

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOU MAMMARI DE TIZI-OUZOU  
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



THESE DE DOCTORAT  
Spécialité : Sciences Biologiques

Présentée par :

**YASRI-CHEBOUBI Nabila**

Sujet :

**RECHERCHES SUR LA FAUNISTIQUE, L'ECOLOGIE ET LA  
ZOOGEOGRAPHIE DES PLECOPTERES D'ALGERIE**

Soutenue publiquement le 25 / 06 / 2018 Devant le jury d'examen composé de :

<b>Président :</b>	Mr BOUKHEMZA Mohamed	Professeur	UMMTO
<b>Directeur de thèse :</b>	Mr LOUNACI Abdelkader	Professeur	UMMTO
<b>Examineurs :</b>	Mr ARAB Abdeslam	Professeur	USTHB
	Mme BRAHMI Karima	Professeur	UMMTO
	Mme KHERBOUCHE Ourida	Professeur	USTHB
	Mme TAZEROUTI Fadila	Professeur	USTHB

## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier tout d'abord mon directeur de thèse, Monsieur **LOUNACI Abdelkader**, Professeur à l'Université Mouloud Mameri de Tizi Ouzou, pour avoir accepté de diriger ce travail de sa haute compétence et pour les nombreux conseils éclairés qu'il n'a cessé de me prodiguer.

Avant d'entreprendre l'exposé des résultats de la présente étude, qu'il me soit permis d'exprimer ma profonde gratitude à Monsieur **BOUKHEMZA Mohamed**, pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider le jury de cette thèse.

J'exprime aussi mes remerciements et ma profonde reconnaissance à Mr **ARAB Abdeslam**, Mme **BRAHMI Karima**, Mme **KHERBOUCHE Ourida** et Mme **TAZROUTI Fadila**, pour avoir accepté de juger ce travail en dépit de leurs nombreuses responsabilités.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à Monsieur **VINÇON Gilles**, spécialiste des Plécoptères, pour son accueil et la confiance qu'il a témoigné durant mon séjour à Grenoble. J'ai beaucoup apprécié son aide, ses précieux conseils et les critiques judicieuses qu'il m'a prodigué lors de mes travaux.

Je tiens également à exprimer mes remerciements à tous mes amis et collègues, en particulier **Dhya LOUNACI**, **Samira SEKHI**, **Sabrina HAOUCHINE**, **Nassima BENAMEUR**, **Khadidja MEZIANI** ainsi que toute sa famille, **Sabra CHEBOUBI**, qui m'ont aidé, encouragé et soutenu tout au long de ce travail.

Je voudrai aussi remercier les responsables des Parc Nationaux d'El Kala et de Belezma, pour m'avoir facilité l'accès au sein des Parcs. Aussi un grand remerciement à Mr **Abdeslame**, Mr **Nouri** et Mr **Karim** qui m'ont accompagné pendant toutes les périodes de récoltes.

Mes remerciement s'adressent aussi à la personne la plus chère des mes amies et collègues **Rabiah BOUISRI-NACEF**, qui m'a aidé lors de la réalisation des récoltes, encouragé et soutenu tout au long de ce travail.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance et mes remerciements à toute ma famille. A ces remerciements, j'ai le grand plaisir d'associer ceux de : mon **Père** et ma **Mère** qui m'ont soutenu durant toute la durée de la réalisation de cette thèse et qui sans eux ce travail n'aura pas vu le jour ; mon frère **Hichem** et mes sœurs **Kahina, Radia et Houda**.

Je voudrai enfin remercier mon époux **ABDELHALIM** et mes princesses **Zeineb-Roudina** et **Dania** qui ne m'ont jamais reproché mes absences répétées et qui ont su, tout au long de l'élaboration de ce travail, m'apporter leur aide et leurs encouragements. Qu'ils acceptent le témoignage de toute mon affection et mon amour.

Enfin, que tout ceux que j'ai oublié de citer, et qui m'ont aidé à mener cette étude à terme trouvent ici l'assurance de mes sentiments les plus sincères.

## Résumé

Ce travail est la première investigation à peu près complète sur les Plécoptères d'Algérie. Plusieurs réseaux hydrographiques (Mazafran, El Harrach, Kabylie du Djurdjura, Kabylie de la Soummam, Parc National du Belezma, Parc National d'El Kala), caractérisés par leur caractère globalement temporaire ont été explorés du point de vue faunistique, écologique et biogéographique.

37 stations regroupant une grande variété d'eaux courantes, depuis les ruisseaux de haute altitude jusqu'aux rivières, ont été prospectées. Ces stations sont situées à des altitudes variant de 1680 à 140 mètres au-dessus de la mer. Vingt cinq taxa de Plécoptères appartenant à 6 familles et 11 genres ont été dénombrés. Quatre espèces sont des premières citations pour l'Algérie (*Protonemura drahamensis*, *Protonemura algerica bejaiana*, *Leuctra sartorii* et *Leuctra khroumiriensis*) et deux sont des espèces nouvelles décrites récemment (*Amphinemura berthelemyi*, *Leuctra dhyae*).

L'abondance, la richesse spécifique et la distribution longitudinale des Plécoptères récoltés ont été étudiées. Elles ont permis de mettre en évidence l'importance de ce groupe d'insectes dans les zones de montagne et de piémont à parcours ombragé (1300 – 350 m). Au contraire, la faible diversité des zones de basse altitude (< 300) peut être attribuée à une température de l'eau élevée, à un faible débit ainsi qu'à l'influence des perturbations anthropiques. De même, la faible diversité des ruisseaux d'altitude (>1300 m) semble due aux conditions constantes du milieu (fond érodé à substrat homogène, largeur du lit réduite, couvert végétal absent).

Dans les cours d'eau étudiés, comme dans toutes les régions naturelles, on observe une succession amont-aval et un remplacement altitudinal des espèces congénères : cas des éléments des genres *Leuctra* et *Protonemura* qui montrent une nette complémentarité dans leur distribution. En effet, dans les zones d'altitude, nous rencontrons 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 moyenne montagne et piémont, ce sont plutôt les éléments qui marquent la transition amont-aval qui s'installent.

Les espèces de Plécoptères signalées à ce jour dans les trois pays du Maghreb sont au nombre de 38 : 28 au Maroc, 25 en Algérie et 17 en Tunisie. Ce peuplement, essentiellement d'origine paléarctique, est dominé par les éléments à distribution Ouest-méditerranéenne, avec une proportion élevée d'espèces endémiques (22 espèces, soit 57,89%).

**Mots clés :** Plécoptères, cours d'eau, Algérie, faunistique, écologie, biogéographie.

## Abstract

This work is the first almost complete investigation of the Plecoptera of Algeria. Several hydrographic networks (Mazafran, El Harrach, Kabylia of Djurdjura, Kabylia of Soummam, Belezma National Park, El Kala National Park), characterized by their globally temporary character have been explored from the faunistical, ecological and biogeographical point of view.

37 stations containing a wide variety of running waters, from high-altitude streams to rivers, have been surveyed. These stations are located at altitudes ranging from 1680 to 140 meters above the sea. 25 Plecoptera taxa belonging to 6 families and 11 genera were enumerated. Four species are first citations for Algeria (*Protonemura drahamensis*, *Protonemura algerica bejaiana*, *Leuctra sartorii* and *Leuctra khroumiriensis*) and two are new species recently described (*Amphinemura berthelemyi*, *Leuctra dhyae*).

Abundance, species richness and longitudinal distribution of Plecoptera were studied. They made it possible to highlight the importance of the elements of this group of insects in the shaded mountain and piedmont areas (1300 - 350 m). On the contrary, the low diversity of low elevation areas (<300) can be attributed to high water temperature, low flow, and the influence of anthropogenic disturbances. Similarly, the low diversity of high-altitude streams (> 1300 m) appears to be due to constant environmental conditions (eroded bottom with homogeneous substrate, reduced bed width, absent vegetation cover).

In the rivers studied, as in all natural regions, there is an upstream-downstream succession and an altitudinal replacement of congeners species: the *Leuctra* and *Protonemura* genera show a clear complementarity in their distribution. Indeed, in the high altitude areas, we encounter the alticol elements, rheophiles and stenotherms of cold water. At low altitude, it is the thermophilic elements that settle and in the mid-mountain and piedmont areas, are rather the elements that mark the upstream-downstream transition that settle.

The Plecoptera species reported to date from the three Maghreb countries are 38: 28 in Morocco, 25 in Algeria and 17 in Tunisia. This population, mainly of Palearctic origin, is dominated by elements with a West Mediterranean distribution, with a high proportion of endemic species (22 species, or 57.89%).

**Key words : Plecoptera, river, Algeria, faunistics, ecology, biogeography.**

## Liste des tableaux

**Tableau 1** : Paramètres mésologiques pris en compte dans les stations étudiées.

**Tableau 2** : Répartition des Plécoptères dans les stations étudiées (les chiffres indiquent l'abondance moyenne par 0,09 m<sup>2</sup>).

**Tableau 3**: Evolution de la richesse spécifique et de l'abondance numérique des Plécoptères recensés en fonction de l'altitude.

**Tableau 4** : distribution et endémisme des Plécoptères de la région maghrébine.

**Tableau 5** : Nombre d'espèce de Plécoptères communs dans les trois pays de Maghreb.

**Tableau 6** : Nombre d'espèce de Plécoptères communs aux différentes régions du Maghreb.

**Tableau 6** : distribution et endémisme des Leuctridae dans la région Ouest Méditerranéenne.

## Liste des figures

- Figure 1** : Localisation du parc national de Chr ea
- Figure 2** : Situation Générale de la plaine de la Mitidja
- Figure 3** : Situation générale de la Kabylie
- Figure 4** : Localisation du parc national de Belezma
- Figure 5** : Localisation du Parc National d'El Kala
- Figure 6** : Carte géologique de la Mitidja
- Figure 7** : les grandes unités morphostructurales de la grande Kabylie
- Figure 8** : Cadre géologique du parc national de Belezma
- Figure 9** : Cadre géologique du parc national d'El Kala
- Figure 10** : Précipitations moyennes interannuelles des régions d'étude : période 2003-2012
- Figure 11** : Précipitations moyennes annuelles des régions d'étude : période 2003-2012
- Figure 12** : Précipitations moyennes mensuelles des régions d'étude : période 2003-2012
- Figure 13** : Températures moyennes mensuelles des régions d'étude : période 2003-2012
- Figure 14** : Digramme ombrothermique des régions d'étude. Période 2003-2012
- Figure 15** : Réseaux hydrographiques de Mouzaia et de l'oued El harrach et emplacement des stations
- Figure 16** : Cours d'eau du Djurdjura et emplacement des stations
- Figure 17** : Cours d'eau et stations d'étude de la Kabylie de la Soummam.
- Figure 18** : Cours d'eau du Parc National de Belezma et emplacement des stations d'étude
- Titre 19** : Cours d'eau du Parc National d'El Kala et emplacement des stations
- Figure 20** : vitesses moyennes du courant dans les stations échantillonnées
- Figure 21** : profondeurs moyennes de la lame d'eau et largeurs moyennes du lit dans les stations échantillonnées.
- Figure 22** : Amplitudes thermiques enregistrées dans les stations d'étude.
- Figure 23** : Richesse spécifique des Plécoptères recensés dans les cours d'eau étudiés.
- Figure 24** : Richesse spécifique des Plécoptères recensés dans les différentes stations prospectées
- Figure 25** : Abondances numériques des familles recensées aux stations étudiées
- Figure 26** : Abondances et occurrences relatives des espèces recensées dans les cours d'eau étudiés.

