216.

HELLAWELL J. M. 1978. Biological surveillance of rivers. Water Research Center. Stevenage Laboratory, England, p 332.

HELD U. 2010. Pièges de corrélation: les coefficients de corrélation de Pearson et Spearman. Biostatistiques Hoorten-§ Zentrum, Univ. Spital. Zurich. Forum. Med Suisse.

HILDREW A. G. & EDIGTON J.M. 1979. Factors facilitating the coexistence of Hydropsychid caddis larvae (Trichoptera) in the same river system. *J. Anim. Ecol.*, **48** : 557-576.

HILL M.O. 1974. Correspondence analysis : a neglected multivariate method. *Appl. Statist.*, **23** : 340-354.

HIMMI O., BELQUAT B., BENNAS N., EL-ALAMI M. et KETTANI K. 2009. Evaluation de la biodiversité des macroinvertébrés aquatiques de Tahaddart au Maroc : intérêt pour la conservation et la gestion rationnelle des ressources hydriques, *ResearchGate*, 182-196.

HYNES, H.B.N., 1970. The ecology of running waters. Liverpool University Press, Liverpool: 555p.

I

ILLIES J. & BOTOSANEANU L., 1963. Problèmes et méthodes de classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. *Mitt. Ent. Ver. Limnol.*, 12: 1 – 57.

K

KAZANCI N. 2006. Ordination of simuliidae and climate change impact. *AclaEntomologicaSerbica*, 11 : 69-76.

KRAÏËM M.M. 1986. Contribution à l'étude hydrobiologique de trois cours d'eau du Nord-Ouest de la Tunisie. Présentation physico-chimique et aperçu faunistique. *Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon*, **55** : 96-104.

KUMANSKI K., 2006. Trichoptera from Tunisia collected by S. Beshkovet B. Schacht, 15.21.IV.2006. *Braueria*, 33 : 17-19.

L

LACOSTE A. & SALANON R. 2006. Eléments de biogéographie et d'écologie: une compréhension de la Biosphère par l'analyse des composantes majeures des écosystèmes. 2ème éd. Armand Colin Paris, France, 318 p.

LADLEM.& LADLE R.J. 1992. Life history patterns of river invertebrates. *Hydrobiologia*, **248**: 31-37.

LAMINE S. 2021. Recherche sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des Ephéméroptères, Plécoptères, Trichoptères et Coléoptères Hydraenidae et Elmidae des cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura. Thèse de Doctorat 3ème cycle en Sciences Biologiques, spécialité Ecologie Animale et Environnement, Univ. Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 248p

LAMRI D., HASSOUNI T., LOUKILI A., LAMRIOUI D., BELGHYTI D. & CHAHLAOUI A. 2016. Contribution à la connaissance de la diversité faunistique du bassin versant de la Moulouya (Maroc) [Contribution to the knowledge of faunadiversity in the Moulouya River Basin (Morocco)]. *Journal of Materials and Environmental Science*, **7** (6) : 2034-2041.

LAVANDIER P. 1979. Ecologie d'un torrent Pyrénéen de haute montagne : l'Estaragne. Thèse de doctorat d'Etat. Univ. Paul Sabatier Toulouse : 523pp.

LESTAGEH. 1925. Éphémères, 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.

LEVEQUE C., 1996. Ecosystèmes aquatiques, Edition Hachette, Paris, 159 p.

LOUNACI A. 1987. Recherches hydrobiologiques sur les peuplements d'invertébrés benthiques du bassin de l'oued Aïssi (Grande-Kabylie). Thèse de Magister, Univ. Alger. 133 pp.

LOUNACI A. 2005. Recherches sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des macroinvertébrés des cours d'eau de la Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie); Thèse de Doctorat d'État, Univ. Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 209 pp.

LOUNACI A., BROSSE S., AIT MOULOUD S., LOUNACI-DAOUDI D., MEBARKI M. & THOMAS A. 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., BROSSE S., THOMAS A.G.B. & LEK S. 2000b. Abundance, diversity and community structure of macroinvertebrates in an Algerian stream: the Sebaou wadi. *Annales de Limnologie/International Journal of Limnology*, **36**(2): 123-133.

LOUNACI A. & VINÇON J. 2005. Les Plécoptères de la Kabylie du Djurdjura (Algérie) et biogéographie des espèces d'Afrique DU Nord (Plecoptera), *Ephemera*, **6** (2) : 109-124.

M

MARIDET L., PHILIPPE M., WASSON J.G. & MATHIEU J. 1996. Spatial and temporal distribution of Macroinvertebrates and trophic variables within bed sediment of three streams with different vegetal environment and morphology. *Arch. Hydrobiol.*, **136** (1): 41-64

MARTÍNEZ-MENÉNDEZ J. 2014. Biodiversidad de los Tricópteros (Insecta : Trichoptera) de la Península Ibérica : estudio faunístico y biogeográfico. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela, 340 pp.

MALICKY H. 1983. Atlas of European Trichoptera. Dr. W. Junk Publishers. The Hague. 298 pp.

MALICKY H. 2005. Einkommentiertes Verzeichnis der Köcherfliegen (Trichoptera) Europas und des Mittelmeergebietes. *Linzer Biologische Beiträge*, **37** (1) : 533-596.

MALICKY H. & LOUNACI A. 1987. Beitrag zur Taxonomie und Faunistik der Köcherfliegen von Tunesien, Algerien und Marokko (Trichoptera). *Opuscula Zoologica Fluminensia*, **14**: 1-20.

MALMQVIST B. & OTTO C. 1987. The influence of substrate stability on the composition of stream benthos : an experimental study. *Oikos* **48** : 33-38.

MARTIN L., MARTÍNEZ-MENÉNDEZ J. & GONZÁLEZ M.A. 2014. Observaciones sobre los tricópteros (insecta: Trichoptera) de las montañas orientales de Galicia (Sierras de Ancares, Courel Invernadeiro). *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, **38** (1-2) : 67-90.

MARTYNOV A.V. 1924. Rucheiniki. *Prakticheskaya Entomologiya*, **5**: 1-384.

MEDDI M. & TOUMI S. 2013. Study of the interannual rainfall variability in northern Algeria. *Revue Scientifique et Technique, LJEE*, **23** : 40-56.

MESSAOUDÈNE M., LOUKAS A., JANIN G., TAFER M., DILEM A. & GONÇALEZ J. 2004. Propriétés physiques du bois d'éclaircie des cèdres (*Cedrus atlantica*), contenant du bois de compression, provenant de l'Atlas du Djurdjura (Algérie). *Annals of Forest Science*, **61** : 589-595.

MESSAOUDENE M., LARIBI M. et DERRIDJ A., 2007. Etude de la diversité floristique de la forêt de l'Akfadou (Algérie). *Bois et forêt des tropiques*, **29** (1), 75-81.

MEDDOUR R. 2010. Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. Exemple des groupements forestiers et pré-forestiers de la Kabylie Djurdjurienne. Thèse d'État en Sciences Agronomiques. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (Algérie), 397 pp.

MINSHALL G.W. 1984. Aquatic insect substratum relationships. In 'the ecology of aquatic insects'. Resh V.H. & Rosenberg D.M., Praeger, New York, 358-400 p.

MINSHALL G.W. & MINSHALL J.N. 1977. Microdistribution of benthic invertebrates in a rocky mountain (U.S.A.) stream. *Hydrobiologia*, **55**: 231-249.

MOISAN J. & PELLETIER L., 2008. Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec- Cours d'eau peu profonds à substrat grossier. Direction de suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'environnement et des Parcs, ISBN : 978-2-550-53591-1, 86 p.

MORETTI G.P., 1983. Tricoptteri (Trichoptera). Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne Italiane 19, Consiglionazionale delle ricerche, Verona, 155 p.

MORTON K.J. 1896a. Hydroptilidae collected in Algeria by A. E. Eaton. *Entomologist's Monthly Magazine*, **32**:102-104.

MORTON, K.J. 1896b. Two new Hydroptilidae from Scotland and Algeria respectively. *Entomologist's Monthly Magazine*, **34**: 107.

N

NAVÁS L. 1917. Trichoptères nouveaux de l'Algérie. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord*, **8** : 1-15.

NAVÁS L. 1928. Insectes névroptères et voisins de Barbarie. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord*, **19**: 189-190.

NEU P., MALICKY H., GRAF W., SCHMIDT-KLOIBER A. 2018. Distribution Atlas of European Trichoptera- Die Tierwelt Deutschlands 84 : 1-891.

O

OUAHSINE H., 1993. Les biocénoses d'invertébrés benthiques dans un torrent du Haut Atlas (Maroc): Le Tiferguine. Structure et répartition du peuplement régime

alimentaire, dynamique des populations et production des espèces dominantes. Université Cdi Ayyad. Faculté des sciences. Marrakech, 234 pp.

P

PARDO I. 1992. Estudiocomparado de la macrofaunabentonica (ambientesloticos) de los rios Lauro y Tea (Ponte vedra). Tesis Doctoral. Universidad de Santiago. 443 pp.

PLAFKIN J. L., BARBOUR M.T., PORTER K. D., GROSS S.K. & HUGHES R. M. 1989. Raid Bioassessment protocols for use in streams and rivers benthic macroinvertebrate and fish. U.S. Environmental Protection Agency 440/4-89-001. Office of Water Regulations and Standards, Washington DC, USA, 160 p.

Q

QUEZEL P., 1957. Le peuplement végétal des hautes montagnes d'Afrique du Nord. *Encyl. Biogeogr. Ecol.*, Ed le chevalier, Paris : 463 p.

R

RAMADE F., 2003. Eléments d'écologie fondamentale. 3^{ème} édition, Dunod, Paris, 190p.

RAYMOND D. 1976. Evaluation sédimentaire et tectonique du Nord-Ouest de la Grande Kabylie au cours du cycle alpin. Thèse de Doctorat es Sciences, Paris, 154 pp.

RIBERA I., IZART J. & REGIL A. 1995. Autoecologia de algunas especies de Hydradephaga (Coleoptera) de los Pirineos. I. Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae e Hygrobiidae. *ZoologicaBaetica*, **6**: 33-58.

RICHARDS C., HOST G.E. & ARTHUR J.W. 1993. Identification of predominant environmental factors structuring stream macroinvertebrate communities within a large agricultural catchment. *Freshwat. Biol.*, **29** : 285-294.

RICHOUX P. 1994. Synthèse des connaissances écologiques des peuplements de Coléoptères aquatiques de plaines alluviales. *Bulletin de la Société Entomologique de France*, **99** : 93-100.

RODIER J., 1996. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8^{ème} édition, Dunod, 1383 p.

RUÍZ-GARCÍA A., SÁINZ-BARIÁIN M. & ZAMORA-MUÑOZ C. 2016. Contribution al conocimiento de los Tricópteros (Insecta : Trichoptera) de andalucía. *Graellsia*, **72** (2) : 1-24.

S

SANOGO S. & KABRE T.J.A., 2014. Dynamique de structuration spatio-temporelle des populations de familles de macroinvertébrés dans un continuum lac de barrage-effluent-fleuve issu de périmètre irrigué. Bassin de la Volta (Burkina Faso). *Journal of Applied Biosciences*, **78** : 6630-6645.

SANAGO S., KABRE T.J.A. & CECCHI P., 2014. Inventaire et distribution spatiotemporelle des macroinvertébrésbioindicateurs de trois plans d'eau du bassin

de la Volta au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **8** (3), 1005-1029.

SCHMID F. 1959. Le genre *Stactobia* Mch. *Miscelánea Zoológica, Barcelona*, **1** : 1-56.

SELTZER P., 1946. Le climat de l'Algérie. Trav. Inst. Meteor. Phys. du Globe, Univ. Alger. Fascicule hors série : 219 p.

SEKHI S., HAOUCHINE S., LOUNACI-DAOUDI D., EL ALAMI M & LOUNACI A. 2016. Contribution à la connaissance des Trichoptères de Grande-Kabylie (Algérie) [Trichoptera]. *Ephemera*, **17**(1) : 51-69.

SEKHI S., MALICKY H. & LOUNACI A. 2019. Description de *Limnophilus barbagaensis* n.sp. d'Algérie, et découverte de *Micropternatestacea* dans le Maghreb (Trichoptera, Limnophilidae). *Braueria*, **46** : 13-14.

SEURAT L. G. 1930. Exploration zoologique de l'Algérie de 1830 à 1930. Collection du centenaire de l'Algérie. Masson, Paris. 708 pp.

SHANNON C.E. & WEAVER W. 1948. A mathematical theory of communication. *Bull. Syst. Techn. J.*, **27**, 379-423, 623-656.

STROOT P., 1985. Actualisation du catalogue des Trichoptères de Belgique. Société royale belge d'entomologie, Bruxelles. 61 p.

SOUTHWOOD T.R.E. 1988. Tactics, strategies and templets. *Oikos*, **52**: 3-18

T

TACHET H. BOURNAUD M. et RICHOUX PH. 1980. Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces. Edit. CNRS, Paris : 150p.

TACHET H. BOURNAUD M. et RICHOUX PH. & USSEGLIO-POLATERA P. 2000. Invertébrés d'eaux douces : systématique, écologie et biologie. Edit. CNRS, Paris: 588p.

TACHET H., RICHOUX P., BOURNAUD M. & USSEGLIO-POLATERA P. 2002. Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie. Ed. CNRS. Paris : 585p.

TATEC.M. & HEINY J.S. 1995. The ordination of benthic invertebrate communities in the South Platte River Basin in relation to environmental factors. *Freshwt. Biol.*, **33** : 439-454.

TAYOUB H. 1989. Étude hydrobiologique d'un réseau hydrographique rifain, l'oued Laou : Typologie et Écologie des Trichoptères. Thèse de Doctorat 3ème cycle, Univ. Rabat. 137 pp.

TERRA L. & MOLLES M. C. 1987. Analyses of Trichopteran faunal similarities in Northern Portugal. *Proc. 5th Int. Symp. Trichoptera- Ser. Ent.*, **39** : 91-95.