**Figure 27** : Richesse spécifique et abondance des Plécoptères recensés en fonction de l'altitude.

**Figure 28** : Répartition géographique des Perlodidae et des Perlidae dans le Maghreb.

**Figure 29** : Répartition géographique des Taeniopterygidae et des Capniidae dans le Maghreb.

**Figure 30** : distribution géographique des Nemouridae dans le Maghreb.

**Figure 31** : distribution géographique des Leuctridae dans le Maghreb

**Figure 32** : clé d'identification d'*Afroperlodes lecerfi*.

**Figure 33** : clé d'identification d'*Eoperla ochracea*.

**Figure 34** : clé d'identification de *Brachyptera algerica*.

**Figure 35** : clé d'identification de *Brachyptera auberti*.

**Figure 36** : clé d'identification d'*Amphinemura berthelemyi*

**Figure 37** : clé d'identification de *Protonemura algerica algerica*

**Figure 38** : Epiproctes des espèces algériennes du sous groupe de *Protonemura talboti*

**Figure 39**: clé d'identification de *Protonemura algerica bejaiana*

**Figure 40**: clé d'identification de *Protonemura ruffoi*

**Figure 41** : clé d'identification de *Protonemura talboti*

**Figure 42** : clé d'identification de *Protonemura drahamensis*

**Figure 43** : clé d'identification de *Capnioneura petitpierreae*

**Figure 44** : clé d'identification de *Capnopsis schilleri*

**Figure 45** : clé d'identification de *Leuctra dhyae*

**Figure 46** : clé d'identification de *Leuctra geniculata*

**Figure 47** : clé d'identification de *Leuctra khroumiriensis*

**Figure 48** : clé d'identification de *Leuctra medjerdensis*

**Figure 49** : clé d'identification de *Leuctra sartorii*

**Figure 50** : clé d'identification de *Leuctra tunisica*

**Figure 51** : clé d'identification de *Tyrrhenoleuctra tangerina*

# Sommaire

<b>Introduction Générale</b> .....	1
------------------------------------	---

## **Chapitre 1 : Milieu d'étude**

1.- Situation et cadre géographique des régions d'étude .....	3
2.-Cadre géologique .....	7
3.- Climat général .....	12
3.- 1.- Précipitations .....	13
3.- 2.- Températures .....	16
3.-3.- Diagramme ombrothermique de BAGNOULS & GAUSSEN .....	18
4.- la végétation .....	19
5.- Végétation des cours d'eau .....	20
6.- Perturbations anthropiques .....	21

## **Chapitre 2 : Sites d'étude et Méthodes**

1.-Descriptions d'ensemble des réseaux hydrographiques et emplacement des stations.....	22
2.-Description des cours d'eaux et des stations étudiés .....	23
2.1.- Réseaux hydrographiques de l'oued Mazafran et de l'oued El Harrach .....	23
2.2.- Le réseaux hydrographiques du sous-bassin de l'oued Aissi et les ruisseaux de montagne de Tala-Guikéf (Djurdjura Occidentale) .....	29
2.3.- Les cours d'eau de la Kabylie de la Soumman .....	34
2.4.- Les cours d'eau du parc national de Belezma (Batna) .....	37
2.5.- Les cours d'eau du parc national d'El Kala (El Taref) .....	39
3.- Paramètres environnementaux .....	43
3.-1.- profils topographiques .....	44
3.-2.- Débits .....	44
3.-3.- Vitesse du courant .....	46
3.-4.- Profondeur et section mouillée .....	48
3.-5.- Substrat .....	48
3.-6.- Végétation bordante .....	49
3.7.- Température de l'eau .....	49
4.- Méthode d'étude .....	50
4.-1.-Technique d'échantillonnage .....	50
4.-2.- Conservation des échantillons .....	52

4.-3.- Tri et identification des échantillons .....	52
5.-Méthodes d'analyse de la structure du peuplement .....	52
5.-1.- La Richesse spécifique .....	52
5.-2.- Abondance relative .....	53
5.-3.- Occurrence des espèces .....	53

### Chapitre 3 : Résultats et Discussions

1.-Analyse de la diversité du peuplement .....	56
1.-1.- Faunistique .....	56
1.-2.- Richesse spécifique et abondance des espèces.....	59
1.2.1.- Richesse spécifique .....	59
1.2.2.-Abondances et occurrences des espèces recensées .....	62
1.-3.- Limites altitudinales des espèces.....	65
2.-Ecologie des Plécoptères recensées .....	70
2.-1.- Famille des Perlodidae Klapálek, 1912 .....	70
2.-2.- Famille des Perlidae Latreille, 1802 .....	71
2.-3.- Famille des Taeniopterygidae Klapálek, 1905 .....	73
2.-4.- Famille des Nemouridae Newman, 1853.....	76
Article 1 : A new <i>Amphinemura</i> from Central Maghreb (Algeria, Tunisia): <i>A. berthelemyi</i> sp. n. (Plecoptera: Nemouridae).	
Article 2 : The Nemouridae from Algeria (Insecta: Plecoptera).	
2.-5.- Famille des Capniidae Klapálek, 1905.....	81
2.-6.- Famille des Leuctridae Klapálek, 1905 .....	82
Article 3 : A review of the Algerian Leuctridae with the description of <i>Leuctra dhyae</i> sp. n. from central Algeria (Plecoptera: Leuctridae)	
3.-Distribution et endémisme des Plécoptères du Maghreb .....	89
4.-Distribution et endémisme des Plécoptères dans la région ouest- méditerranéenne.....	94
5.-Biogéographie des espèces maghrébines .....	96
6.-Clé d'identification des Plécoptères recensés .....	98

<b>Conclusion Générale</b> .....	131
----------------------------------	-----

<b>Références bibliographiques</b> .....	134
--	-----

### Annexes

---

## Introduction

Les cours d'eau sont parmi les écosystèmes les plus complexes et dynamiques. Dans les études de leur écologie, la communauté des macroinvertébrés benthiques possède une grande importance pour la compréhension de la structure et le fonctionnement de ces écosystèmes. L'environnement des cours d'eau offre des caractéristiques qui obligent les organismes qu'il abrite à s'y adapter selon leurs préférences.

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

Si la faune des Plécoptères d'Europe est dans l'ensemble bien connue, des lacunes persistent en Afrique du Nord où les recherches sur ce groupe ont été beaucoup plus limitées. Les données préliminaires ont été apportées par LESTAGE (1925) et AUBERT (1956, 1961) citant une vingtaine d'espèces en Algérie et au Maroc.

La connaissance de la répartition et de l'écologie de ce groupe d'insectes en Algérie est encore à ses débuts. En effet, depuis la parution des travaux de BERTHELEMY (1973) qui fut une mise au point des connaissances sur les Plécoptères de ce pays (dressant une liste de 11 espèces), rares sont les travaux entièrement dédiés à ce groupe. Les différentes études réalisées sur les cours d'eau algériens citent de nombreux taxons appartenant à cet ordre d'insectes, à côté d'autres nombreux macroinvertébrés benthiques. On peut citer celles de LOUNACI (1987) et AIT MOULOUD (1988) sur la faune des cours d'eau de l'oued Aissi, ARAB (1989) sur les macroinvertébrés de l'oued Chiffa et Mouzaia, LOUNACI-DAOUDI (1996) sur les macroinvertébrés du réseau hydrographique du Sébaou, LOUNACI et *al.* (2000a) sur la faune benthique du bassin de l'oued Sébaou, LOUNACI et *al.* (2000b) sur l'abondance, la richesse spécifique et la structure des communautés de macroinvertébrés de l'oued Sébaou, MEBARKI (2001) sur la faune benthique de trois réseaux hydrographiques de Kabylie, ARAB (2004) sur la faune benthique des réseaux hydrographiques du Chellif et du Mazafran, LOUNACI (2005) sur la faune benthique des cours d'eau de Kabylie du Djurdjura, YASRI (2009) sur les macroinvertébrés du réseau hydrographique du Mazafran, SEKHI (2010) sur les macroinvertébrés des oueds Tiout, Hadjadj et Moghrar (wilaya de Naâma), HAOUCHINE (2011) sur les macroinvertébrés de la Kabylie du Djurdjura.

---

Quand aux travaux dédiés entièrement aux Plécoptères, seules deux études ont été réalisées, celle de GAGNEUR & ALIANE (1991) dans le nord ouest algérien (Tafna) et celle de LOUNACI & VINÇON (2005) en Kabylie du Djurdjura.

Le présent travail se veut une étude hydrobiologique globale sur quelques réseaux hydrographiques algériens. Il est axé principalement sur les données faunistiques et propose:

- de rassembler les données bibliographiques sur les Plécoptères, groupe d'insectes peu étudié jusqu'à présent,

- de dresser, dans la mesure du possible, une liste faunistique de référence pour ce même groupe d'insectes,

- une analyse de la répartition des données faunistiques en relation avec l'altitude et l'habitat, pour une meilleure connaissance de l'écologie des espèces du peuplement et de leur distribution.

Par ailleurs, une étude zoogéographique des hydrosystèmes d'Algérie semblait nécessaire pour pouvoir compléter et approfondir les différentes relations qui peuvent exister entre la faune d'Algérie et celle des régions voisines.

L'ensemble de ce travail se compose de trois chapitres :

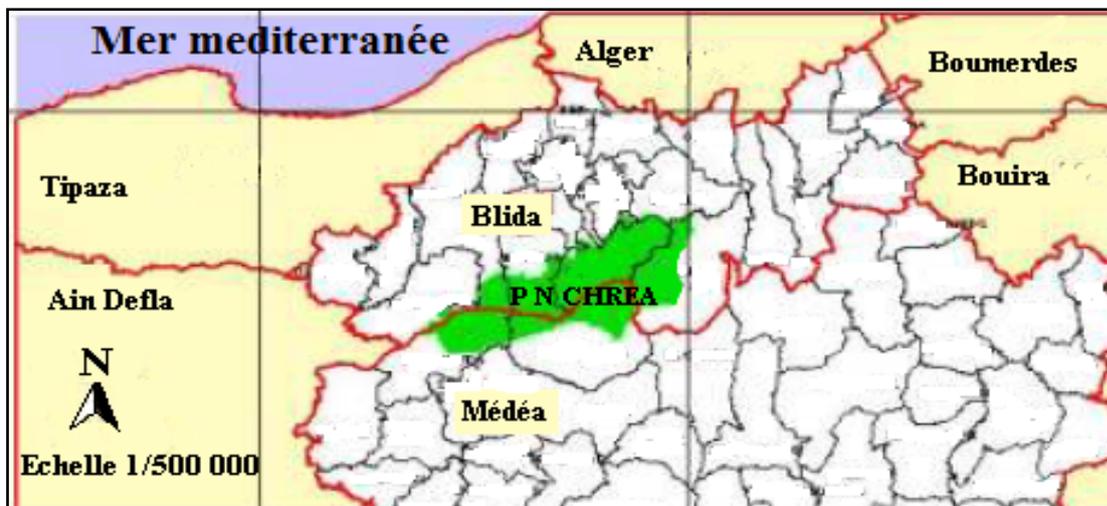
- Le premier résume les principales caractéristiques physiques et environnementales des régions d'étude : géographie, géologie, climatologie et impact humain ;
- Le second traite de la description détaillée des sites d'étude, des méthodes et techniques d'échantillonnage;
- Le troisième chapitre, le plus important, est consacré à l'étude de la faune, y compris les analyses écologiques et biogéographiques des espèces inventoriées, et la réalisation d'une clé d'identification des Plécoptères recensés. Certains passages de ce chapitre sont élaborés à partir d'articles publiés et sont intégrés in extenso dans cette thèse, ce qui explique que ces passages sont rédigés en langue anglaise et puisse présenter quelques redondance avec la partie relative à l'autoécologie des espèces et leur répartition.

### 1.- Situation et cadre géographique des régions d'étude

Le présent travail a été mené dans le Centre-Nord et l'Est de l'Algérie : l'Algérois (Parc National de Chréa), la Kabylie (Kabylie du Djurdjura et Kabylie de la Soummam), Batna (le Parc National de Belezma) et El Kala (Parc National d'El Kala).

#### 1.1.- Le Parc national de Chréa

Le Parc national de Chréa est situé à 50 km au Sud-Ouest d'Alger. Il chevauche avec les wilayates de Blida et de Médéa (figure 1). Il s'étend en écharpe sur environ 26580 ha le long des parties centrales de la chaîne de l'Atlas Tellien, il est compris entre les latitudes Nord  $36^{\circ} 19' / 36^{\circ} 30'$  et les longitudes Est  $2^{\circ}38' / 3^{\circ}02'$ . Il a été créé en 1983 et est classé en 2002 comme réserve mondiale de la biosphère. Il constitue le deuxième grand parc naturel d'Algérie après celui d'El Kala.



**Figure 1 :** Localisation du parc national de Chréa (APNA 2006, modifiée)

Le parc national de Chréa domine vers le Nord la Mitidja. C'est une vaste plaine d'environ 100 km de longueur et dont la largeur varie de 15 à 18 km. C'est une dépression en carène qui s'allonge d'Est en Ouest du massif de Bouzaréa au massif de Chenoua et qui s'incurve du Nord au Sud du Sahel à l'Atlas Telléen. La plaine est limitée à l'Ouest par l'Oued Nador, à l'Est par le plateau de l'Oued Boudouaou, au Sud par l'Atlas Mitidjien ou Blidéen et enfin-au Nord, par le Sahel qui tranche nettement sur la plaine mitidjienne bien que son altitude n'excède guère 260 mètres (figure 2).

Le parc national de Chréa regroupe les reliefs montagneux composés respectivement d'Est en Ouest des monts de Hammam Melouane, des crêtes de Chréa et des monts de Mouzaia. Il enregistre une dénivelée très importante marquée par le point culminant à 1627 m à Koudiat Sidi Abdel Kader (Crêtes de Chréa) et le point le plus bas à 217 m (la Chiffa).

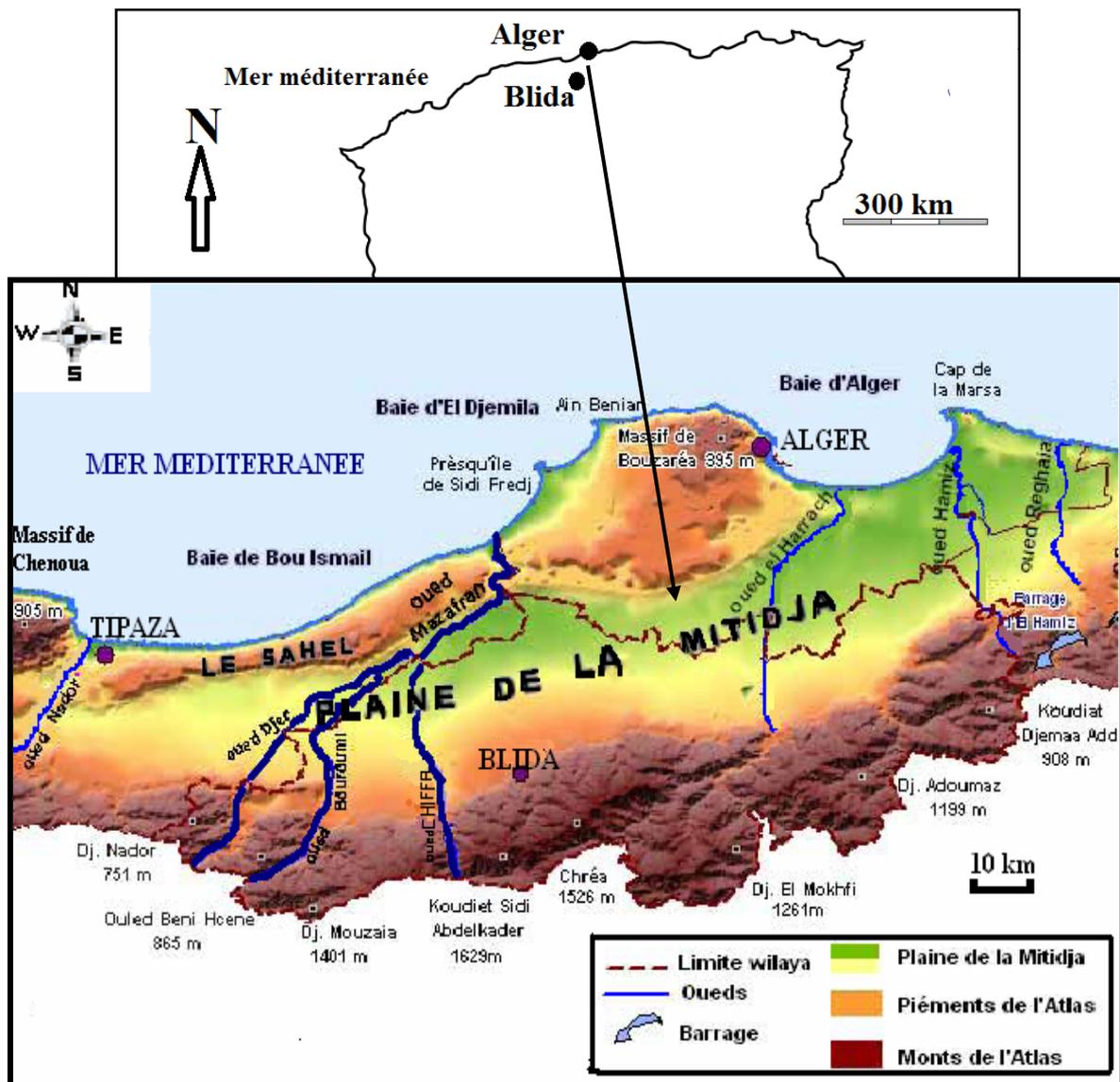


Figure 2 : Situation Générale de la plaine de la Mitidja (Programme d'Aménagement Côtier, 2005).

## 1.2.- La Kabylie

La Kabylie est située dans le centre Nord de l'Algérie, à une centaine de Km à l'Est d'Alger (figure 3). Elle s'étend d'Ouest en Est de Thenia à Béjaia et du Sud au Nord, depuis les sommets ou crêtes calcaires du massif du Djurdjura et du massif de l'Akfadou (Tala-Guilef, Tikjda, Tizi N'Kouilal, col de Tirourda, col de Chellata et col de l'Akfadou (dont les altitudes dépassent les 1400 m) jusque dans les piémonts et les plaines de Tizi Ouzou (vallée du Sébaou) et de Béjaia (vallée de la Soummam).

La Kabylie du Djurdjura : le Djurdjura est le plus haut massif de l'Atlas tellien avec des sommets dépassant fréquemment 2000 m d'altitude (point culminant Lalla Khedidja à 2308

m). Le massif domine vers le Sud les plaines de Bouira et la vallée de la Soummam, et vers le Nord, la Haute Kabylie constituée des massifs métamorphiques, au Centre, les vallées étroites, à l'Est, les vallées parallèles à la chaîne et à l'Ouest, la grande dépression Mechtras-Boghni-Draa el Mizan.

La Kabylie de la soummam: elle est située entre les grands massifs du Djurdjura (alt. 2038 m), des Bibans (alt. 1840 m) et les Babors (alt. 2004 m). Sa principale caractéristique est d'être composée de deux plateaux (Bouira à l'Ouest et Sétif à l'Est) et de la vallée de la Soummam.

Le bassin versant de la Soummam est limité au Nord par les montagnes du massif du Djurdjura, par la mer méditerranée et les chaînes côtières de la Kabylie de la Soummam. Au Sud, il est limité par le contrefort des monts de Hodna (ZOUGGAGHE & MOALI, 2009).

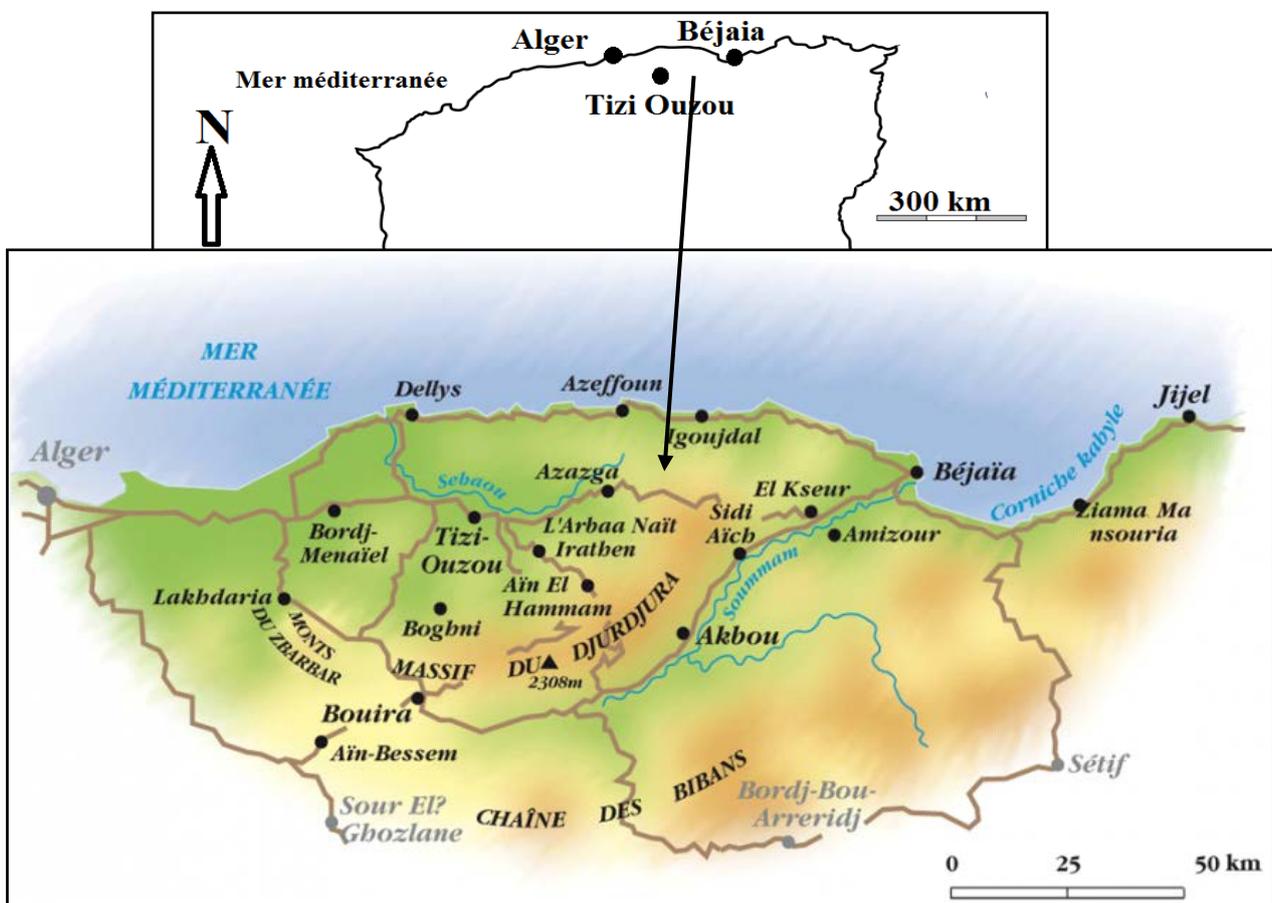


Figure 3 : Situation générale de la Kabylie (SI ZOUBIR, 1994)