TERRA L. GONZALEZ M.A. & COBO F. 1997. Observations on flight periods of Some caddisflies (Trichoptera : Rhyacophilidae, Limnophilidae) collected with light traps in

- Portugal. In Holzenthal R.W. & Flint O.S. Jr. (Eds). Proc. 8th. Int. Symp. Trichoptera. Minneapolis and Lake Itaska, 1995. Ohio biological Survey. Collumbus. 453-457.
- THIEBAULTE J. 1952.** Socle métamorphique en Grande Kabylie : monographie régionale. XIX^{ème} congrès international, 1^{ère} série (4) : 43 pp.
- THIERNEY D., KELLY-QUINN M. & BRACKEN J.J. 1998.** The faunal communities of upland streams in the eastern region of Ireland with reference to afforestation impacts. *Hydrobiologia*, **389** : 115-130.
- THIOULOUSE J., CHESSEL D., DOLEDEC S. & OLIVIER J.M., 1997.** ADE.4: a multivariate analysis and graphical display software. *Statistics&computing*, 7: 75 – 83.
- THOMAS A.G.B. 1981.** Travaux sur la taxonomie, la biologie et l'écologie d'insectes torrenticoles du sud-ouest de la France (Ephéméroptères, Diptères : Dixidae, Cecidomiidae, Rhagionidae et Athericidae), avec quelques exemples de perturbations par l'homme. Thèse Doctorat, Univ. Paul Sabatier, Toulouse : 330p.
- TOBIAS D. & TOBIAS W. 2008.** *Caddisflies of the West Palearctic and Afrotropical regions of Africa-Working documents.* <http://trichoptera.insects-online.de/Trichopteraafricana/index.htm>.
- TOUABAY M. AOUD N. et MATHIEU J. 2002.** Etude hydrobiologique d'un cours d'eau du Moyen-Atlas : l'oued Tizguit (Maroc). *Ann. Limnol.* **38** (1): 56-80 pp.
- TOUAZI M. & LABORDE J.P. 2004.** Modélisation pluie-débit à l'échelle annuelle en Algérie du Nord. *Revue des Sciences de l'Eau*, **17** (4) : 503-516.
- TOWNSEND C.R. 1989.** The patch dynamics concept of stream ecology. *J.N.Am. Benthol. Soc.*, **8** (1): 36-50.
- TOWNSEND C.R. & HILDREW, A.G. 1994.** Longitudinal pattern in detritivores of acid streams: a consideration of alternative hypotheses. *Verh. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.*, **22** : 1953-1959.
- TRIGAL, C., F. GARCIA-CRIADO and N. A. CAMINO-FERNA, 2007.** Macroinvertebrate communities of Mediterranean ponds (North Iberian Plateau): importance of natural and human-induced variability. – *Freshw. Biol.* 52: 2042–2055.

U

- USSEGLIO-POLATERA P. THOMAS S. BEISEL J.N. & MORETEAU J.C. 1999.** Illustration de la valeur indicatrice des caractéristiques biologiques des macroinvertébrés d'une communauté benthique à différentes échelles d'observation. *AnnsLimnol.* **35** (1) : 71-80.
- ULMER 1903** Ulmer, G. (1903) Beiträge zur metamorphose der Deutschen Trichopteren XI-XIV. *All. Z. Ent.* 209-211.

V

- VAILLANT F. 1954.** Three new species of Trichoptera from Algeria. *Annals and Magazine of naturalHistory*, **12**(7): 138-142.
- VAILLANT, F. 1955.** Recherches sur la faune madicole de France, de Corse et d'Afrique du Nord. Mémoires Muséum Histoire Naturelle, Paris (Zool.).
- VAILLANT F. 1974.** Quelques trichoptères Philopotamidae de France et d'Algérie. *Annales de la Societe Entomologique de France*, **10** : 969-985.
- VALLADOLID M., MARTINEZ-BASTID J. J. & ARAUZO M. 2011.** The Trichopterafauna of the Oja River (La Rioja, Spain). *Zoosymposia*, **5** : 497-507.
- VERNEAUX J. 1973.** Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs – essai de biotypologie. Thèse d'Etat, Université de Besançon. 257 pp.
- VERNEAUX J. & REZZOUK M. 1974.** Les structures d'un grand cours d'eau à Salmonidés : la Loue (massif du Jura). Essai typologique et problèmes des relations entre espèces et milieu. *Annls. Limnol.* **10** (2) : 131-162.
- VIEIRA-LANERO R. 2000.** Las larvas de los tricópteros de Galicia (Insecta: Trichoptera). PhD. Universidade de Santiago de Compostela. 611 pp.
- VINÇON G., 1987.** Comparaison de la faune benthique des vallées d'Aure et d'Ossau, en vue de l'élaboration d'une méthodologie de surveillance des cours d'eau de montagne. Thèse de Docteur ingénieur, Univ. Paul Sabatier, Toulouse: 330 pp.
- VINÇON G. & CLERGUE GAZEAU, M. 1993.** Les simulies (DipteraSimuliidae) du sud-ouest de l'Europe : le crénal et l'épirithral. *Annales de limnologie*,**29**(2) : 157-169.

W

- WARD J.V. 1992.** Aquatic insect Ecology. 1. Biology and Habitat. Jhon Willey & Sons, Inc. New York-London, 456 p. ISBN: 978-0-471-55007-5.
- WARD J. V. & STANFORD J. A.1979.** Ecological factors controlling stream zoobenthos with emphasis on thermal modification of regulated streams. In: Ward, J. V. Stanford, J. A. (Eds.). *The Ecology of Regulated Streams*. Plenum Press, New York, pp. 35-55.
- WARD J. V. & STANFORD J. A. 1983.** The intermediate disturbance hypothesis: an explanation for biotic diversity patterns in lotic systems: 347-356, in Fontaine T.D. & Bartell S.M. (eds): *Dynamics of lotic ecosystems*. Ann Arbor Sciences, Ann Arbor, Michigan.
- WEAVER J.S.III & MORSE J.C. 1986.** Evolution of feeding and Case-making behavior in Trichoptera. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, **5**: 150-158.
- WICHARD W. 1988.** *Die Köcherfliegen (Trichoptera)* (2 ed.). Wittenberg Lutherstadt: ZiemsenVerlag.
- WIGGINS G.B. 1998.** Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera). University of Toronto Press. Toronto. 2nd. Edition. 457 pp.

WIGGINS G.B. & WICHARD W. 1989. Phylogeny of pupation in Trichoptera, with proposals on the origin and higher classification of the order. *Journal of the North American Benthological Society*, 8 : 260-276.

Y

YAKOUBB. 1985. Contribution à l'étude hydrogéologique de la Kabylie occidentale (Algérie). Thèse Doct. 3^{ème} cycle, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI : 215 p.

YAKOUBB. 1996. Le problème de l'eau en Grande-Kabylie : le bassin versant du Sébaou et la Wilaya de Tizi-Ouzou. Univ. Tizi-Ouzou : 210.

Z

ZAHRADNIK, 1988. Guide des insectes. Paris, Ed. Htner : 318 p.

ZAMORA-MUNOZ, C. & BONADA, (2003). Catalogus de la entomofauna Aragonesa. Sociadad entomologica Aragonesa. 28 : 1-15.

ZIMMER, K. D., M. A. HANSON and M. G. BUTLER, 2000: Factors influencing invertebrate communities in prairie wetlands: a multivariate approach. – *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57: 76–85.

Sites internet consultés

www.invfmr.org

www.eutaxa.com

www.faunaeur.org.

[http://trichoptera.insects-online.de/Trichoptera africana/index.htm](http://trichoptera.insects-online.de/Trichoptera_africana/index.htm).

trichoptera.insects-online.de/Trichopteraafricana/Schriften.htm

<http://www.mnhn.lu/recherche/ferrantia/publications/Ferrantia55.pdf>

<https://entweb.sites.clemson.edu/database/trichopt/biomap.gif>

Annexes

Annexe 1: Précipitations moyennes annuelles (en mm) à certaines localités de la région d'étude pour la période 2000-2013 (source A.N.R.H. de Tizi-Ouzou).

	Alt. (m)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Moy
Ait Aicha	1000	927,7	716	1498,3	1104,6	1230,8	948,7	1093,7	1120	1511	1236,6	1109,4	1112,3	938,2	1150,1	1121,2
Tegma	1000	1138	776	1816,3	1272,5	968	1160,5	1228,4	1245,5	1514,2	1264,7	1463	1393,4	1064,2	1246,2	1253,6
Ath-Ouabane	960	1100	798,2	1477,4	1294,7	1124,6	1393,6	1265,6	1110,3	1358,5	1435,2	1831,7	1127,7	1120,8	1364,8	1271,7
Ath Djemaa	840	708	525,9	1322,8	972,4	775,5	955,1	947,9	741,5	976,5	913,3	1074,3	974,4	810,1	1011,1	907,8
Azazga	450	826,6	521	1535,8	999,6	1178,2	896,9	1055,7	1250,3	1348,2	1075,8	941,4	970,5	888,3	1065,7	1039,6
Boghni	250	702,5	351,8	1073	708,6	746,3	574,1	693	729,2	844,1	703,6	808,8	718,9	777,5	826,4	732,7
Tizi-Ouzou	250	606	461,8	1217,5	832,6	696,3	732,6	793,1	931,6	1010,8	963,8	1016,6	968,6	870	1063,9	868,9
Boubhir	215	808,9	628,9	1359,9	1089,1	879,8	1050,8	1128,3	884,4	1196,7	867,8	813,4	986,7	846,6	1162,5	978,8

Annexe 2: Précipitations moyennes mensuelles (mm) à certaines localités de la région d'étude (période 2000-2013).

	Alt (m)	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juit	Aout	Moy
Ait Aicha	1000	52,6	77	114,4	189,8	176,7	98,6	118,2	155,5	100,5	15,1	7,3	15,5	1121,2
Tegma	1000	61,6	93,4	168,8	205,9	208	127,2	116,6	150,8	89,7	13,8	6,4	11,4	1253,6
Ait-Ouabane	960	54,6	87,5	154,9	189,3	210,9	151,9	121,7	151,3	100,4	24	8,3	16,9	1271,7
Ath Djemaa	840	46,2	72,3	112,6	130,6	133,1	88,6	82,3	113,6	98,2	13,9	4,4	12	907,8
Azazga	450	48,7	73,6	131,6	181,3	177,7	104,5	101,4	136,2	65,3	9,2	3,1	7	1039,6
Boghni	250	31,5	58,1	91	123,5	125,3	74	67	84,5	58,4	9	2,2	8,2	732,7
Tizi-Ouzou	250	40,5	67	124,2	149,5	154	89,3	76,1	92	57,7	8,8	3,8	6	868,9
Boubhir	215	47	74,6	130,2	155,6	156,9	97,8	104,7	121,7	65,3	9,1	5,2	10,7	978,8

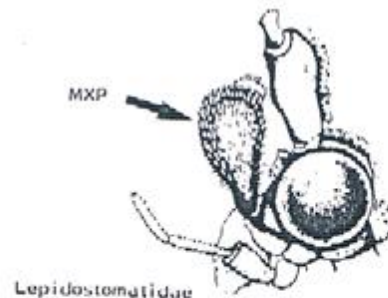
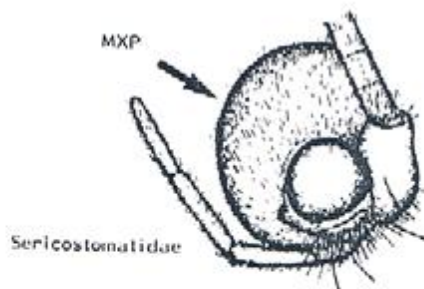
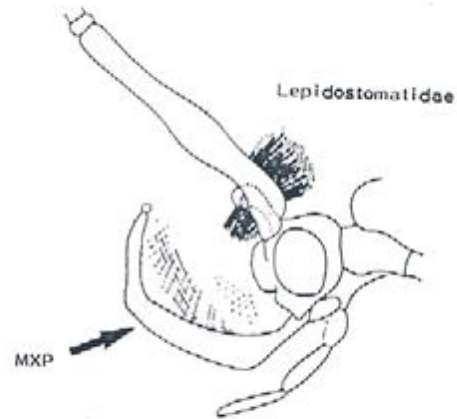
Annexe 3

Extrait de MALICKY (1983) relatif à la formule calcarienne des Trichoptères.

TRICHOPTERA

Sp...spurs/Sporne/épérons. - Oc...Ocelli present +, absent - / Ocellen vorhanden +, fehlen - / ocelles présents +, absents -. - Mxp...segments of male maxillary palps / Maxillarpalpenglieder beim ♂ / articles des palpes maxillaires mâles (in females always 5 / bei ♀♀ immer 5 / chez les femelles toujours 5).

Sp	Oc	Mxp	Family(genus) and page/Familie(Gattung) und Seite/Famille(genre) et page
022	-	5	Parocetis 285, Setodes 281, Leptocerus 284, Mystacides 271, Oecetis 286
022	+	3	Limnephilidae 151
023	+	3	Limnephilidae 151
024	-	5	Hydroptila 42
032	-	5	Aethaloptera 108
033	+	3	Limnephilidae 151
034	-	5	Orthotrichia 54
034	+	3	Limnephilidae 151, Thremma 136
034	+	5	Agraylea 53,57, Allotrichia 53,56, Dhatrichia 57, Ithytrichia 53, Microptila 57, Oxyethira 58, Tricholeiochiton 58
122	-	5	Adicella 264, Athripsodes 274,278, Erotosis 270, Oecetis 286,288, Parasetodes 270, Triaenodes 267
122	+	3	Limnephilidae 151
123	+	3	Limnephilidae 151
124	-	2	Helicopsyche 254
124	+	3	Limnephilidae 151
124	+	5	Madioxyethira 66, Stactobia 62
132	+	3	Limnephilidae 151
133	+	3	Limnephilidae 151, Thremma 136
134	+	3	Limnephilidae 151, Thremma 136
134	+	5	Ptilocolepus 29,30, Stactobiella 61
144	-	5	Abaria 87, Hydronema 107
144	+	3	Limnephilidae 151
144	+	5	Chimarra 73
222	-	3	Micrasema 132,135, Oligoplectrum 134
222	-	5	Athripsodes 272,277, Ceraclea 275,279
222	+	3	Limnephilidae 151
223	-	3	Brachycentrus 131
224	-	3	Sericostomatidae 244
224	-	5	Beraeidae 255
233	-	3	Brachycentrus 131
234	+	3	Thremma 136
244	-	1	Crunoecia 149
244	-	3	Goeridae 137, Lepidostomatidae ^a 142
244	-	5	Arctopsyche 107, Calamoceratidae 255, Cheumatopsyche 110, Diplectrona 108, Hydropsyche 112, Lype 88, Metalype 88, Molannidae 252, Odontoceridae 251, Paduniella 87, Psychomyia 89, Tinodes 89
244	+	4	Phryganeidae 125
244	+	5	Agapetus 30,31,39, Catagapetus 29,30, Dolophilodes 73, Glossosoma 26,30, Philopotamus 71, Synagapetus 30,36,41, Wormaldia 67
344	-	5	Ecnomus 74, Polycentropodidae 75
344	+	5	Rhyacophilidae 4



Article 1

**Description de *Limnephilus barbagaensis n.sp.*
d'Algérie, et découverte de *Micropterna testacea* dans
le Maghreb (Trichoptera, Limnephilidae)**

BRAUERIA (Lunz am See, Austria) 46:13-14 (2019)

Description de *Limnephilus barbagaensis* n.sp. d'Algérie, et découverte de *Micropterna testacea* dans le Maghreb (Trichoptera, Limnephilidae)

Samira SEKHI, Hans MALICKY & Abdelkader LOUNACI

Abstract. *Limnephilus barbagaensis* n.sp., micro-endemic of the mountainous Belezma massif (Mounts des Aures, Batna, Algeria), is described and figured, and *Micropterna testacea* is recorded for the first time in the Maghreb. The distribution and ecology of these two species is commented. A summary of the Maghrebian Limnephilidae is given.