### 1.3.- Le Parc national de Belezma

Le parc national de Belezma a été créé en 1984. Il se situe dans la partie orientale de l'Algérie du Nord, dans le massif montagneux de Belezma (wilaya de Batna) qui se trouve à

l'extrémité Ouest du Monts des Aurès. D'une superficie d'environ 26 250 ha, il s'étend sur des zones montagneuses de hautes et moyennes altitudes : Djebel Refâa (2178 m), Djebel Tichaou (2136 m), Djebel Tuggurt (2090 m), Djebel Kasrou (1641 m), Djebel Maâgel (1500 m). Il est subdivisé en trois secteurs : Fesdid, Oued Chaaba et Oued El Ma (figure 4)

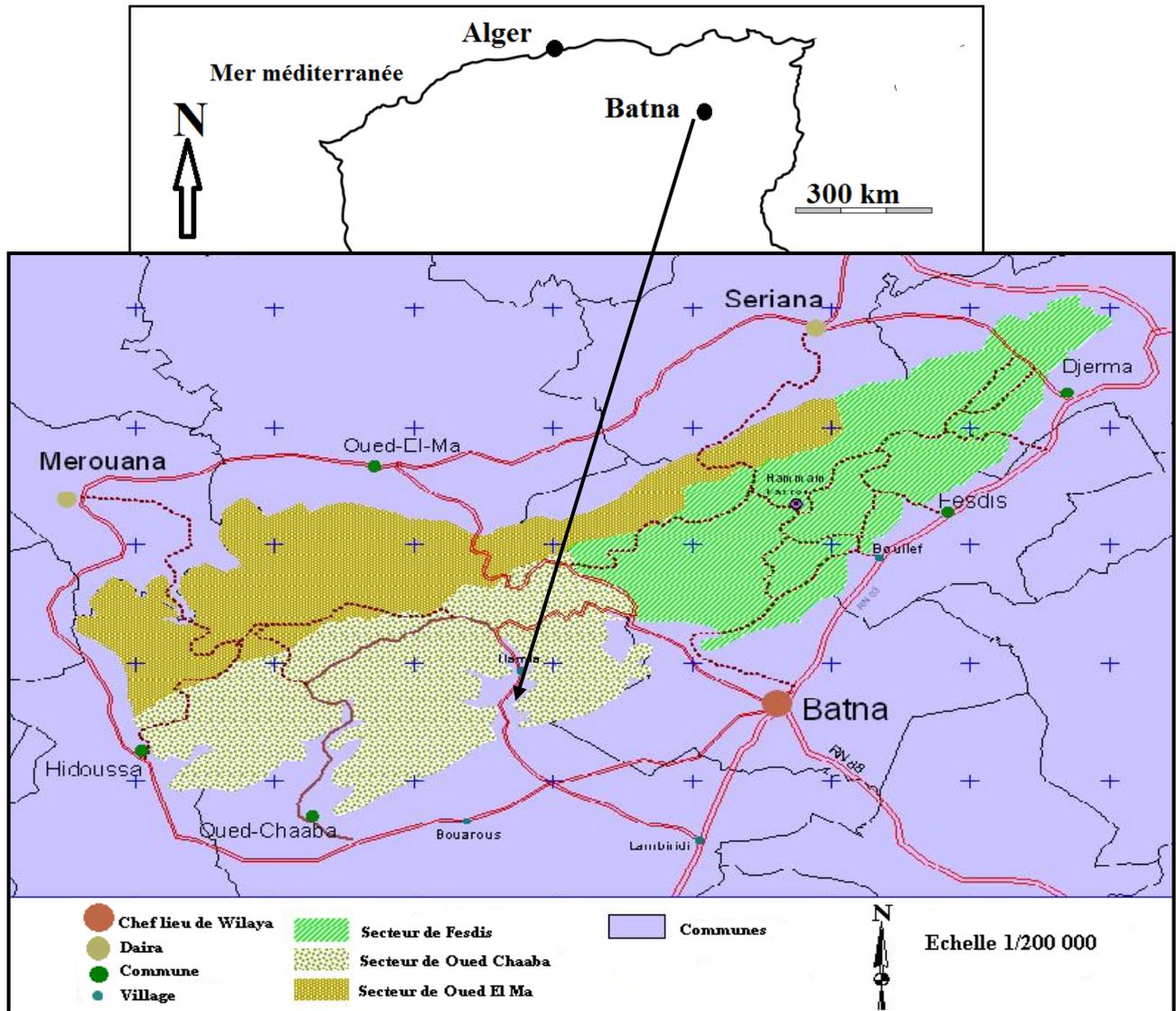


Figure 4 : Localisation du parc national de Belezma (PNB 2012, modifiée)

#### 1.4.- Le Parc national d'El Kala

Le Parc national d'El Kala a été créé en 1983, et se situe à l'extrême Nord-Est de l'Algérie. Doté d'une superficie de 80 000 ha, il est bordé au Nord par la mer Méditerranée, à l'Est par la frontière tunisienne et à l'Ouest par les plaines de Annaba (Figure 5). Il est composé d'une mosaïque d'écosystèmes particuliers caractérisés par des zones humides dont l'ensemble et la diversité de leurs composants, constituent un complexe considéré comme unique dans le bassin méditerranéen (OULMOUHOUBE, 2005).

Le Parc National d'El Kala a été classé sur la liste du patrimoine national et réserve de biosphère par l'UNESCO en 1990.

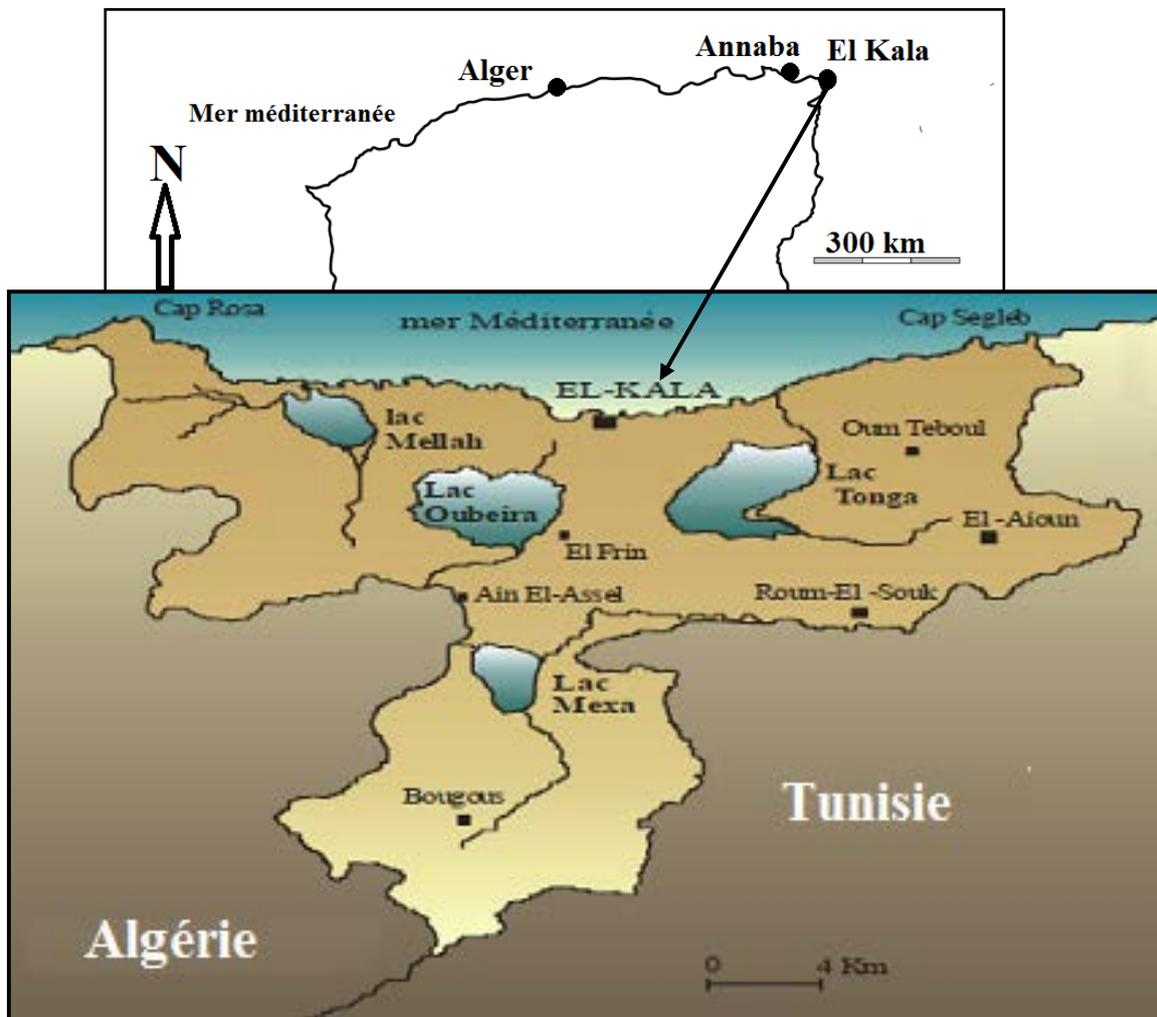


Figure 5 : Localisation du Parc National d'El Kala (BENYACOUB, 1993).