Résumé. *Limnephilus barbagaensis* n.sp., micro endémique du massif montagneux de Belezma (Monts des Aures, Batna, Algérie), est décrite et figuré, et *Micropterna testacea* est mentionné pour la première fois au Maghreb. La distribution et l'écologie de ces deux espèces est commentée. Un bref aperçu sommaire sur les Limnephilidae du Maghreb est donné.

Introduction.

Des recherches intensives sur les trichoptères d'Algérie ont été effectuées entre 2012 et 2013 par S. Sekhi, permettant la découverte de *Limnephilus barbagaensis* n.sp. dans le massif montagneux des Aures (partie Est de l'Algérie). En mai 2012, des relevés complémentaires dans le parc national de Belezma (extrémité Ouest des monts des Aures, Batna) ont permis de découvrir pour la première fois au Maghreb *Micropterna testacea* (Gmelin 1798), espèce assez répandue dans la partie Sud de l'Europe Centrale et les péninsules Apennin et balkanique.

Sites d'étude, matériel et méthodes

Les monts des Aures, situés dans la partie orientale de l'Algérie du Nord, est une entité géographique dont l'originalité relève aussi bien de son climat, de sa grande variété de paysages que de ses peuplements animaux et végétaux. Ils constituent l'un des plus grands massifs montagneux des sommets dépassant fréquemment 1500 m d'altitude. Le trait dominant des cours d'eau est l'irrégularité des écoulements. Les crues et les étiages sont les deux événements majeurs auxquels sont soumis ces écosystèmes lotiques : le déficit hydrique d'été détermine un régime d'écoulement temporaire pour un grand nombre de cours d'eau.

Les imagos sont repérés à vue aux abords des cours d'eau, sur la végétation riveraine et sur les pierres. Ils sont capturés au vol en utilisant le filet entomologique (filet fauchoir).

***Limnephilus barbagaensis* n.sp. MALICKY, SEKHI & LOUNACI**

Aspect général : Ailes antérieures pâle jaune, moucheté de marron, plus concentré dans le bord postérieur et dans la partie distale de l'aile, mais ce dessin est variable, et quelques exemplaires sont plus claires. Au bord extérieur manque la tache croissant qu'est typique pour *L. lunatus* CURTIS 1834. Tête, thorax et partie dorsale de l'abdomen brun clair avec des taches brunes. Partie ventrale de l'abdomen plus claire. Pattes jaunes avec des soies noires et des épines jaunes des tibias. Entre les deux ocelles dorsales de la tête se trouvent deux petites taches noires. Antennes et palpes jaunes, coxa brun foncé. Ailes postérieures avec la plupart des veines

incolores, à l'exception des quatre dernières qui sont plus foncées. La courte bande noire sur R2 des ailes postérieures („tache aux écailles“) est présente chez quelques exemplaires mais manque chez d'autres; elle est toujours moins nette que chez *L. lunatus*. Longueur de l'aile antérieure ♂ 13 – 15 mm, ♀ 13 mm.

Genitalia ♂: Cette espèce appartient au groupe de *L. lunatus*, et les genitalia mâles sont similaires à ceux de *L. minos* MALICKY 1970 (MALICKY 2004 :223). Le 9ème segment a des bords antérieurs et postérieurs convexes en vue latérale. Les appendices supérieurs paraissent triangulaires en vue latérales, et ronds en vue caudale avec quelques petites dents aux bords ventral et inférieur. Appendices intérieures comme chez *L. lunatus* et *L. minos*, dirigés vers le haut, et aigu à modéré. Appendices inférieurs larges et obtus en vue latérale, étroits et arrondis en vue caudale. Paramères comme ceux de *L. minos*.

Genitalia ♀: similaires à ceux de *L. lunatus* et *L. minos*, mais les appendices supérieurs sont ronds et larges en vue dorsale, et les pointes situées ventralement sont plus élargées.

Holotype ♂, Paratype ♀ et quelques paratypes ♂: Algérie, Massif d'Aurès, Ain Barbaga près Oued Taga, ca. 20 km SE Batna, vallée de la rivière Oued Soutela, 900m, 35°24'22"N, 6°23'24"E, 22.-26.5.2012 et 15.5.2018, leg. Samira Sekhi. Holotype ♂ dans la collection Malicky, paratypes dans les collections des auteurs.

Cette espèce est probablement un élément localisé dans la montagne de l'Algérie de l'Est. Elle n'a pas été retrouvée dans les montagnes avoisinantes de Tunisie. *L. barbagaensis* n.sp. appartient au groupe de *Limnephilus lunatus*, espèce à large distribution en Europe, au Proche Orient et au Maroc. On compte dans ce groupe aussi *L. minos* MALICKY (endémique de l'île de Crète préfère vivre dans les eaux saumâtres à basse concentration: MALICKY 2005), *L. aistleineri* MALICKY 1986 (endémique du Sud de l'Espagne Centrale), *L. helveticus* SCHMID 1965 (Europe Centrale du Sud et Italie), *L. graecus* SCHMID 1965 (partie Ouest de la Péninsule balkanique) et *L. germanus* MCLACHLAN 1875 (Nord d'Europe et montagnes de l'Europe Centrale) (NEU & al. 2018, pp.526-547).

Limnephilus barbagaensis n.sp. est une espèce rare et localisée. alticole et sténotherme d'eau froide. Elle est récolté dans un ruisseau de source de montagne de faible dimension. Elle semble être une espèce printanière, nous avons capturé des adultes à mi-mai dans la localité de Ain Barbaga dont les caractéristiques sont les suivantes : ruisseau de source de l'Oued Taga situé sur la route nationale 31 d'Ichmoul (Arris), à environ 20 km au Sud-Est de Batna (Est de l'Algérie) ; coordonnées géographiques : 35°24'22.62 »N, 6°23'24.762 »E ; altitude : 1340m ; pente de la station 5% ; largeur moyenne du cours d'eau 1m ; profondeur de la lame d'eau 10 – 15 cm ; vitesse du courant : rapide ; substrat : dominance de galets (galets 70%, graviers 20%, limons 10% ; végétation bordante : state herbacée (Graminées, *Euphorbia*, *Apium*) avec quelques épineux (ronces et genets) et le jonc (*Juncus*).

Citation remarquable : *Micropterna testacea*

Micropterna testacea (GMELIN, 1798) est une espèce répandue dans la partie Sud de l'Europe Centrale et les péninsules Apennin et balkanique ; les localités plus proches au Maghreb se trouvent au nord de l'Espagne et aux îles de Sardaigne et de Sicile (NEU & al. 2018 :577). *M. testacea* vit à des altitudes variées : des ruisseaux de montagne aux grandes fleuves (MALICKY 2014).

Cette espèce est rare dans les montagnes des monts des Aures (Parc National de Belezma, Batna). Sténotherme d'eau froide (température de l'eau <10°C), elle n'a été récoltée dans

un seul ruisseau proche de sa source : Oued Hamla, altitude 1300m

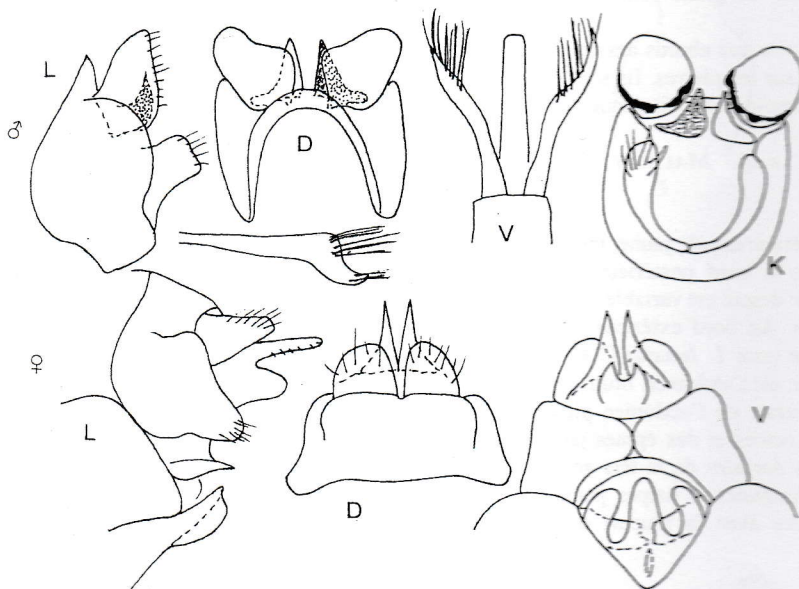
L'Oued Hamla est situé dans le Parc National de Belezma (Batna). Le cours d'eau prend naissance à partir des sources et petits ruisseaux localisés dans les Djebels Enza et Boumerzoug à plus de 1700m d'altitude. Il coule en orientation Nord-Sud entre 1700 et 1000 m d'altitude, sur une distance d'environ 8 km avant de se jeter dans l'Oued El Ghorzi. La localité est située à environ 5 km à l'Ouest de la localité dite village Hamla. Les coordonnées géographiques sont 35°33'53"N, 6°03'49"E ; distance de la source 1 km, altitude à la station 1300m, pente à la station 30%, largeur moyenne du cours d'eau 0,5 m, profondeur de la lame d'eau 10 cm, vitesse du courant rapide à moyenne, substrat à dominance de galets (galets 70%, graviers 20%, sable et limons 10%), végétation bordante composée de strata arborescente et arbustive fournie.

Les Limnephilidae du Maghreb

La faune des trichoptères du Maghreb (comprenant la Tunisie, l'Algérie et le Maroc) fait partie de la faune européenne, mais à cause de la situation marginale, elle est très réduite. Il n'y a pas des traces d'une faune afro-tropicale. Chez les Limnephilidae, les Apataniinae, les Dicosmoecinae et les Drusinae sont totalement absents. *Enoicylopsis peyerimhoffi* NAVAS 1917, reste un mystère ; elle n'a seulement été observée qu'une seule fois, dans le Massif du Djurdjura occidental, forêt de Ait-Ali (Haizer) à 950m d'altitude, mais elle reste mal connue (SCHMID 1951). Le genre *Limnephilus* est représenté par *L. alaicus* MARTYNOV 1915, *L. hirsutus* PICTET 1834, *L. lunatus* et *L. marmoratus* CURTIS 1834. *Limnephilus alaicus* a été trouvé en Algérie centrale à Hassi Babah (21.-31.10.1929) et Guelt-es-Stel (23.-30.10.1929) par Zerny ; les exemplaires témoins se trouvent dans le Musée d'Histoire Naturelle à Vienne. Les trois autres espèces ont été trouvées seulement au Maroc dans un petit nombre de localités. *Mesophylax aspersus* RAMBUR 1842 est trouvé dans un bon nombre de localités du Maghreb. Ristent *Micropterna fissa* MCLACHLAN 1875 dans quelques localités dans chacun des trois pays, *Micropterna thaleri* MALICKY 1985 dans le Haut-Atlas, *Stenophylax espanioli* SCHMID 1957

Génitalia mâles et femelles de *Limnephilus barbagaensis*

n.sp.: L – vue latérale, D – vue dorsale, V – vue ventrale, K – vue caudale



et *S. vibex* CURTIS 1834 avec quelques localités du Maroc, *S. mitis* MCLACHLAN 1875 retrouvé dans une seule localité en Algérie, et *Stenophylax mucronatus* MCLACHLAN 1880 (inclus *S. crosotus* MCLACHLAN 1884 et *S. curvidens* SCHMID 1957 qui sont des variétés de celle-ci) répartis dans tout le Maghreb. Il faut noter que DAKKI (1982) a mentionné *Micropterna nycterobia* MCLACHLAN 1875 du Maroc, mais on devrait contrôler s'il ne s'agit pas de *Micropterna thaleri*, endémique des hautes altitudes (3400m) du Haut-Atlas.

Ce sont tous les Limnephilidae du Magreb ; à comparer avec les 400 espèces environ de l'Europe c'est très modeste.

Références

DAKKI, M., 1982, Trichoptères du Maroc. – Bull. de l'Institut Scientifique (Rabat) 6 :139-155.

MALICKY, H., 1985, Neue Beiträge über mediterrane Micropterna-Arten (Trichoptera, Limnephilidae). – Entomol. Gesellschaft Basel 35 :27-35.

MALICKY, H., 2004, Atlas of European Trichoptera, Second Edition. – Springer, Dordrecht, 359 pp.

MALICKY, H., 2005, Die Köcherfliegen Griechenlands. – Denisia 17 :1-240.

MALICKY, H., 2014, Lebensräume von Köcherfliegen (Trichoptera). – Denisia 34 :1-280.

NEU, P. ; MALICKY, H. ; GRAF, W. ; SCHMIDT-KLOIBER, A., 2018, Distribution Atlas of European Trichoptera. – Die Tierwelt Deutschlands 84 :1-891.

SCHMID, F., 1951, Le groupe de *Enoicyla* (Trichopt., Limnoph.). – Tijd. Ent. 94 :207-226.

Adresses des auteurs : S.S. et A.L. : Laboratoire 'Ressources Naturelles', Département de Biologie, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie ; H.M. : Sonnengasse 13, A-3293 Lunz am See, Autriche.

CONTENTS

- 2 Impressum
- 3 Editor's letter
- 4 Malicky & Mey: *Setodes asuriel* n.sp.
- 4 Trichoptera addresses on Internet
- 5-10 Salokannel & al.: Caddisflies from Southern Ural
- 11-12 Pandher: *Chimarra* from India
- 13-14 Sekhi & al.: *Limnephilus* n.sp. from Algeria
- 15-17 Sipahiler: *Diplectronea* from Turkey
- 18 Melnitsky & Ivanov: Caddisflies from Arctic Russia
- 19-21 Malicky & Laudee: Trichoptera from Myanmar
- 22-24 Salokannel: Caddisflies from Belgorod, Russia
- 25-26 Pauls & al.: *Hydropsyche contubernalis*
- 27-35 Malicky: Phenology of Trichoptera, Thailand
- 36-43 Trichopterological literature

Publication date of *Braueria* 45: 24 April 2018

Preis Euro 30.-

BRAUERIA 46

Article 2

Contribution à la connaissance des Trichoptères de Grande-Kabylie (Algérie) [Trichoptera]

Contribution à la connaissance des Trichoptères de Grande-Kabylie (Algérie) [Trichoptera]

par Samira SEKHI*, Sabrina HAOUCHINE*,
Dhia LOUNACI-DAOUDI*, Majida EL ALAMI EL MOUTAOUAKIL**
& Abdelkader LOUNACI*

* Département de Biologie, Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques,
Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie

** Laboratoire « Diversité et Conservation des Systèmes Biologiques », Université Abdelmalek Essaadi,
Faculté des Sciences, Département de Biologie B. P. 2121 M'Hannech, Tétouan, Maroc.

Auteur correspondant : lounaci@yahoo.fr

Mots clés : Trichoptères, Grande-Kabylie, Algérie, inventaire, distribution.

30 stations lotiques ont été prospectées en Grande-Kabylie entre 100 et 1170 m d'altitude, pendant trois années (2011-2013), à raison de cinq récoltes en moyenne par an. Plus de 3900 larves et nymphes de trichoptères ont été récoltées ; elles appartiennent à 32 espèces ou taxa répartis en 21 genres et 13 familles. Deux genres (*Micrasema*, *Allogamus*) et deux espèces (*Agapetus incertulus*, *Hydropsyche iberomaroccana*) sont de nouvelles citations pour l'Algérie, six autres taxons sont nouveaux pour la Grande-Kabylie (*Allotrichia pallicornis*, *Hydroptila vectis*, *Hydropsyche fezana*, *H. obscura*, *Orthotrichia* sp., *Stactobia* sp.). Cet inventaire est nettement de type paléarctique, nombre d'espèces étant largement réparties dans la sous-région méditerranéenne, avec un tiers d'endémiques maghrébines.

Contribution to the knowledge of Caddisflies of Great-Kabylia (Algeria) [Trichoptera]

Keywords: Caddisflies, Great-Kabylia, Algeria, inventory, distribution.

30 running-water stations were surveyed in Great-Kabylia at elevation ranging from 100 m to 1170 m, during three years (2011-2013) with five collects per year on average. Over 3900 caddisfly larvae and pupae were sampled: 32 species or taxa were recorded and belong to 21 genera and 13 families. Two genera (*Micrasema*, *Allogamus*) and two species (*Agapetus incertulus*, *Hydropsyche iberomaroccana*) are new for Algeria, six other taxa are new for Great-Kabylia (*Allotrichia pallicornis*, *Hydroptila vectis*, *Hydropsyche fezana*, *H. obscura*, *Orthotrichia* sp., *Stactobia* sp.). This inventory is clearly palaeartic, widely distributed in the Mediterranean sub-region with a third of Maghrebean endemic species.

1. Introduction

La plupart des travaux sur les Trichoptères d'Algérie ne fournissent que des données ponctuelles et anciennes. Ceux-ci ont été consacrés à la description d'espèces, rarement à leur écologie ou à leur biogéographie (MORTON 1896a, 1896b, NAVAS 1917, 1928, LESTAGE 1925, GAUTHIER 1928, SEURAT 1930, VAILLANT 1954, 1955). Les listes établies par ces auteurs sont,

pour la plupart, sommaires et/ou considérées comme de détermination douteuse à la suite de révisions taxonomiques ultérieures.

Plus récemment, un travail davantage étalé dans le temps a été entrepris par MALICKY & LOUNACI (1987) et a porté sur la taxonomie et la faunistique des Trichoptères de Tunisie, d'Algérie et du Maroc. La liste établie par ces auteurs se compose de 33 taxa appartenant à 11 familles et 20 genres. Parmi l'ensemble des espèces recensées, six étaient nouvelles pour la science (*Rhyacophila urgl*, *Hydropsyche artax*, *H. morla*, *Thremma sardoum africanum*, *Athripsodes ygramul* et *Oecetis uyulala*), tandis que la famille des Uenoidae, représentée par une seule espèce (*Thremma sardoum africanum*) était signalée pour la première fois du Maghreb.

ARAB et al. (2004), à la suite de récoltes dans l'oued Chiffa (N-W Algérie), ont mentionné la présence de cinq espèces de Trichoptères, parmi lesquelles le genre *Agraylea*, *Hydropsyche exocellata* et *H. maroccana* sont des citations nouvelles pour l'Algérie.

LOUNACI et al. (2000a) et LOUNACI (2005) au cours de leurs recherches sur les cours d'eau de Kabylie ont signalé 26 espèces, toutes déjà citées dans les travaux antérieurs.

En définitive, le nombre total d'espèces de Trichoptères inventoriées en Algérie a été porté progressivement à 70 et il se répartit en 13 familles et 31 genres.

Le présent travail dresse l'inventaire trichoptérologique d'un bassin versant algérien (Grande-Kabylie, Tizi-Ouzou), représentatif mais relativement inexploré. D'autre part, il constitue un bilan complet, sauf erreurs ou omissions, de la faune des trichoptères actuellement connue d'Algérie.

2. Sites d'étude et méthodes

Le bassin versant de l'oued Sébaou se localise en Grande-Kabylie à une centaine de km à l'Est d'Alger. Il occupe une position géographique centrale dans l'Atlas Tellien, entre 36°22' et 36°55' de latitude Nord et entre 3°55' et 5°05' de longitude Est. D'une superficie de l'ordre de 4000 km², il s'étend depuis les massifs montagneux du Djurdjura (alt. max. 2308 m) jusqu'à la vallée du Sébaou. Il est globalement divisé en trois sous-bassins.

L'oued Sébaou est le principal cours d'eau de Grande-Kabylie. Ses principaux tributaires sont: l'oued Boubhir qui draine les écoulements en provenance de la dorsale orientale du Djurdjura (col de Tirourda) et du massif de l'Akfadou (col de l'Akfadou, col de Chellata), l'oued Aïssi qui collecte les écoulements de la dorsale médiane du Djurdjura (col de Tizi-N'Kouilal, Azrou N'Chria, col Goulmime) et l'oued Bougdoura qui draine les écoulements de la dorsale occidentale du Djurdjura (Thala Guilef, Djebel Haïzer).

Quant aux affluents de la rive droite de l'oued Sébaou, ils sont relativement courts (< à 15 km). Il s'agit des oueds Diss, Tamda et Stita. Ces affluents collectent l'ensemble des écoulements du flanc sud de la chaîne côtière. Le terme « assif » est l'équivalent berbère du mot arabe « oued » pour désigner un cours d'eau temporaire.

30 stations échelonnées sur le versant nord des Massifs Djurdjura et Akfadou entre 100 et 1170 m d'altitude ont été choisies (Fig. 1):

- sous-bassin de l'assif Boubhir 14 sites : 3 sur l'assif Ousserdoun (OU1, OU2, OU3), 2 sur l'assif Yahia (IG1, IG2), 3 sur l'assif Sahel (SA1, SA2, SA3), 1 sur l'assif Ililten (AI), 2 sur l'assif Tirourda (TR, AA), 1 sur l'assif Hallil (KH), 2 sur l'assif Boubhir (s s) (B1, B2) ;

Les caractéristiques abiotiques de ces stations sont résumées dans le Tableau 1.

Le climat de Grande-Kabylie varie d'humide à sub-humide. Il est caractérisé par une saison pluvieuse allant de novembre à mai et une saison sèche qui s'étend de juin à octobre. Les précipitations varient de 1200 mm en amont (alt. > 1000 m) à 800 mm en aval. 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 (25-30 °C) et les amplitudes annuelles oscillent autour de 20 °C. Dans les parties supérieures, la température maximale de l'eau ne dépasse pas 20 °C.

Les caractéristiques physiques et climatiques des cours d'eau de Grande-Kabylie, notamment l'irrégularité des écoulements, l'importance du réchauffement des eaux en été, se font ressentir au niveau de l'oued Sébaou où elles sont aggravées par les rejets urbains et industriels, l'installation anarchique de gravières et le pompage de l'eau pour l'irrigation des terres agricoles. Ces diverses perturbations se traduisent par l'allongement de la durée de l'assez, la destruction des habitats lotiques et la réduction spatio-temporelle des milieux de vie aquatique, induisant de grandes variations dans la composition faunistique.

Les 30 stations ont été prospectées au filet surber, de surface de 0,1 m² et de vide de mailles de 300 µm. Ces prélèvements benthiques ont été complétés par des chasses d'adultes, effectuées à vue aux abords des cours d'eau, permettant de confirmer les déterminations des stades aquatiques. Les campagnes de récoltes se sont échelonnées sur trois années (2011-2013) à raison de 5 récoltes en moyenne par an. Dans la mesure du possible, nous avons prospecté le plus grand nombre de stations à la même époque : au printemps et au début de l'été, période la plus propice au développement de la faune benthique.

3. Inventaire des Trichoptères de Grande-Kabylie

Les études précédentes concernant les Trichoptères de Kabylie sont peu nombreuses. Sur l'oued Aïssi, LOUNACI (1987), MALICKY & LOUNACI (1987) et AIT MOULOUD (1988) ont recensés 33 taxa. LOUNACI et al. (2000a) et LOUNACI (2005) ont mentionné 26 espèces dans le réseau hydrographique du Sébaou.

P. 55 :

Tableau 1 : Caractéristiques abiotiques des 30 stations étudiées.

Alt: altitude (m), Pente (%), DsS: distance à la source (km), Larg: largeur du cours d'eau (m), Prof: profondeur moyenne (cm), Vit: vitesse du courant [4 classes, de lente (1) à très rapide (4)], T°C max: température maximale de l'eau (°C), T°C min: température minimale de l'eau (°C), Rip: ripisylve (%), VAq: Végétation aquatique [4 classes, d'absente (0) à très abondante (3)], GG: galets et graviers (%), SL: sables et limons (%), MatO: matière organique (% recouvrant le fond).

Table 1: Abiotic parameters of the 30 studied sampling stations.

Alt: elevation (m), Pente: slope (%), DsS: distance from the source (km), Larg: river width (m), Prof: mean water depth (cm), Vit: current velocity [4 classes, from low (1) to high (4)], T°C max: maximal water temperature (°C), T°C min: minimal water temperature (°C), Rip: riparian cover (%), VAq: aquatic vegetation [4 classes, from absent (0) to high (3)], GG: pebbles and gravel (%), SL: sand and silt (%), MatO: organic matter covering the bottom (%).

Param.	Bassin Versant Oued Boubhir														Oued Sébaou
	OU1	OU2	OU3	IG1	IG2	SA1	SA2	SA3	AI	TR	AA	KH	B1	B2	S1
Alt	900	810	460	1000	670	1170	1140	430	1010	1120	1080	370	200	160	100
Pente	8	4	3	16	4	15	10	5	16,8	15	20	3	2,5	1,2	0,2
DsS	2	2,5	8	1,5	3,5	1	2	6	1	0,5	0,5	2	25	40	45
Larg	3	3	6	4	5	1,5	1,5	2	1	1,5	1	3	8	10	10
Prof	15	20	30	30	30	20	25	30	20	30	15	30	20	30	40
Vit	2	2	3	4	4	3	4	2	3	3	3	4	1	1	1
T°C max	17	18	28	16	20	14	15	20	16	10	14	22	30	30	32
T°C min	8	9	11	5	6	5	8	10	4	4	5	10	9	11	32
Rip	80	40	10	40	15	70	80	0	80	80	80	50	0	0	0
Vaq	1	1	1	1	1	1	1	2	1	0	1	2	2	2	1
GG	90	80	60	90	80	80	80	70	80	80	80	50	80	30	40
SL	10	20	30	20	20	20	20	20	20	20	20	40	30	40	30
MatO	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	10	20	30	30

Param.	Bassin Versant Oued Aissi											Bassin Versant oued Bougdoura			
	D1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	O1	O2	O3	O4	BO1	BO2	BO3	BO4
Alt	900	920	810	480	380	300	200	850	500	600	200	900	500	320	190
Pente	10	10	10	10	2,5	1,5	1,4	15	9,5	11	1,5	15	4	3	2
DsS	0,5	0,5	0,7	3	4,5	11	20	2,5	7	13	26	0,5	2,5	8	12
Larg	1	1	0,5	1,5	4	5	8	2	4	3,5	6	1	2	3	4
Prof	20	20	10	20	30	30	30	30	30	30	40	20	30	30	30
Vit	3	4	2	3	3	3	2	3	3	3	2	4	3	4	2
T°C max	13	14	14	16	28	27	27	25	27	24	28	14	18	19	20
T°C min	4	8	10	9	11	11	11	10	11	12	13	10	12	12	10,5
Rip	70	100	70	100	0	0	30	80	80	75	0	70	70	20	0
Vaq	1	2	0	2	2	3	3	0	2	1	2	0	1	1	2
GG	60	90	80	90	70	70	70	90	70	60	60	80	70	60	60
SL	40	10	0	10	30	20	20	10	20	20	20	20	30	20	30
MatO	0	0	20	0	0	10	10	0	10	20	20	0	0	20	10

L'étude du matériel biologique récent, récolté depuis ces travaux a permis d'inventorier 32 taxons appartenant à 13 familles et 21 genres. 18 taxa sont identifiés au niveau spécifique et 14 au niveau générique. Deux genres (*Micrasema*, *Allogamus*) et deux espèces (*Agapetus incertulus*, *Hydropsyche iberomarroccana*) sont de nouvelles citations pour l'Algérie, 6 autres taxons sont nouveaux pour la Grande-Kabylie (*Allotrichia pallicornis*, *Hydroptila vectis*, *Hydropsyche fezana*, *H. obscura*, *Orthotrichia* sp., *Stactobia* sp.) et portent ainsi à 49 le nombre de taxa actuellement connus de Grande-Kabylie et à 74 sur le territoire algérien. La famille Brachycentridae est d'autre part signalée ici pour la première fois d'Algérie.