## 2.- Cadre géologique

### 2.1.- Parc national de Chréa

Le massif de Blida sur lequel s'étend le Parc national de Chréa fait partie des zones externes de la chaîne alpine en Algérie. Il se situe au sud des massifs anciens kabyles et des massifs du Chenoua et de Bouzaréah dont il est séparé par le synclinal plio-quadernaire de la Mitidja. Ce massif a été le théâtre de violents mouvements orogéniques datant de la dernière partie du tertiaire, lui donnant surtout dans sa partie centrale un aspect très mouvementé.

Il se compose presque entièrement de schistes d'âge crétacé inférieur sans fossiles, d'éboulis de pentes de même origine, sans cohésion qui se désagrègent en éléments plus ou moins grossiers et pauvres en éléments minéraux. Ces schistes se prolongent régulièrement

vers le Sud-Est sous des argiles variant entre 40 et 60% et forment la base sur laquelle se sont accumulés les dépôts des terrains postérieurs : calcaires marneux, grès, argiles sableuses et conglomérats (Atlas des Parcs Nationaux d'Algérie, 2006).

La Mitidja a fait l'objet de plusieurs travaux géologiques (GLANGEAUD, 1952 ; RIVOIRARD, 1952 ; TRENOUS, 1961). C'est un synclinal post-astien remblayé par des alluvions (figure 6).

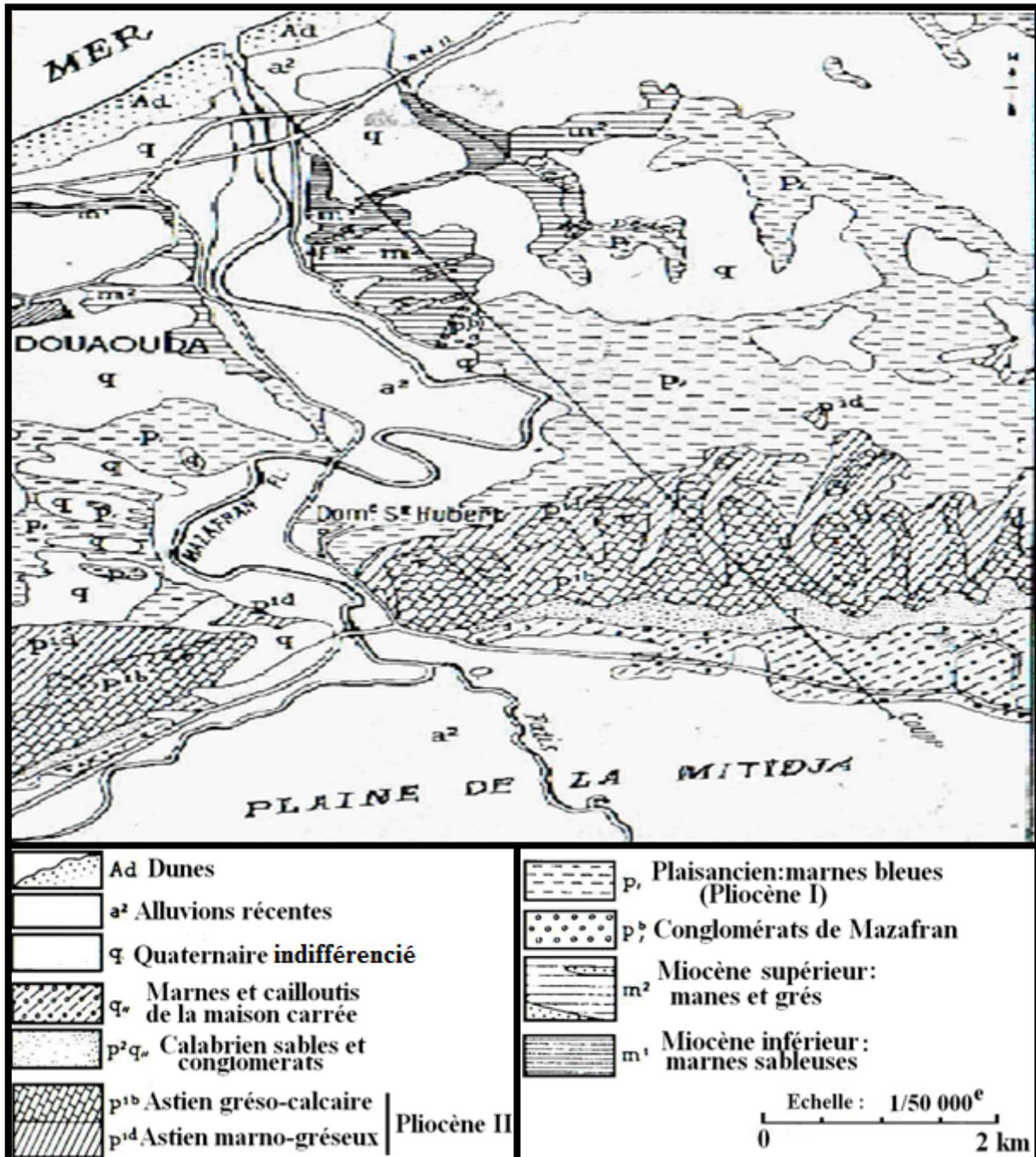


Figure 6 : Carte géologique de la Mitidja (TRENOUS, 1961).

Au quaternaire, les alluvions actuelles sont constituées de cailloutis, graviers, sable graveleux et limoneux, ainsi que des limons argileux du lit majeur des oueds Mazafran, Chiffa, Bouroumi et Djer. Des alluvions marécageuses ainsi que des terrains inondés se rencontrent également dans les régions de l'oued Djer et de la Chiffa, en amont de leur jonction avec l'oued Mazafran (TRENOUS, 1961).

Le pliocène supérieur se rencontre à l'Est de Koléa, à la limite Sahel-Mitidja et également à l'Ouest de Marengo. A ce pliocène, Glangeaud (1952) rattache les dépôts mollassiques situés au dessus de 100 m. Ce pliocène supérieur présente des faciès variés. On y trouve les argiles et cailloutis, des grés rouges poudingues, des grés à pétoncles et sable à hélix. Ces formations appartiennent soit à l'astien soit au calabrien inférieur.

Le miocène présente quelques petits affleurements de marnes épaisses renfermant des calcaires.

### 2.2.- La Kabylie

La Kabylie du Djurdjura : elle a fait l'objet de plusieurs études géologiques (FLANDRIN, 1952 ; THIEBAULT, 1952 ; RAYMOND, 1976 ; GELARD, 1979 ; YAKOUB, 1996).

Le Djurdjura forme l'élément principal d'une grande unité structurale dite « Chaîne Calcaire Kabyle ». Ce massif est composé de terrains sédimentaires fortement plissés et fracturés dont l'âge et la nature sont très complexes. Une partie de ces terrains s'est formée au cours de l'ère primaire, mais la plus grande partie appartient aux périodes secondaires et tertiaires. A l'époque liasique, une longue sédimentation calcaire fournit les éléments de la majeure partie des crêtes (FLANDRIN, 1952).

Le Djurdjura présente donc un faciès principal composé essentiellement de terrains calcaires. Les cartes géologiques du Nord-Est et de la Grande Kabylie (THIEBAULT, 1952 ; RAYMOND, 1976, GELARD, 1979) montrent que le bassin versant de la vallée du Sébaou est constitué du socle kabyle (cristallin et cristallophyllien) de nature magmatique (granite et pegmatite) et métamorphiques (mecaschistes et quartzites), qui lui confère une grande résistance à l'érosion linéaire mais fortement karstifié, ainsi que la chaîne calcaire qui le délimite au Sud (figure 7).

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

Le flyschs formés de grès calcaireux et mico-conglomérats disloqués au sein d'argiles, et le miocène post-nappe formé de marnes, forment le fond des vallées du Sébaou qui butte contre les massifs de Belloua et d'Aïssa-Mimoun.

Le miocène formé de marnes et d'argiles occupe le fond des vallées. Par sa nature imperméable, il permet des écoulements de surface qui alimentent les oueds.

Le quaternaire est bien représenté dans la dépression de Mechtras et tout au long des oueds. Il est constitué d'un matériel hétérogène (galets, graviers, sable et limons) et représenté, lorsqu'il existe, d'importantes accumulations : les nappes alluviales.

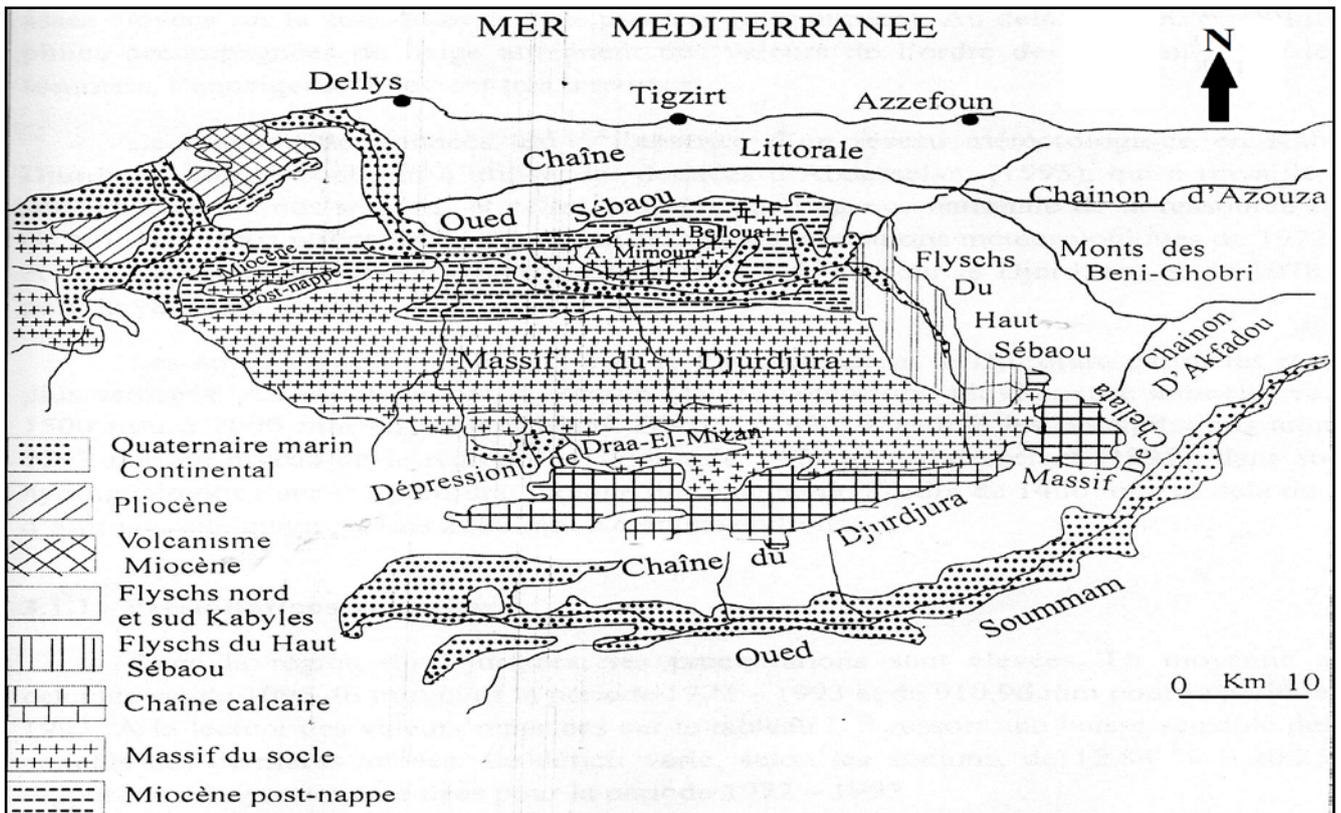


Figure 7 : les grandes unités morphostructurales de la grande Kabylie (FLANDRIN, 1952).