Signalons cependant que la détermination de plusieurs espèces de trichoptères est rendue difficile et même incertaine, principalement celles appartenant aux genres *Micrasema*, *Allogamus*, *Orthotrichia*, *Stactobia* dont les récoltes n'ont concerné que les stades larvaires, peu utiles pour l'identification jusqu'au rang spécifique. Ainsi, nous avons préféré par prudence désigner par « sp. » toute espèce très proche, mais peut-être distincte, d'une espèce insuffisamment caractérisée.

Pour chaque espèce, nous donnons la ou les éventuelles synonymies, la ou les stations où elle est récoltée, la ou les dates de récoltes (jour, mois, année), le nombre d'individus récolté (L = larves, N = nymphes, ♂ = mâle, ♀ = femelle).

Rhyacophilidae Stephens, 1836

En Algérie, la famille des Rhyacophilidae est représentée par le seul genre *Rhyacophila* Pictet, 1834 avec deux espèces : *R. munda* et *R. url* (LOUNACI 2005).

Rhyacophila munda McLachlan, 1862

= *Rhyacophila atlantica* Navás, 1936

= *Rhyacophila oreina* Navás, 1936

Matériel étudié : 398 larves + 2 N♂ + 4 N♀.

SA1: 22-III-11, 1 L / 28-V-11, 2 L / 17-VII-11, 3 L / 29-III-13, 6 L / 4-V-13, 5 L / 12-VI-13, 3 L. **SA2:** 28-V-11, 4 L / 17-VII-11, 3 L / 7-IV-12, 2 L / 4-V-13, 1 L. **SA3:** 22-III-11, 2 L / 17-VII-11, 7 L + 1 N♂ + 1 N♀ / 7-IV-12, 2 L / 29-III-13, 2 L / 12-VI-13, 2 L. **IG1:** 25-III-11, 9 L / 26-V-11, 5 L / 18-VI-13, 3 L. **IG2:** 28-V-11, 2 L / 12-V-13, 2 L / 18-VI-13, 11 L. **OU1:** 17-VII-11, 10 L. **OU2:** 17-VII-11, 3 L. **OU3:** 17-VII-11, 7 L / 7-IV-12, 1 L. **DI:** 22-III-11, 1 L / 28-V-11, 19 L / 21-VII-11, 4 L / 10-IV-13, 5 L / 8-V-13, 5 L. **B2:** 27-IV-13, 3 L. **A1:** 27-III-11, 8 L. **A2:** 27-III-11, 9 L. **A3:** 27-III-11, 17 L. **A4:** 27-III-11, 3 L. **A5:** 27-III-11, 5 L. **A6:** 27-III-11, 3 L. **O1:** 28-V-11, 11 L / 21-VII-11, 4 L / 1-IV-13, 1 L / 9-V-13, 17 L. **O2:** 1-IV-13, 13 L / 9-V-13, 17 L. **O3:** 1-IV-13, 21 L + 1 N♂ + 1 N♀. **O4:** 1-IV-13, 3 L / 9-V-13, 3 L. **AA:** 3-VII-11, 4 L / 10-IV-13, 17 L / 8-V-13, 29 L. **AI:** 3-VII-11, 5 L / 10-IV-13, 11 L / 8-V-13, 2 L. **TR:** 10-IV-13, 4 L / 8-V-13, 6 L. **KH:** 6-IV-11, 18 L / 7-IV-12, 14 L / 10-V-13, 2 L + 1 N♀ / 27-IV-13, 2 L + 1 N♀. **BO1:** 18-V-13, 3 L. **BO2:** 18-V-13, 4 L. **BO3:** 4-IV-11, 2 L / VI-11, 2 L. **BO4:** 4-IV-11, 4 L.

Rhyacophila munda est un élément Ouest-Paléarctique connu du sud-ouest de l'Europe et du Maghreb. En Algérie, *R. munda* est très répandue. Elle présente un spectre écologique assez large, depuis les stations les plus basses jusqu'à 1170 m.

Glossosomatidae Wallengren, 1891

Seul le genre *Agapetus* est actuellement connu en Afrique du Nord. En Algérie il est représenté par quatre espèces : *A. fuscus*, *A. incertulus*, *A. numidicus* et *Agapetus* sp.

Agapetus fuscus Vaillant, 1954

Matériel étudié : 15 larves.

A4: 27-III-11, 3 L. **A5:** 27-III-11, 3 L. **A6:** 27-III-11, 9 L.

Agapetus fuscus est une espèce endémique du Maghreb. Elle est rare et très peu abondante, préférante des biotopes de piémont (alt. 200 - 380 m).

Au Maroc, selon DAKKI (1982), *A. fuscus* n'est connue que du Moyen Atlas, dans les sources et ruisseaux entre 300 et 1600 m d'altitude.

Agapetus incertulus Mc Lachlan, 1884

= *Agapetus berbericus* Giudicelli & Dakki, 1980

= *Agapetus numidicus* Malicky, 1980

Matériel étudié : 5 N♂+2 N♀.

SA1: 17-IV-12, 3 N♂. **O2:** 17-IV-12, 2 N♂+2 N♀.

Agapetus incertulus est un élément à distribution ouest méditerranéenne. Il couvre la Péninsule ibérique et l'Afrique du Nord (BONADA et al. 2004). Absent de Tunisie, il a été signalé par DAKKI (1982) du Moyen-Atlas marocain et sa présence en Grande-Kabylie constitue sa première citation d'Algérie.

Dans les cours d'eau étudiés, cette espèce est peu abondante et peu fréquente. Nous avons noté sa présence dans deux stations : SA1 ruisseau de source d'altitude (1170 m), O2 station de moyenne montagne (alt. 500 m).

Agapetus numidicus Vaillant, 1954

Matériel étudié : 111 larves.

A1: 27-III-11, 45 L. **A2:** 27-III-11, 36 L. **A3:** 27-III-11, 25 L. **A4:** 27-III-11, 5 L.

Agapetus numidicus est un élément à distribution ouest méditerranéenne. Il couvre la Péninsule ibérique et l'Afrique du Nord (TOBIAS & TOBIAS 2008).

A. numidicus est décrite d'Algérie (VAILLANT 1954) et retrouvée dans les cours d'eau du sous-bassin de l'oued Aïssi entre 380 et 920 m d'altitude. L'espèce, peu abondante et peu fréquente, semble être rhéophile et à tendance sténotherme d'eau froide. Elle montre une préférence pour les cours d'eau relativement froids de moyenne montagne à ripisylve assez dense. Elle est, selon LOUNACI (2005), l'espèce de Trichoptère la plus montagnarde de Kabylie.

Agapetus sp.

Matériel étudié : 233 larves

SA1: 22-III-11, 4 L / 28-V-11, 4 L / 17-VII-11, 10 L / 4-V-13, 3 L. **AA:** 10-IV-13, 23 L / 8-V-13, 15 L / 7-V-13, 4 L. **D1:** 10-IV-13, 3 L. **A1:** 28-V-11, 15 L / 21-VII-11, 12 L. **A4:** 27-III-11, 50 L. **A5:** 27-III-11, 45 L. **A6:** 27-III-11, 45 L.

Cet élément est morphologiquement différent des taxons précédents. Les larves sont difficilement identifiables dans l'état actuel des connaissances. La récolte d'imago mâles est indispensable pour une détermination spécifique de ce taxon et pouvoir mieux connaître son écologie. *Agapetus* sp. est inféodé aux habitats des ruisseaux d'altitude et de moyenne montagne.

Hydroptilidae Stephens, 1836

En Algérie, la famille des Hydroptilidae est selon LOUNACI (1987) assez diversifiée. Elle est représentée par 17 espèces appartenant à 6 genres : *Agraylea*, *Allotrichia*, *Hydroptila*, *Ithytrichia*, *Orthotrichia*, *Oxyethira* et *Stactobia*.

Allotrichia pallicornis Eaton, 1873
= *Allotrichia tauri* Jacquemart, 1965

Matériel étudié : 25 larves.

SA1: 8-V-11, 2 L / 17-VII-11, 3 L. **SA2:** 28-V-11, 3 L. **OU1:** 17-VII-11, 3 L. **BO3:** 4-IV-11, 3 L. **BO4:** 4-IV-11, 4 L. **D1:** 21-VII-11, 7 L.

Allotrichia pallicornis est un élément à distribution couvrant le centre et le sud de l'Europe, le sud-ouest de l'Asie et l'Afrique du Nord.

Elle est signalée pour la première fois d'Algérie (Bouzarea, El Biar) par MORTON (1896a). Dans les cours d'eau étudiés, *A. pallicornis*, peu abondante et peu fréquente, est récoltée dans 6 localités entre 190 et 1170 m d'altitude. Il s'agit de sa première mention en Grande Kabylie.

Au Maroc, on la trouve avec régularité dans les réseaux du Haut-Atlas (BOUZIDI 1989), du Moyen-Atlas (DAKKI 1979) et du Rif (EL ALAMI & DAKKI 1998).

Hydroptila vectis Curtis, 1834
= *Hydroptila maclachlani* Klapálek, 1891

Matériel étudié : 299 larves + 2 N♂ + 2 N♀.

SA1: 22-III-11: 3 L / 28-V-11, 10 L + 1 N♂ / 17-VII-11, 1 L / 12-VI-13, 2 L. **SA2:** 28-V-11, 10 L / 7-IV-12, 57 L / 12-IV-13, 3 L. **SA3:** 22-III-11, 1 L / 17-VII-11, 30 L + 2 N♀ + 1 N♂. **IG2:** 18-VI-13, 4 L. **OU3:** 17-VII-11, 3 L. **TR:** 8-V-13, 5 L. **D1:** 2-V-11, 16 L / 21-VII-11, 100 L / 10-IV-13, 3 L / 8-V-13, 13 L. **O1:** 28-V-11, 2 L / 21-VII-11, 2 L. **AI:** 10-IV-11, 8 L. **BO3:** 4-IV-11, 3 L. **BO4:** 4-IV-11, 3 L. **KH:** 6-IV-11, 1 L / 7-IV-12, 12 L. **B1:** 27-V-11, 7 L.

Hydroptila vectis, espèce nouvelle pour la Grande-Kabylie, est un élément à vaste répartition paléarctique. Sa distribution couvre l'Europe, l'Asie et l'Afrique du Nord (GONZÁLEZ et al. 1992, BONADA et al. 2004).

C'est une espèce très commune en Europe méditerranéenne. Elle est eurytherme et à large amplitude altitudinale (BONADA et al. 2008).

En Algérie, *H. vectis* a été signalée par MORTON (1896a) des gorges de la Chiffa (Ruisseau des Singes, Blida). Nous l'avons retrouvée en grand nombre dans 13 localités des cours d'eau étudiés entre 190 et 1170 m d'altitude.

Orthotrichia sp.

Matériel étudié : 8 larves.

SA1: 29-III-13, 5 L. **SA3:** 29-III-13, 3 L.

La première citation du genre *Orthotrichia* en Algérie est due à MORTON (1896a). Cet auteur signale avec doute des larves provenant de Constantine sous le nom d'*Orthotrichia andustelle* (McLachlan, 1865).

Dans les cours d'eau étudiés, nous ne connaissons ce taxon que de deux localités seulement (SA1 alt. 1170 m, SA3 alt. 430 m), ce qui constitue sa première citation de Grande Kabylie.

Oxyethira unidentata Mc Lachlan, 1884
 = *Oxyethira fuentejalona* Schmid, 1952
 = *Oxyethira meridionalis* Jacquemart & Coineau, 1962

Matériel étudié : 15 larves.

A5 : 27-III-11, 15 L.

Espèce connue jusqu'à présent des Pyrénées, de la Péninsule ibérique, de Sicile et d'Afrique du Nord (MALICKY & LOUNACI 1987). Nous l'avons retrouvée avec de faibles effectifs à une seule station (A5, alt. 200 m).

Oxyethira sp.

Matériel étudié : 43 larves.

A3: 27-III-11, 3 L. **A4**: 27-III-11, 17 L. **A5**: 27-III-11, 20 L. **A6**: 27-III-11, 3 L.

Cet élément est morphologiquement différent du taxon précédent. Il est récolté dans quatre stations de l'oued Aïssi entre 200 et 480 m d'altitude dans des biotopes à fond hétérogène, mais à dominance de galets et à écoulement rapide à moyen.

Stactobia sp.

Matériel étudié: 3 larves.

D1: 8-V-13, 3 L.

Le genre *Stactobia* est nouveau pour la faune de Grande-Kabylie. Ce taxon a été récolté une seule fois (3 individus) à la station D1 (alt. 900 m). Il paraît alticole et sténotherme d'eau froide. Son identification spécifique ne sera possible qu'après la capture d'imagos mâle.

Signalons que les larves signalées d'Algérie par VAILLANT (1954) appartiennent à l'espèce *Stactobia algira*.

Philopotamidae Stephens, 1829

En Algérie, la famille des Philopotamidae est représentée par deux genres : *Chimarra* et *Wormaldia*. Le premier est signalé de Hammam Maskhoutine (Est-Algérie), le second de l'Akfadou (GAUTHIER 1928, VAILLANT 1954).

Wormaldia sp.

Matériel étudié : 80 larves.

SA1: 28-V-11, 1 L / 29-III-13, 7 L / 4-V-13, 1 L / 12-VI-13, 1 L. **SA2**: 28-V-11, 1 L / 17-VII-11, 1 L / 7-IV-12, 2 L / 12-VI-13, 2 L. **D1**: 21-VII-11, 2 L / 10-IV-13, 3 L / 8-V-13, 25 L. **AA**: 3-VII-11, 19 L / 26-IV-13, 1 L / 7-V-13, 4 L. **AI**: 3-VII-11, 4 L. **TR**: 6-IV-13, 3 L. **A1**: 21-VII-11, 3 L.