### 2.3.- Le Parc National de Belezma

Les terrains du massif de Belezma sont de formation géologique secondaire appartenant au triasique, jurassique et crétacé (LAFITTE, 1939 ; YAHIAOUI, 1990 in BENTOUATI, 1993).

Les principales structures géologiques dans la région du parc national de Belezma (figure 8) sont :

- des marnes dans sa partie inférieure et du grès dans sa partie supérieure, cette structure se trouve dans la région de Bumerzoug.

- des marnes dans la partie inférieure, des grès dolomitiques dans sa partie centrale et du grès au sommet au niveau du djebel Tuggurt (2010 m) d'altitude.
- des grès dans la partie inférieure, du calcaire dolomitique dans la partie centrale et du grès au sommet qui domine la région de Bordjem et Chllaala.

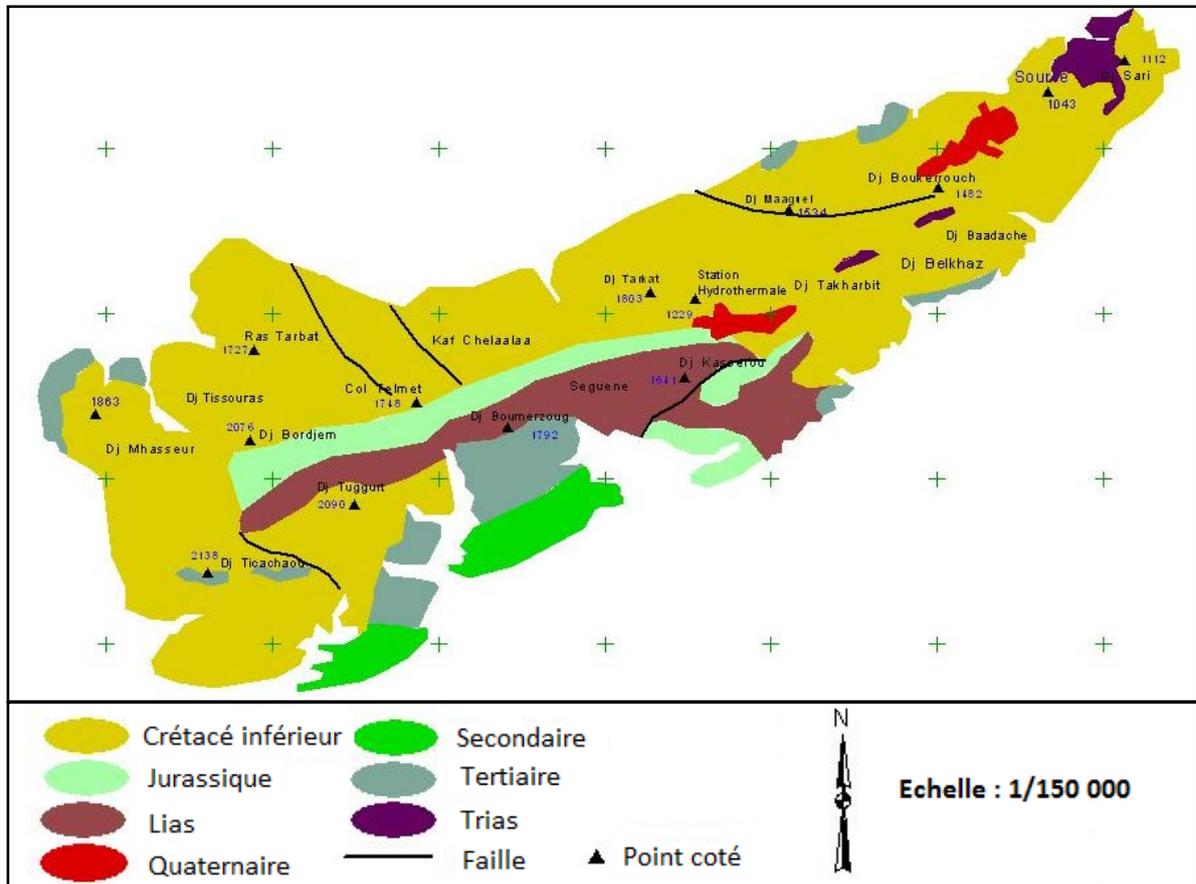


Figure 8 : Cadre géologique du parc national de Belezma (P.N.B. 2012, modifiée).

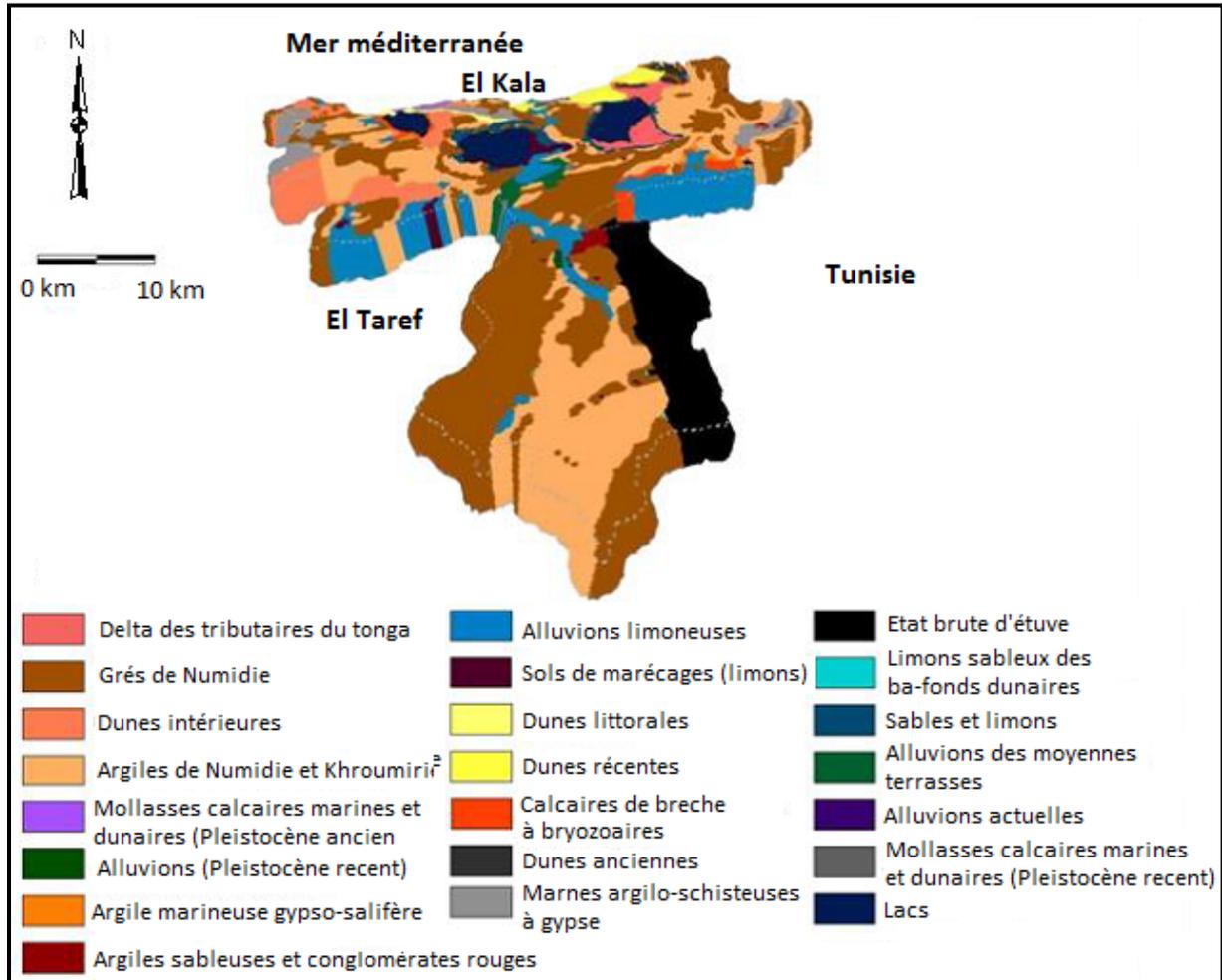
## 2.4.- Parc National d'El Kala

La structure géologique de la région d'El Kala (figure 9) remonte au tertiaire, période des activités tectoniques, ère représentée par les argiles et les grès de Numidie ainsi que les dépôts de sables, conglomérats, et bancs d'argiles rouges ou grises du pontien (MARRE, 1987). Cette activité tectonique a débuté au quaternaire, au cours duquel vents et eaux ont fortement érodé le relief (MARRE, 1987) et ont formé des amas dunaires à différents degrés de fossilisation (JOLEAUD, 1936).

Les dépôts d'alluvions et de colluvions sur le pourtour et à l'intérieur des cuvettes et terrasses, ainsi que les limons argileux sableux et argileux des bas-fonds marécageux (ou lacustres), datent aussi du quaternaire (DE BELAIR, 1990).

### 3.-Climat général

Le climat est défini comme étant l'état moyen de l'atmosphère de la terre à un endroit donné durant un intervalle de temps déterminé. De tous les phénomènes naturels, le climat est celui qui a le plus de répercussion sur les êtres vivants. Il agit directement sur leur répartition et leur aptitude à se développer en un lieu donné.



**Figure 9** : Cadre géologique du parc national d'El Kala (BENYACOUB & CHABI, 2000 modifiée).

Le climat est l'un des facteurs écologiques dont dépend étroitement l'équilibre et le maintient en vie des êtres vivants. C'est un ensemble de facteurs climatiques ayant une influence directe sur le développement et la répartition des êtres vivants.

Le climat de l'Algérie se distingue par une influence marine au nord, et par une tendance subdésertique provenant du Sud. Les vents prédominants sont de direction Nord et Nord-Est. Les caractéristiques fondamentales du climat des régions d'étude 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 juin à septembre.

Le manque de données dû à l'absence d'un réseau météorologique dans les régions d'étude nous a contraints à utiliser les données enregistrées par les stations météorologiques les plus proches des sites étudiés :

- la station météorologique de Médéa et de Blida pour caractériser les stations situées dans le Parc National de Chréa;
- les stations météorologiques de Tizi ouzou et de Béjaia pour caractériser les stations situées en Kabylie;
- la station météorologique de Batna pour caractériser les stations situées dans le Parc National de Bélezma;
- et la station météorologique d'El Kala pour caractériser les stations situées dans le Parc National d'El Kala;

Ces stations météorologiques présentent l'avantage d'avoir des séries de données complètes sur une longue période. Les données météorologiques utilisées dans le cadre de ce travail (période : 2003-2012) nous ont été fournis par l'Office National de Météorologie (ONM) de Dar el Beida (Alger).

### **3.1.-Précipitations**

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

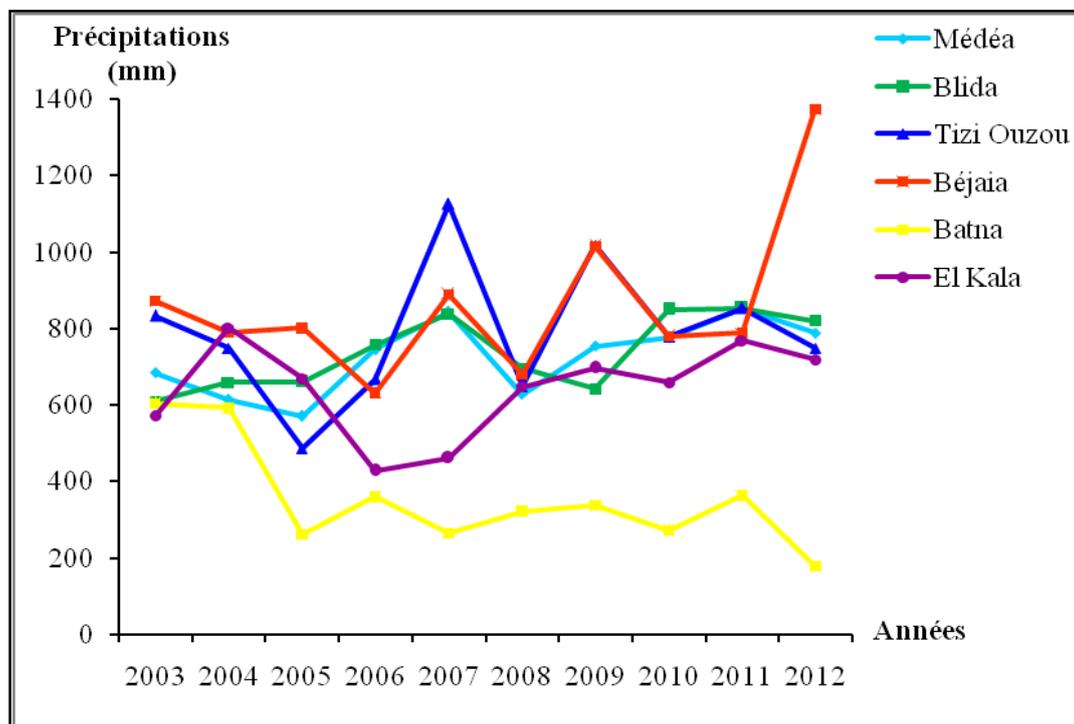
SELTZER (1946), QUEZEL (1957) et CHAUMONT & PAQUIN (1971) admettent que la pluviométrie en Algérie est sous l'influence de facteurs géographiques : l'altitude, la latitude, la longitude et l'exposition. La majorité des pluies est d'origine orographique, conditionnée par la direction des axes montagneux par rapport à la mer et aux vents humides. En effet, la pluviosité 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.

Malgré son insuffisance, la pluviosité moyenne annuelle reste la donnée la plus utilisée pour caractériser la quantité de pluie en un lieu donné. Les précipitations moyennes mensuelles et annuelles des régions d'étude pour la période allant de 2003 à 2012 sont mentionnées en annexe 1.

Les figures 10, 11 et 12, représentent respectivement les moyennes interannuelles, moyennes annuelles et moyennes mensuelles des précipitations, permettent de dégager les principales caractéristiques des régions d'étude.

Elles traduisent un régime climatique marqué par l'existence d'une période de sécheresse plus au moins prolongée de la saison estivale, et des hivers relativement humides avec des précipitations torrentielles et à grandes irrégularités interannuelles.

La lecture de la figure 10 montre que le maximum de précipitation à Médéa et à Blida était enregistré durant l'année 2011 avec des totaux pluviométriques de 853,7 mm et 852,8 mm respectivement. Pour la région de Tizi Ouzou le maximum était noté en 2007 avec 1125,25 mm. Quand à Béjaia c'est plutôt l'année 2012 qui était la plus pluvieuse avec 1373,4 mm. Enfin, à Batna et à El Kala c'est l'année 2004 qui présente le maximum de pluviosité avec des valeurs de 591,6 mm et 800,0 mm.



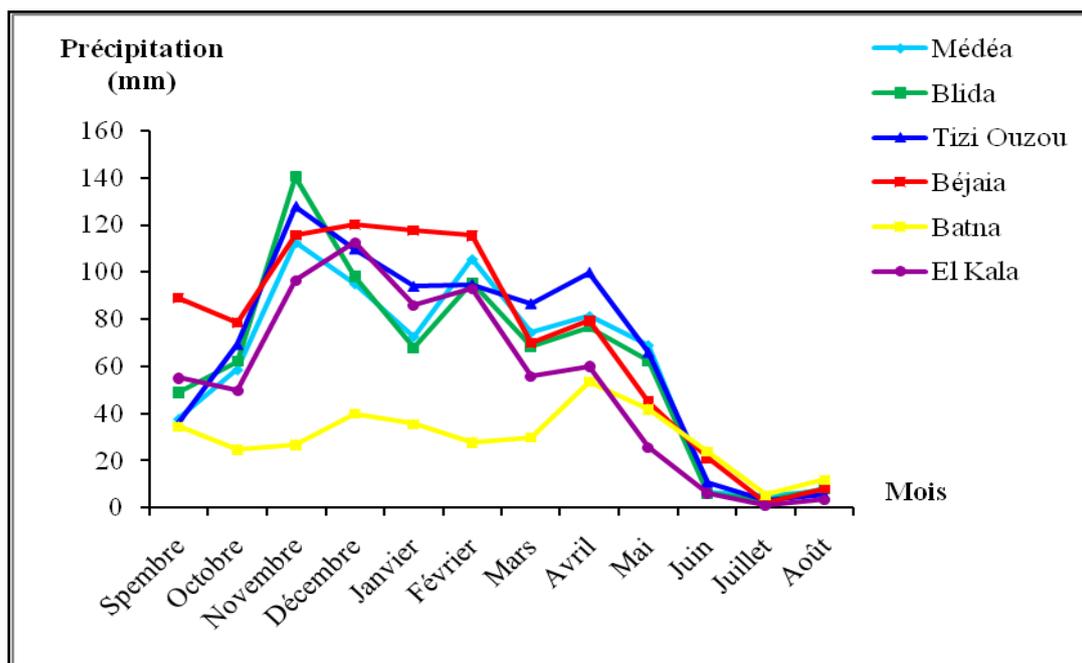
**Figure 10** : Précipitations moyennes interannuelles des régions d'étude : période 2003-2012 (source : ONM de Dar El Beida).

Les variations spatiales des précipitations annuelles pour les stations considérées sont élevées (Figure 11). La moyenne annuelle calculée varie entre 355-860 mm. La région de Béjaia présente le maximum de pluviosité avec 861,24 mm, viennent ensuite les régions de Tizi Ouzou, de Blida, de Médéa et d'El Kala avec respectivement 803,05 mm, 738,02 mm,

725,5 mm et 644,07 mm. Les plus faibles valeurs sont enregistrées à Batna avec un total pluviométrique de 354,68 mm/an.

La lecture de la figure 12 montre que les précipitations moyennes mensuelles présentent dans l'ensemble un même profil pluviométrique malgré l'importance de leur variation d'un mois à l'autre.

Les précipitations les plus importantes s'observent de novembre à avril, elles représentent un taux de l'ordre de 75 % de la pluviosité moyenne annuelle, avec un maximum en novembre, décembre et Février. Le maximum est noté au mois de novembre à Blida, Tizi Ouzou et Médéa (respectivement 140,4 mm, 127,8 mm et 122,3 mm) ; au mois de Décembre à Béjaïa et El Kala (respectivement 119,96 mm et 112,34 mm) et au mois d'avril à Batna avec 53,33 mm. Ces précipitations diminuent ensuite progressivement pour atteindre des valeurs inférieures à 12 mm en juillet et août, 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.



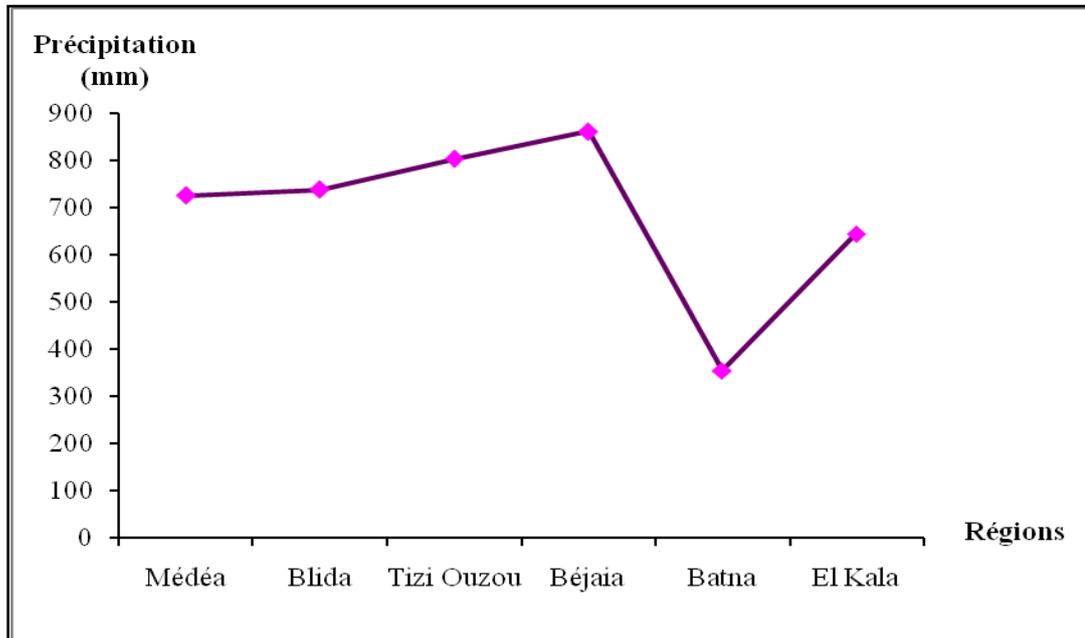
**Figure 11 :** Précipitations moyennes annuelles des régions d'étude : période 2003-2012 (source ONM de Dar El Beida)

### 3.2.-Températures

#### 3.2.1.- Températures de l'air

La température représente un facteur énergétique très important dans le contrôle de l'ensemble des activités, en conditionnant la répartition de la totalité des espèces et des êtres

vivants dans la biosphère (RAMADE, 2003). C'est un facteur important dans l'établissement du bilan hydrique (DAJOZ, 1979).



**Figure 12 :** Précipitations moyennes mensuelles des régions d'étude : période 2003-2012 (source : ONM de Dar El Beida).

Les températures moyennes mensuelles pour la période allant de 2003 à 2012 sont mentionnées en annexe 2.