Seul le genre *Wormaldia* est actuellement connu de Grande-Kabylie. Nous l'avons récolté dans les cours d'eau de montagne (alt. 900-1170 m) non loin des sources, dans des habitats à courant rapide à modéré et à température basse (5-14 °C). Les éléments de ce genre présentent vraisemblablement un caractère rhéophile et sténotherme d'eau froide.

Au Maroc, les éléments du genre *Wormaldia* sont selon EL-ALAMI & DAKKI (1998) rares et localisés et montrent une nette préférence pour les ruisseaux froids de moyenne montagne (alt. 900 m).

Polycentropodidae Ulmer, 1903

En Algérie, cette famille est représentée par deux genres : *Plectrocnemia* et *Polycentropus* (LOUNACI 2005).

Polycentropus kingi McLachlan, 1881
= *Polycentropus masi* Navàs, 1916

Matériel étudié: 157 larves.

SA1: 17-VII-11, 3 L. **SA2:** 17-VII-11, 3 L. **SA3:** 17-VII-11, 3 L. **OU2:** 17-VII-11, 6 L. **D1:** 21-VII-11, 20 L/10-IV-13, 2 L. **A1:** 27-III-11, 3 L. **A3:** 27-III-11, 14 L. **A4:** 27-III-11, 3 L. **O1:** 28-V-11, 1 L / 21-VII-11, 14 L / 1-IV-13, 2 L. **O3:** 24-IV-13, 3 L. **O4:** 24-IV-13, 4 L. **AA:** 3-VII-11, 14 L / 10-IV-13, 6 L. **AI:** 3-VII-11, 3 L. **TR:** 8-V-11, 6 L / 3-VII-11, 23 L / 10-IV-13, 1 L / 8-V-13, 20 L. **BO1:** 26-VI-13, 3 L.

Polycentropus kingi est une espèce européenne à vaste répartition. Elle couvre l'ouest de l'Europe et l'Afrique du Nord (TOBIAS & TOBIAS, 2008).

En Afrique du Nord, *P. kingi* présente une large amplitude altitudinale. Elle est rencontrée dans les émissaires de sources, les cours d'eau de moyenne montagne et de basse altitude (EL-ALAMI & DAKKI 1998, LOUNACI 2005). En Grande-Kabylie, elle présente une tendance plus alticole et rhéophile. Nous l'avons récoltée à 16 stations entre 200 et 1170 m d'altitude.

Psychomyiidae Walker, 1852

La famille des Psychomyiidae est représentée par deux genres : *Psychomyia* et *Tinodes*.

Psychomyia pusilla (Fabricius, 1781)
= *P. annulicornis* Pictet, 1834
= *P. bifurcata* Mosely, 1938
= *P. ciliaris* Stephens, 1836
= *P. gracilipes* Curtis, 1834
= *P. shekovnikovi* Martynov, 1925
= *P. subochracea* Stephens, 1836
= *P. tenuis* Pictet, 1834
= *P. unicolor* Stephens, 1836

Matériel étudié : 6 larves.

A3: 27-III-11, 3 L. **A6:** 27-III-11, 3 L.

Psychomyia pusilla est une espèce paléarctique. Son aire de répartition englobe l'Europe, le Sud-Ouest de l'Asie et l'Afrique du Nord (TOBIAS & TOBIAS 2008).

P. pusilla est la seule espèce de *Psychomyia* rencontrée jusqu'à présent en Algérie. Elle semble rare, à la fois peu abondante et localisée : les stations A3 (alt. 480 m) et A6 (alt. 200 m).

Au Maroc, cette espèce est très commune dans les rivières et ruisseaux de basse altitude (TAYOUB 1989, BERRAHOU et al. 2001) mais peut aussi abonder dans les cours d'eau d'altitude (1800 m) (DAKKI 1982).

Tinodes sp.

Matériel étudié : 35 larves.

SA1: 4-V-13, 3 L. **SA2:** 28-V-11, 3 L. **AA:** 8-V-13, 3 L. **AI:** 10-IV-13, 3 L. **TR:** 8-V-13, 3 L. **D1:** 22-III-11, 1 L / 2-V-11, 2 L. **A2:** 27-III-11, 3 L. **A4:** 1-VI-11, 3 L. **A6:** 27-III-11, 8 L. **O4:** 1-IV-13, 3 L.

Le genre *Tinodes* est très répandu en Algérie entre 10 et 1950 m d'altitude (VAILLANT 1954, LOUNACI 2005) et au Maroc, dans la même amplitude altitudinale (EL ALAMI & DAKKI 1998).

Les larves du *Tinodes* récoltées dans les cours d'eau étudiés sont difficilement identifiables dans l'état actuel des connaissances. Elles sont observées dans 10 stations échelonnées entre 200 et 1170 m d'altitude.

Hydropsychidae Curtis, 1835

Les Hydropsychidae représentent la famille de Trichoptères la plus diversifiée en Algérie, avec une synthèse des citations atteignant 14 espèces, réparties en trois genres : *Hydropsyche* (11), *Cheumatopsyche* (2) et *Diplectrona* (1).

La richesse spécifique du genre *Hydropsyche* en Grande-Kabylie (7 espèces dont une non nommée) mérite d'être soulignée. Elle est comparable à celle du Rif marocain (8 espèces), du Moyen-Atlas (5 espèces) et du Haut-Atlas (5 espèces) (LOUNACI 2005).

Cheumatopsyche atlantis Navás, 1930

Matériel étudié : 106 larves.

A2: 27-III-11, 4 L. **A4:** 27-III-11, 47 L. **A5:** 27-III-11, 20 L. **A6:** 27-III-11, 35 L.

Cheumatopsyche atlantis est une espèce endémique à l'Afrique du Nord. Elle est connue de Tunisie, d'Algérie et du Maroc (MALICKY & LOUNACI 1987).

Dans les cours d'eau étudiés, *C. atlantis* présente une assez large amplitude altitudinale (140-810 m). Elle figure dans quatre stations du sous-bassin de l'oued Aïssi où elle semble manifester une forte préférence pour les habitats de piémont et de basse altitude.

Cheumatopsyche sp.

Matériel étudié : 15 larves.

SA1: 29-III-13, 4 L. **AA:** 7-V-13, 3 L. **TR:** 8-V-11, 4 L. **A1:** 28-V-11, 4 L.

Les larves de *Cheumatopsyche* sp. ont été récoltées dans quatre ruisseaux d'altitude (920-1170 m). Ce taxon, peu abondant, paraît être alticole et sténotherme d'eau froide.

Diplectrona sp.

Matériel étudié : 20 larves.

A1: 27-III-11, 9 L. **A2:** 27-III-11, 7 L. **A3:** 27-III-11, 4 L.

Le genre *Diplectrona* est déjà signalé de Grande-Kabylie (LOUNACI, 2000a). Nous l'avons récolté dans trois stations entre 480 et 920 m d'altitude, dans des cours d'eau à ripisylve dense, à fond pierreux où l'écoulement de l'eau est vif. Ce taxon semble être rhéophile et sténotherme d'eau froide.

Hydropsyche fezana Navás, 1935

= *Hydropsyche ouedorum* Botosaneanu, 1975

Matériel étudié : 603 larves + 3 N♂.

SA1: 22-III-11, 12 L / 28-V-11, 3 L / 17-VII-11, 10 L / 29-III-13, 4 L / 4-V-13, 14 L / 12-VI-13, 5 L+2 N♂. **SA2:** 22-III-11, 29 L / 28-V-11, 11 L / 17-VII-11, 10 L / 29-III-13, 1 L / 4-V-13, 24 L. **SA3:** 28-V-11, 1 N♂ / 17-VII-11, 29 L. **OUI:** 17-VII-11, 110 L. **DI:** 22-III-11, 2 L / 21-VII-11, 24 L. **AA:** 11-V-11, 4 L / 3-VII-11, 28 L / 26-IV-13, 12 L / 8-V-13, 46 L. **A1:** 28-V-11, 1 L / 21-VII-11, 2 L. **A4:** 28-V-11, 3 L. **TR:** 8-V-11, 7 L / 10-IV-13, 1 L. **AI:** 3-VII-11, 37 L / 8-V-13, 3 L. **O1:** 28-V-11, 95 L / 1-IV-13, 5 L / 9-V-13, 40 L. **O2:** 1-IV-13, 5 L / 9-V-13, 32 L. **O3:** 9-V-13, 4 L. **KH:** 6-IV-11, 4 L. **BO1:** 26-VI-13, 3 L. **BO2:** 18-V-13, 6 L. **BO4:** 4-IV-11, 4 L.

Hydropsyche fezana est endémique au Maghreb. Elle est signalée ici pour la première fois en Grande-Kabylie.

H. fezana est largement répandue dans les cours d'eau étudiés (alt. 190-1170 m). Elle est présente dans les ruisseaux de source, torrents et rivières de basse altitude.

Hydropsyche iberomaroccana González & Malicky, 1999

Matériel étudié : 5 larves + 9 N♂ + 3 N♀.

KH: 12-V-12, 5 L+2 N♂ / 10-V-13, 3 N♀ + 3 N♂. **B1:** 27-IV-13, 4 N♂.

Hydropsyche iberomaroccana est un élément connu de la Péninsule ibérique (BONADA et al. 2004). Absente en Tunisie, elle a été signalée par GONZÁLEZ & MALICKY (1999) du Rif marocain et sa présence en Grande-Kabylie constitue sa première citation en Algérie.

H. iberomaroccana semble être rare et peu abondante. Nous l'avons trouvée dans deux stations de piémont (KH, B1 d'altitude respective 370 et 200 m) à courant modéré sur des fonds pierreux avec présence de bryophytes.

Hydropsyche lobata McLachlan, 1884

= *Hydropsyche artax* Malicky & Lounaci, 1987

= *Hydropsyche inflata* Navás, 1917

Matériel étudié : 284 larves.

SA1: 17-VII-11, 1 L / 29-III-13, 1 L / 4-V-13, 2 L. **SA2:** 28-V-11, 1 L / 7-IV-12, 2 L. **SA3:** 12-VI-13, 8 L. **IG2:** 18-VI-13, 3 L. **OU2:** 17-VII-11, 4 L. **OU3:** 17-VII-11, 30 L. **O1:** 28-V-11, 24 L / 1-IV-13, 2 L. **O2:** 1-IV-13, 4 L. **O3:** 24-IV-13, 4 L. **O4:** 1-IV-13, 2 L / 9-V-13, 1 L. **A1:** 27-III-11, 8 L. **A3:** 27-III-11, 9 L. **A4:** 27-III-11, 20 L. **A5:** 27-III-11, 17 L. **A6:** 27-III-11, 15 L. **AI:** 8-V-13, 3 L. **DI:** 21-VII-11, 12 L / 10-IV-13, 5 L. **KH:** 7-VI-12, 18 L / 27-IV-13, 4 L / 10-V-13, 3 L. **S1:** 21-V-13, 25 L. **TR:** 8-V-11, 4 L. **BO1:** 26-VI-13, 3 L. **BO2:** 18-V-13, 3 L. **BO3:** 10-VI-11, 3 L. **BO4:** 4-IV-11, 3 L. **B1:** 27-IV-13, 16 L / 10-V-13, 6 L. **B2:** 27-IV-13, 2 L / 10-V-13, 16 L.

Espèce ouest méditerranéenne, connue du sud de l'Europe et de la Péninsule ibérique (BONADA et al. 2008), et d'Afrique du Nord (MALICKY & LOUNACI 1987).

Hydropsyche lobata est largement répandue dans les cours d'eau étudiés. Elle occupe une large zone altitudinale depuis les stations les plus basses jusqu'à 1170 m. Elle semble être eurytherme et peuple des milieux diversifiés.

Hydropsyche obscura Navás, 1928

= *Hydropsyche atlanta* Botosaneanu, 1975

Matériel étudié : 422 larves + 13 N♂ + 3 N♀.

SA1: 22-III-11, 22 L / 28-V-11, 9 L / 4-V-13, 6 L / 12-VI-13, 13 L. **SA2:** 28-V-11, 23 L / 17-VII-11, 1 L / 7-IV-12, 8 L / 29-III-13, 4 L / 12-VI-13, 43 L+1 N♂. **IG2:** 18-VI-13, 3 N♂. **KH:** 7-VI-12, 3 N♂ / 10-V-13, 2 N♂. **DI:** 2-III-11, 2 L / 2-V-11, 25 L / 21-VII-11, 25 L / 10-IV-13, 28 L / 8-V-13, 20 L. **AA:** 11-V-11, 3 L / 3-VII-11, 5 L / 26-IV-13, 10 L / 8-V-13, 5 L. **TR:** 8-V-11, 4 L. **AI:** 3-VII-11, 2 L / 10-IV-13, 1 L / 8-V-13, 1 L. **A1:** 21-VII-11, 3 L. **O1:** 28-V-11, 50 L + 2 N♂ / 21-VII-11, 35 L / 1-IV-13, 3 L / 9-V-13, 40 L. **O2:** 24-IV-13, 37 L. **BO1:** 26-IV-13, 2 L + 2 N♂ + 2 N♀. **BO2:** 18-V-13: 7 L+1 N♂ + 2 N♀. **BO4:** 4-IV-11, 3 L.

Selon TOBIAS & TOBIAS (2008), *Hydropsyche obscura* est un élément à distribution restreinte à l'Inde et à l'Afrique du Nord.

Citée déjà d'Algérie (Chiffa et Batna) par NAVÁS (1928), nous l'avons récoltée dans les cours d'eau de Grande-Kabylie (1^{ère} citation) à 14 stations entre 190 et 1170 m d'altitude. Elle semble abonder dans les biotopes d'altitude.

Hydropsyche punica Malicky, 1981

Matériel étudié : 17 larves.

A4: 27-III-11, 4 L. **A5:** 27-III-11, 4 L. **A6:** 27-III-11, 9 L.

Espèce endémique à l'Afrique du Nord, elle est connue d'Algérie (Kabylie) et du Nord-Ouest de la Tunisie (MALICKY & LOUNACI 1987).

Dans les cours d'eau étudiés, *H. punica* est peu fréquente et peu abondante, nous l'avons récoltée à trois stations du sous-bassin de l'oued Aïssi. Elle semble être thermophile et inféodée aux habitats de piémont et de basse altitude (200-280 m).

Hydropsyche resmineda Malicky, 1977

Matériel étudié : 96 larves.

A4: 27-III-11, 6 L. **A5:** 27-III-11, 28 L. **A6:** 27-III-11, 35 L. **B1:** 27-IV-13, 4 L. **B2:** 10-V-13, 3 L. **S1:** 21-V-13, 20 L.

Hydropsyche resmineda est une espèce endémique d'Afrique du Nord. Elle est connue du Maroc, d'Algérie et de Tunisie (MALICKY & LOUNACI op. cit.).

Cette espèce à caractère rhéophile et thermophile est mentionnée comme assez commune dans différentes régions d'Afrique du Nord (DAKKI 1978, LOUNACI 2005). Nous l'avons retrouvée dans six stations entre 160 et 380 m d'altitude. L'habitat des stades aquatiques de l'espèce semble bien caractéristique des cours d'eau eurythermes de la partie inférieure des réseaux hydrographiques.

Hydropsyche groupe *pellucidula*

Matériel étudié : 438 larves + 4 N♂ + 2 N♀.

SA1: 22-III-11, 13 L / 17-VIII-11, 1 L / 29-III-13, 2 L / 4-IV-13, 6 L. **SA2:** 22-III-11, 1 L / 28-V-11, 6 L / 17-VII-11, 1 L / 7-IV-12, 2 L / 29-III-13, 2 L / 4-V-13, 5 L / 12-VI-13, 1 L. **SA3:** 23-V-11, 5 L / 17-VII-11, 80 L / 7-IV-12, 1 L / 12-VI-13, 2 L. **IG1:** 25-III-11, 8 L. **IG2:** 18-VI-13, 3 L. **OU1:** 17-VII-11, 4 L. **OU2:** 17-VII-11, 6 L. **OU3:** 17-VII-11, 52 L. **DI:** 21-VII-11, 1 L / 10-IV-13, 5 L. **O1:** 28-V-11, 15 L / 21-VII-11, 2 L / 1-IV-13, 1 L + 2 N♀ / 9-V-13, 2 L + 2 N♂. **O2:** 17-VII-11, 80 L. **O4:** 1-IV-13, 3 L. **A1:** 28-V-11, 14 L. **A5:** 19-VI-11, 17 L. **S1:** 21-V-13, 2 L + 2 N♂. **TR:** 8-V-11, 15 L. **AI:** 3-VII-11, 4 L / 10-IV-13, 1 L. **BO1:** 26-VI-13, 3 L. **BO2:** 18-V-13, 15 L. **BO4:** 4-IV-11, 7 L. **KH:** 6-IV-11, 14 L / 7-VI-12, 16 L. **B1:** 27-V-11, 7 L. **B2:** 10-V-13, 13 L.

Ce taxon appartient au groupe *pellucidula*. Nous l'avons observé dans 23 stations sur les 30 prospectées aussi bien dans les sections des cours d'eau rapides que dans les zones à courant modéré à lent. Faute d'adulte, nous ne pouvons préciser l'identité des spécimens récoltés.

Brachycentridae Ulmer, 1903

La famille des Brachycentridae, signalée ici pour la première fois d'Algérie, est représentée par un seul taxon : *Micrasema* sp.

Micrasema sp.

Matériel étudié : 98 larves + 1 N♂.

SA1: 28-V-11, 6 L / 17-VII-11, 2 L / 4-V-13, 8 L. **SA2:** 29-III-13, 2 L / 28-V-11, 6 L / 17-VII-11, 1 L / 7-IV-12, 12 L / 29-III-13, 10 L / 4-V-13, 5 L. **IG1:** 25-III-11, 3 L. **AI:** 3-VII-11, 4 L + 1N♂ / 8-V-13, 17 L. **TR:** 8-V-11, 1 L / 8-V-13, 3 L. **DI:** 10-IV-13, 8 L / 8-V-13, 7 L. **O3:** 24-IV-13, 3 L.

Micrasema sp. est récoltée dans les petits affluents des sous-bassins de l'oued Bouhbir et de l'oued Aïssi au-dessus de 600 m d'altitude. L'habitat des stades aquatiques de l'espèce semble être bien caractéristique des ruisseaux de source bordés d'une ripisylve assez dense.

Limnephilidae Kolenati, 1848

En Algérie, la famille des Limnephilidae est représentée par cinq espèces appartenant à trois genres : *Enoicylopsis*, *Limnephilus* et *Stenophylax* (LOUNACI 2005). Nous ajoutons à cette liste *Allogamus*, genre nouveau pour la faune algérienne.

Allogamus sp.

Matériel étudié : 107 larves

SA1: 29-III-13, 3 L. **SA2:** 17-VII-11, 2 L / 29-III-13, 1 L. **IG1:** 25-III-11, 10 L / 6-IV-12, 5 L / 30-III-13, 2 L. **IG2:** 30-III-13, 3 L. **OUI:** 17-VII-11, 4 L. **DI:** 22-III-11, 1 L / 11-V-11, 1 L / 10-IV-13, 1 L / 20-V-13, 5 L. **AA:** 10-IV-13, 6 L / 8-V-13, 1 L. **TR:** 8-V-13, 15 L. **O2:** 22-V-11, 3 L. **O3:** 1-IV-13, 3 L / 24-IV-13, 35 L / 9-V-13, 6 L.

Allogamus sp. a été récolté dans 10 stations échelonnées entre 600 et 1170 m d'altitude. Il semble s'agir d'une forme montagnarde, à caractère rhéophile. L'habitat des larves est semblable à celui de *Micrasema* sp. Elles vivent sur des substrats pierreux, en courant modéré, au voisinage des sources.

Uenoidae Iwata, 1927

La famille des Uenoidae est représentée par un seul genre : *Thremma*.

Thremma sp.

Matériel étudié: 12 larves.

DI: 21-VII-11, 3 L. **AI:** 27-III-11, 3 L. **A2:** 27-III-11, 3 L. **A3:** 27-III-11, 3 L.

Le genre *Thremma* est déjà signalé d'Algérie : forêt de l'Akfadou (GAUTHIER 1928), Kabylie du Djurdjura (LOUNACI 2000a). Nous l'avons récolté dans le sous-bassin de l'oued Aïssi à quatre

stations, entre 480 et 920 m d'altitude), dans un cours d'eau de moyenne montagne bordé d'une ripisylve assez dense, avec un courant torrentiel.

Goeridae Ulmer, 1903

Cette famille est représentée par un seul genre et une seule espèce : *Silonella aurata*.

Silonella aurata Hagen, 1864

Matériel étudié : 73 larves+ 3 N♂.

AA: 11-V-11, 3 N♂. A1: 27-III-11, 20 L. A2: 27-III-11, 18 L. A3: 27-III-11, 35 L.

Silonella aurata est un élément ouest méditerranéen. Il est connu d'Espagne, de Corse, de Sardaigne, de Tunisie, d'Algérie et du Maroc.

S. aurata est la seule espèce de la famille des Goeridae rencontrée dans les cours d'eau de Grande-Kabylie. Elle colonise trois stations situées entre 480 et 1080 m d'altitude. Elle est selon LOUNACI (2005) rhithrobionte et sténotherme d'eau froide. Elle montre une nette préférence pour les cours d'eau à couvert végétal bordant assez dense, courant rapide à moyen et faible amplitude thermique (5-16 °C).

Beraeidae Wallengren, 1891

Dans les cours d'eau étudiés, les Beraeidae sont représentés par une seule espèce : *Beraea auresi*.

Beraea auresi Vaillant, 1953

Matériel étudié : 20 larves.

A1: 27-III-11, 7 L. A2: 27-III-11, 8 L. A3: 27-III-11, 5 L.

Beraea auresi, espèce endémique d'Algérie, a été citée pour la première fois de ce pays par VAILLANT (1953, 1955). Nous l'avons notée dans trois stations entre 480 et 920 m d'altitude. Elle semble présenter une affinité pour les émissaires de source à parcours ombragé et eau fraîche (8-16°C).

Leptoceridae Leach, 1815

En Algérie, cette famille compte 9 espèces appartenant à 6 genres: *Adicella*, *Athripsodes*, *Mystacides*, *Oecetis*, *Setodes* et *Triaenodes*. Dans les cours d'eau étudiés, les Leptoceridae ne sont représentés que par deux taxons : *Adicella* sp. et *Athripsodes* sp.

Adicella sp.

Matériel étudié : 36 larves.

TR: 8-V-13, 23 L. A3: 27-III-11, 3 L. D1: 10-IV-13, 3 L / 8-V-13, 3 L. AA: 10-IV-13, 14 L / 8-V-13, 2 L.

Athripsodes sp.

Matériel étudié : 139 larves.

A4: 27-III-11, 49 L. **A5:** 27-III-11, 52 L. **A6:** 27-III-11, 38 L.

Les larves d'*Adicella* sp. et d'*Athripsodes* sp. récoltées ici sont difficilement identifiables dans l'état actuel des connaissances. La récolte d'imagos mâles est indispensable afin de statuer sur ces deux taxons pour mieux connaître leur écologie.

Dans nos récoltes, *Adicella* sp. est observée dans 4 stations d'altitude comprise entre 480 et 1170 m. Elle semble être une forme de ruisseaux de source de montagne, à parcours ombragé et à température relativement faible (5-16°C). Quant à *Athripsodes* sp., elle est plutôt thermophile de basse altitude. Elle est observée dans trois stations du bassin de l'oued Aïssi (alt. 200-380 m).

4. Discussion

Nous avons récolté et déterminé plus de 3900 larves et 45 nymphes de Trichoptères. Le peuplement est constitué par 32 taxons appartenant à 13 familles et 21 genres. Il nous semble raisonnable d'envisager la présence d'autres espèces dans la région géographique étudiée en tenant compte des formes rares déjà signalées des régions avoisinantes (Maroc, Tunisie) et de celles qui posent actuellement un problème de nomenclature tels que certains Hydroptilidae, Glossosomatidae et Limnephilidae.

Parmi les taxa répertoriés, deux genres et deux espèces sont de nouvelles citations pour l'Algérie, six autres taxons le sont pour la Grande-Kabylie, elles portent ainsi à un total de 49 les espèces ou taxa connus de cette région et à 74 ceux connus sur le territoire algérien.

L'étude des Trichoptères de Kabylie se trouve maintenant en pleine expansion. Comme on pouvait s'y attendre, ce peuplement présente une richesse spécifique comparable à celle des réseaux hydrographiques de la zone méditerranéenne. Ainsi, 61 espèces vivent au Liban (DIA 2016), 66 en Corse (GIUDICELLI & ORSINI 1986), 45 en Tunisie (MALICKY & LOUNACI 1987), 41 dans le Rif (HAJJI et al. 2013), 46 dans le Moyen-Atlas (DAKKI 1987) et 34 dans le Haut-Atlas (BOUZIDI 1989), mais cette richesse reste tout de même plus faible que celle des cours d'eau de l'Europe occidentale : 342 espèces pour la Péninsule Ibérique (GONZÁLEZ & MARTÍNEZ 2011), 381 espèces et 29 sous-espèces pour l'Italie (CIANFICONNI 2002), 461 espèces et sous-espèces pour la France (COPPA 2011).

Dans les cours d'eau étudiés, la plupart des genres sont représentés par une seule espèce (17 genres sur les 21 recensés). La famille dominante et la plus diversifiée est celle des Hydropsychidae (10 espèces). Elle est suivie par les Hydroptilidae (6 espèces) et les Glossosomatidae (4 espèces), dont l'importance quantitative est aussi beaucoup plus faible.

Six des 18 espèces observées en Grande-Kabylie sont endémiques : *Agapetus fuscus*, *Cheumatopsyche atlantis*, *Hydropsyche fezana*, *H. punica*, *H. resmineda* endémiques du Maghreb et *Beraea auresi* endémique d'Algérie. De même, les cours d'eau étudiés ici abritent plus de 66% des espèces algériennes. Ceci représente une proportion considérable dans la mesure où le bassin versant du Sébaou occupe une partie très restreinte de la superficie de l'Algérie. Ainsi cette richesse en Trichoptères souligne l'importance des hydrosystèmes de Kabylie au plan national.

La faune trichoptérologique collectée en Grande-Kabylie correspond dans sa globalité au peuplement des cours d'eau à écoulement rapide à moyen. Sa richesse spécifique maximale apparaît dans les zones d'altitude (900 - 1170 m) et de piémont (200 - 670 m). Ces portions de cours d'eau permettent en effet, la colonisation par des espèces aux exigences assez strictes, et donc la cohabitation de deux communautés : de montagne et de piémont. Inversement, cette

richesse spécifique est réduite dans les biotopes de plaine. Elle est liée aux impacts négatifs des diverses activités humaines et aux élévations excessives de la température estivale surtout marquées dans les parties inférieures des cours d'eau.

En effet, l'eurythermie des cours d'eau de Grande-la Kabylie associée à la réduction des écoulements de l'eau de surface et aux fortes températures estivales des milieux de basse altitude ont des conséquences sur la distribution altitudinale et écologique des espèces. Les taxons thermophiles tels que les Limnephilidae et les Leptoceridae, vivants habituellement dans les habitats du potamal des réseaux de l'Europe non méditerranéenne (DECAMPS 1967, 1968, GIUDICELLI et al. 1980), remontent ici en altitude à la recherche de conditions favorables de développement favorables. Cette influence climatique sur la remontée d'autres groupes d'invertébrés (Éphéméroptères, Plécoptères, Diptères Simuliidae) a été déjà signalée dans plusieurs rivières du bassin méditerranéen, notamment en Corse (GIUDICELLI et al. 1985), au Maroc (DAKKI 1986, BOUZIDI 1989) et en Algérie (LOUNACI et al. 2000b).

Les résultats de la présente étude ont permis l'acquisition de quelques données intéressantes aux points de vue faunistique, écologique et de la répartition des espèces. Ils complètent les travaux réalisés en région maghrébine et permettent ainsi de définir le statut écologique d'un certain nombre d'entre elles :

- *Stactobia* sp., *Wormaldia* sp., *Cheumatopsyche* sp., *Micrasema* sp., *Allogamus* sp., *Adicella* sp. sont alticoles et sténothermes d'eau froide. Elles ont pour habitat exclusif les émissaires de sources ;

- *Agapetus numidicus*, *Silonella aurata*, *Beraea auresi*, *Diplectronea* sp., *Thremma* sp. sont des formes montagnardes, sténothermes d'eau froide et rhéophiles. Leurs limites altitudinales inférieures sont beaucoup moins élevées que celles des espèces précédentes ;

- *Agapetus fuscus*, *Oxyethira unidendata*, *Oxyethira* sp., *Hydropsyche iberomaroccana*, *H. punica*, *Athripsodes* sp., *Psychomyia pusilla*, *Cheumatopsyche atlantis* sont rhéophiles et hémisténothermes. Elles sont significatives des zones de piémont des réseaux hydrographiques ;

- *Hydropsyche resmineda* est une forme thermophile. Elle abonde dans les parties inférieures des cours d'eau ;

- *Rhyacophila munda*, *Hydroptila vectis*, *Hydropsyche fezana*, *H. lobata*, *H. obscura*, *H. gr pellucidula*, *Polycentropus kingi*, *Tinodes* sp. sont à large valence écologique. Elles sont eurytopes et eurythermes.

- Quant à *Agapetus* sp., *Allotrichia pallicornis*, *Orthotrichia* sp., espèces à distribution fragmentée et dont l'écologie est encore mal connue, nous ne pouvons pour l'instant mieux définir leur répartition.

Au point de vue biogéographique, l'inventaire des Trichoptères recensés dans ce travail est nettement paléarctique, largement réparti dans la sous-région méditerranéenne. L'élément endémique domine ce peuplement. Sur les 18 espèces prises en compte, 6 ont une répartition limitée à l'Algérie ou au Maghreb, 7 ont une répartition Ouest-méditerranéenne et 5 sont à large répartition européenne.

Remerciements

Nous adressons nos plus vifs remerciements au Dr Alain Thomas pour la lecture critique du manuscrit, dont les remarques et commentaires ont contribué à bien améliorer le texte.

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, Univ. Alger. 118 pp.
- ARAB, A., S. LEK, A. LOUNACI & Y. S. PARK. 2004. Spatial and temporal patterns of benthic invertebrate communities in an intermittent river (North Africa). *Annales de Limnologie / International Journal of Limnology*, **40** (4): 317-327.
- BERRAHOUCHE, A., B. CELLOT & P. RICHOUX. 2001. Distribution des macroinvertébrés benthiques de la Moulouya et de ses principaux affluents (Maroc). *Annales de Limnologie / International Journal of Limnology*, **37** (3) : 223-235.
- BONADA, N., C. ZAMORA-MUNOZ, M. RIERADEVALL & N. PRAT. 2004. Trichoptera (insecta) collected in Mediterranean river basins of the Iberian Peninsula: taxonomic remarks and notes on ecology. *Graellsia*, **60** (1) : 41-69.
- BONADA, N., C. ZAMORA-MUNOZ, M. EL ALAMI, C. MURRIA & N. PRAT. 2008. New records of Trichoptera in reference Mediterranean climate rivers of the Iberian Peninsula and north of Africa: Taxonomical, Faunistic and Ecological aspects. *Graellsia*, **64** (2): 189-208.
- BOUZIDI, A. 1989. *Recherches hydrobiologiques sur les cours d'eau des massifs du Haut Atlas (Maroc). Bio-écologie des macroinvertébrés et distribution spatiale des peuplements*. Thèse de Doctorat d'État, Univ. Cadi Ayyad, Marrakech. 190 pp.
- CIANFICONNI, F. 2002. The third list of Italian Trichoptera (1999-2000). In Proceedings of the 10th International Symposium on Trichoptera, Potsdam, (W. Mey, ed.). *Nova Supplementa Entomologica*, Keltern, **15** : 349-358.
- COPPA, G. 2011. Inventaire national des Trichoptères de France : quelques résultats (Trichoptera). *Ephemera*, **12** (1) : 55.
- DAKKI, M. 1978. Le genre *Hydropsyche* au Maroc (Trichoptera Hydropsychidae). *Bulletin de l'Institut Scientifique de Rabat*, **3** : 111-119.
- DAKKI, M. 1979. *Recherches hydrobiologiques sur un cours d'eau du moyen Atlas (Maroc)*. Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle, Univ. Aix Marseille III. 126 pp.
- DAKKI, M. 1982. Trichoptères du Maroc. *Bulletin de l'Institut Scientifique de Rabat*, **6** : 139-155.
- DAKKI, M. 1986. *Recherches hydrobiologiques sur le haut Sebou (Moyen Atlas) ; une contribution à la connaissance faunistique, écologique et historique des eaux courantes Sud-méditerranéennes*. Thèse de Doctorat d'État, Univ. Rabat. 181 pp.
- DAKKI, M. 1987. Écosystèmes d'eau courante du haut Sébou (Moyen-Atlas) : études typologiques et analyses écologiques et biogéographiques des principaux peuplements entomologiques. *Travaux de l'Institut Scientifique de Rabat, Série Zoologie*, **42**: 99 pp.
- DÉCAMPS, H. 1968. Recherches écologiques sur les Trichoptères des Pyrénées. *Annales de Limnologie*, **4** (1): 1-150.
- DIA, A. 2016. Diversité, répartition et biogéographie des Trichoptères des rivières du Liban (Trichoptera). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 2015, **151** : 47-59.
- EL-ALAMI, M. & M. DAKKI. 1998. Peuplements d'Éphéméroptères et de Trichoptères de l'Oued Laou (Rif Occidental, Maroc) : distribution longitudinale et biotypologique. *Bulletin de l'Institut Scientifique de Rabat*. **21** : 51-70.
- GAUTHIER, H. 1928. *Recherches sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie*. Thèse de Doctorat d'État, Univ. Alger. 420 pp.
- GIUDICELLI, J., M. DAKKI & A. DIA. 1985. Caractéristiques abiotiques et hydrobiologiques des eaux courantes méditerranéennes. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, **22**: 2094-2101.
- GIUDICELLI, J., A. DIA & P. LEGIER. 1980. Étude hydrobiologique d'une rivière de région méditerranéenne, l'Argens (Var, France) : habitats, hydrochimie, distribution de la faune benthique. *Bijdragen tot de dierkunde*, **50** (2): 303-341.

- GIUDICELLI, J. & A. ORSINI. 1986. Trichoptères de Corse, biogéographie, écologie et distribution des espèces dans les cours d'eau. Proceedings of the 5th Symposium on Trichoptera. M. Bournaud & H. Tachet (ed.). *Junk Publishers*, **39**: 201-206.
- GONZÁLEZ, M. A. & H. MALICKY. 1999. Une nouvelle espèce de *Hydropsyche* du groupe *pellucidula* (Trichoptera, Hydropsychidae). *Braueria*, **26** : 25-26.
- GONZÁLEZ, M. A. & J. MARTÍNEZ, 2011. Checklist of the caddisflies of the Iberian Peninsula and Balearic Islands (Trichoptera). *Zoosymposia*, **5**: 115-135.
- HAJI, K., M. EL-ALAMI, N. BONADA & C. ZAMORA-MUNOZ. 2013. Contribution à la connaissance des Trichoptères (Trichoptera) du Rif (Nord du Maroc). *Boletín de la Asociación española de Entomología*, **37** (3-4) : 181-216.
- LESTAGE, H. 1925. Éphémères, 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, Univ. Alger. 133 pp.
- LOUNACI, A. 2005. *Recherches sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des macroinvertébrés des cours d'eau de la Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie)*; Thèse de Doctorat d'État, Univ. Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 209 pp.
- LOUNACI, A., S. BROSSE, S. AIT MOULOUD, D. LOUNACI-DAOUDI, M. MEBARKI & A. THOMAS. 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. BROSSE, A. G. B. THOMAS & S. LEK. 2000b. Abundance, diversity and community structure of macroinvertebrates in an Algerian stream: the Sebaou wadi. *Annales de Limnologie / International Journal of Limnology*, **36** (2): 123-133.
- MALICKY, H. & A. LOUNACI. 1987. Beitrag zur Taxonomie und Faunistik der Köcherfliegen von Tunesien, Algerien und Marokko (Trichoptera). *Opuscula Zoologica Fluminensia*, **14**: 1-20.
- MORTON, K.J. 1896a. Hydroptilidae collected in Algeria by A. E. Eaton. *Entomologist's Monthly Magazine*, **32**: 102-104.
- MORTON, K.J. 1896b. Two new Hydroptilidae from Scotland and Algeria respectively. *Entomologist's Monthly Magazine*, **34**: 107.
- NAVÁS, L. 1917. Trichoptères nouveaux de l'Algérie. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord*, **8** : 1-15.
- NAVÁS, L. 1928. Insectes névroptères et voisins de Barbarie. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord*, **19**: 189-190.
- SEURAT, L. G. 1930. Exploration zoologique de l'Algérie de 1830 à 1930. Collection du centenaire de l'Algérie. Masson, Paris. 708 pp.
- TAYOUB, H. 1989. *Étude hydrobiologique d'un réseau hydrographique rifain, l'oued Laou : Typologie et Écologie des Trichoptères*. Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle, Univ. Rabat. 137 pp.
- TOBIAS, D. & W. TOBIAS. 2008. *Caddisflies of the West Palearctic and Afrotropical regions of Africa-Working documents*. http://trichoptera.insects-online.de/Trichoptera_africana/index.htm.
- VAILLANT, F. 1953. Deux Trichoptères nouveaux du Sahara Central. *Bulletin de la Société zoologique de France*, **78** : 149-157.
- VAILLANT, F. 1954. Three new species of Trichoptera from Algeria. *Annals and Magazine of natural History*, **12** (7): 138-142.
- VAILLANT, F. 1955. Recherches sur la faune macricole de France, de Corse et d'Afrique du Nord. *Mémoires Muséum Histoire Naturelle, Paris (Zool.)*. **11** : 1-258.

Résumé

Une étude trichoptérologique a été réalisée dans le bassin versant du Sébaou (Kabylie, Algérie) durant trois années consécutives (2011-2013). Trente stations lotiques ont été prospectées entre 100 et 1170 m d'altitude et les prélèvements de Trichoptères (larves, nymphes) ont été faits à l'aide de moyen d'échantillonnage quantitatif complété par des prélèvements qualitatifs. Le filet Surber est utilisé pour le faciès lotique, le Troubleau pour le faciès lentique et le filet entomologique pour la chasse d'adultes.

Le présent travail a permis de recenser 32 espèces de Trichoptères réparties en 21 genres et 13 familles. La famille des Brachycentridae et les genres *Micrasema* et *Allogamus* sont nouveaux pour l'Algérie et six espèces (*Allotrichia pallicornis*, *Hydroptila vectis*, *Orthotrichia* sp., *Stactobia* sp., *Hydropsyche fezana* et *Hydropsyche obscura*) le sont pour la Kabylie. Par ailleurs, dans des relevés complémentaires effectués dans les massifs montagneux des Aurès, deux autres espèces sont de nouvelles citations : *Limnephilus barbagaensis* n.sp. est nouvelle pour la science et *Micropterna testacea* l'est pour l'Afrique du Nord. Ces résultats portent à 41 le nombre d'espèces de Trichoptères connu actuellement de Kabylie et à 83 sur le territoire national. Ceci constitue une appréciable contribution à la connaissance des Trichoptères du Maghreb.

La faune trichoptérologique de Kabylie est nettement paléarctique, dominée par des éléments à distribution Ouest-méditerranéenne. Son originalité est marquée par la présence d'une proportion élevée d'endémiques (35 %). La distribution longitudinale des espèces des cours d'eau de Kabylie semble être déterminée essentiellement par l'effet station qui dépend évidemment de la structure et de la composition de la mosaïque d'habitats offertes à la faune trichoptérologique des cours d'eau étudiés.

Une analyse factorielle des correspondances et une classification ascendante hiérarchique ont permis de définir une distribution spatiale à trois zones, avec des peuplements bien déterminés. La première, mal définie, se dessine autour de deux sous-groupes : le premier comprend les espèces alticoles dont le développement s'accommode de températures basses, le second comprend les formes montagnardes à amplitude altitudinale assez large (380-1170 m). La seconde zone se dessine autour de 7 espèces sténotopes et qui semblent ne pas supporter le réchauffement de la basse vallée. Ce groupe d'espèces peut être considéré comme significatif de la zone de transition rhithral-potamal. La troisième zone englobe trois stations individualisées par la présence de 5 espèces ayant pour habitat préférentiel les torrents de moyenne montagne (alt. 480-910 m) à couvert végétal très dense.

Mots clés : Trichoptères, cours d'eau, écologie, biogéographie, Kabylie, Algérie.

Abstract

A trichopterological study has been carried out in the Sebaou River basin (Kabylia, northern Algeria) during three consecutive years (2011-2013). Thirty lotic plots were surveyed along an elevation gradient from 100 to 1,170 m. The collection of the Trichoptera larvae and nymphs was performed using the quantitative sampling method, which was supplemented by qualitative samples. The Surber and the kick nets were used in the lotic and the lentic facies respectively, and the entomological net was adopted for the capture of adults.

A total of 32 species belonging to 21 genera and 13 families were collected. The family Brachycentridae and the genera *Micrasema* and *Allogamus* are new to Algeria, and six species (*Allotrichia pallicornis*, *Hydroptila vectis*, *Orthotrichia* sp., *Stactobia* sp., *Hydropsyche fezana* and *Hydropsyche obscura*.) are new to the region of Kabilia. Moreover, additional samples from the massifs of the Aures region (northern Algeria) allowed identifying two other new species: *Limnephilus barbagaensis* n.sp. is new to science and *Micropterna testacea* is new to North Africa.

These findings bring the total number of currently identified Trichoptera species to 41 in the Kabylie region and to 83 in Algeria. This constitutes a significant contribution to the knowledge of the Trichoptera in the Maghreb.

The Trichopteran fauna of Kabylia is clearly Palaearctic, dominated by western Mediterranean distribution elements. Its originality is marked by a high ratio of endemics taxa (35%). The longitudinal distribution of the watercourses species in Kabylia seems to be mainly determined by local site effects, which depend on the structure and the composition of the mosaic of the habitats available for the Trichopteran fauna of the study area.

The correspondence factor analysis and the ascending hierarchical classification allowed defining a spatial distribution with three zones. The first zone, which is not well-defined, is formed around two sub-groups: the first consists of high altitude fauna, adapted to low temperatures; the second comprises mountainous species adapted to wide elevational range (380-1170 m). The second zone is formed by seven stenotopic species, which do not seem to support the warming conditions that prevail in the lower valley. This group can be considered as specific to the rhithral-potamal transition zone. The third zone includes three plots characterized by the presence of five species, which have as preferred habitat the mid-altitudes torrents (480-910 m) with a dense vegetation cover.

Keywords: Trichoptera, watercourses, ecology, biogeography, Kabylia, Algeria.