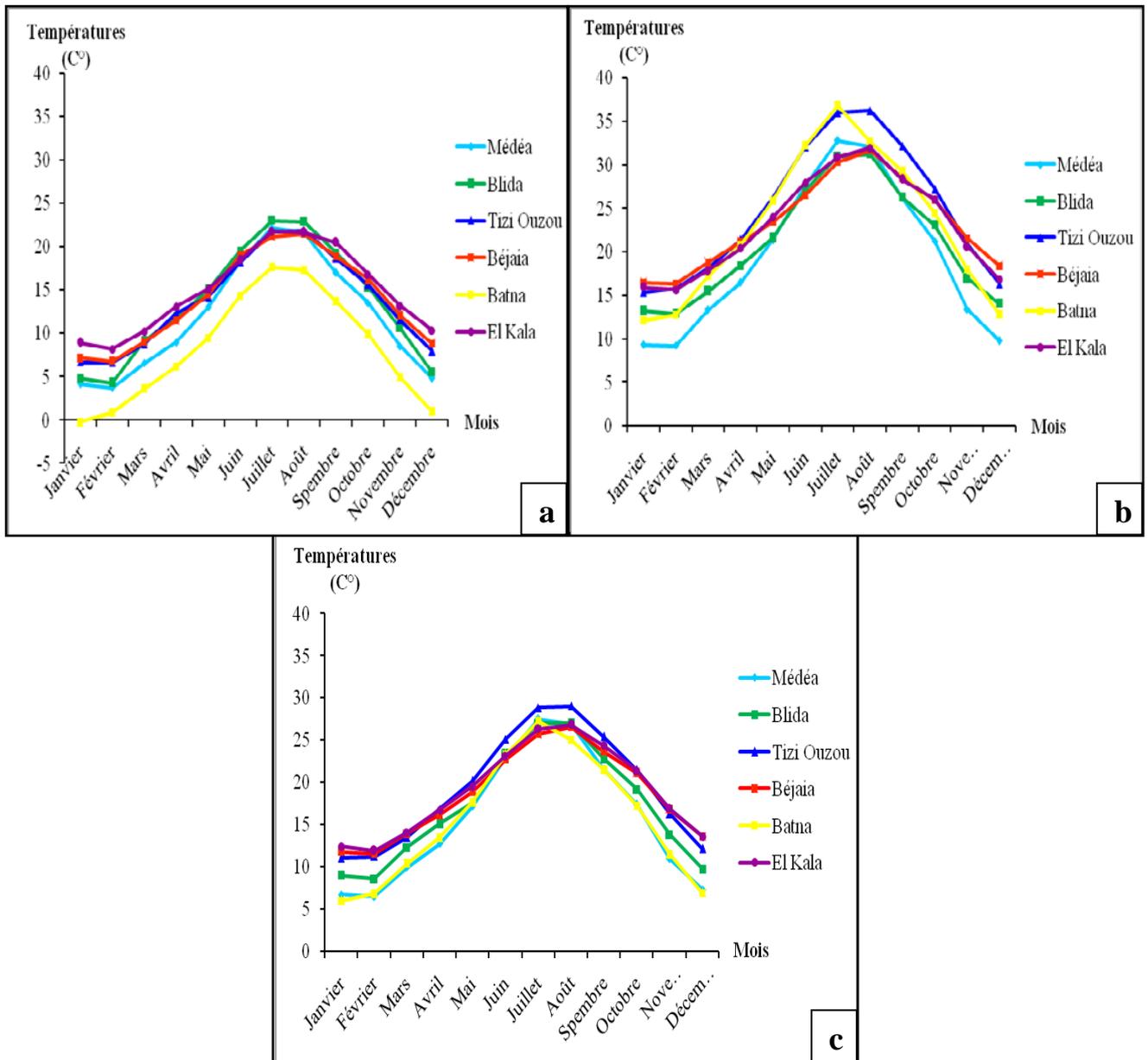
La figure 13 montre que les mois de décembre, janvier et février sont les plus froids. Les températures les plus basses sont enregistrées à Batna, Médéa et Blida avec respectivement des valeurs de  $-0,23^{\circ}\text{C}$  ;  $4,14^{\circ}\text{C}$  et  $4,8^{\circ}\text{C}$ . Les minima les plus élevés sont notés à Tizi ouzou, Béjaia et El Kala avec valeurs de  $6,68^{\circ}\text{C}$  ;  $7,14^{\circ}\text{C}$  et  $8,92^{\circ}\text{C}$ .

Les mois de juillet et août sont les plus chauds avec des températures moyennes qui oscillent entre  $25^{\circ}\text{C}$  et  $29^{\circ}\text{C}$ . Les maxima les plus élevés sont enregistrés à Batna et à Tizi Ouzou avec une moyenne de l'ordre de  $36^{\circ}\text{C}$ , les plus basses sont notées à Béjaia, Blida, El Kala et Médéa avec des moyennes qui oscillent entre  $30^{\circ}\text{C}$  et  $33^{\circ}\text{C}$ .

Une des caractéristiques thermiques des régions 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. Ces écarts atteignent les  $36^{\circ}\text{C}$  à Batna, alors qu'elles oscillent autour de  $23^{\circ}\text{C}$  et  $29^{\circ}\text{C}$  pour les autres régions.

### 3.2.2.- Températures de l'eau

Le régime thermique des cours d'eau qui dépend en partie de la température du milieu ambiant, fera l'objet d'une analyse détaillée dans le chapitre II.



**Figure 13:** Températures moyennes mensuelles des régions d'étude : **a**, moyenne des minima; **b**, moyennes des maxima et **c**, températures moyennes. Période 2003-2012 (source : ONM de Dar El Beida).

### 3.3.- Diagramme ombrothermique de BAGNOULS & GAUSSEN

Le diagramme ombrothermique est un mode de représentation classique du climat d'une région (DAJOZ, 2000). Il met en évidence les régimes thermiques et pluviothermiques d'un site donné (FAURIE et al., 2012).

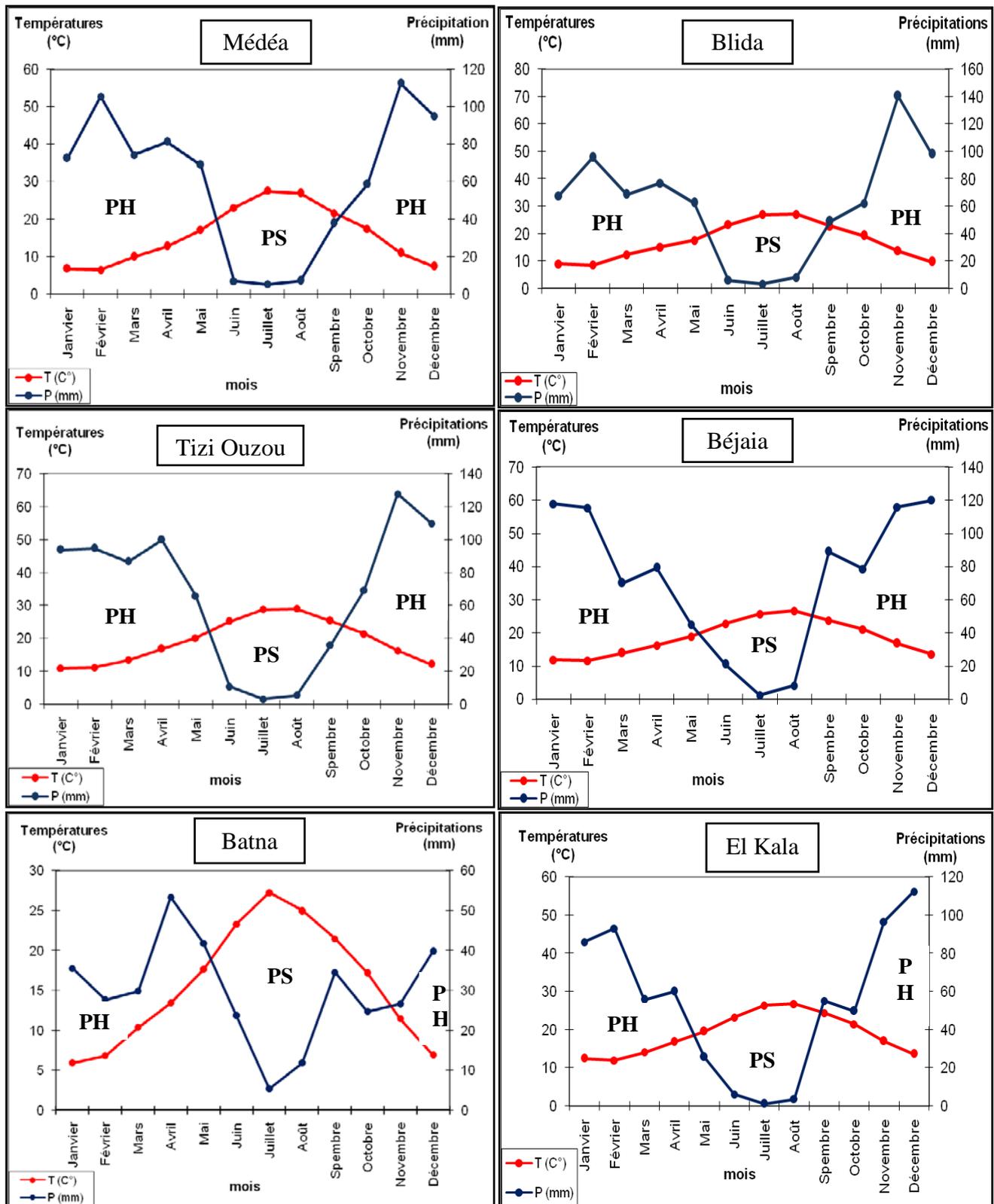


Figure 14 : Digramme ombrothermique des régions d'étude. Période 2003-2012 (PS : période sèche ; PH : période humide).

BAGNOULS & GAUSSEN (1953) définissent le mois sec comme celui où le total mensuel des précipitations exprimé en millimètre est égal ou inférieur au double de la température moyenne mensuelle exprimé en degré Celsius ( $P \leq 2T$ ).

La figure 14 montre clairement la présence d'une période sèche d'environ trois mois et demi pour Béjaïa (de fin mai à début septembre) ; 4 mois pour Médéa, Blida, Tizi-Ouzou et El Kala (de fin mai à fin septembre) et 6 mois pour Batna (de fin mai à fin novembre). Le reste des mois représente la période humide.

### 4.- La végétation

En Algérie du nord, l'hétérogénéité topographique et l'action anthropique ont imprimé au paysage végétal à caractère très morcelé, lequel se présente sous forme de mosaïques assez complexes.

Les domaines sylvatiques, restés plus ou moins naturels, correspondent aux zones protégées de l'érosion et de l'influence humaine. Ils se rencontrent ça et là, entre 700 et 1800 m d'altitude, à l'état disséminé en petits îlots.

Dans les zones de piémont et de plaine, les cultures de grande productivité ont conduit à la dégradation des formations végétales naturelles. Elles sont représentées principalement par les vergers, la vigne et surtout les cultures maraichères. Les surfaces agricoles sont responsables de la dégradation de l'écosystème aquatique.

#### 4.1.- Parc national de Chréa

Les formations forestières du parc national de Chréa sont à base de cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*), de chêne vert (*Quercus ilex*), de chêne liège (*Quercus suber*), de chêne zéen (*Quercus canariensis*), de pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et de Tuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata*) (A.P.N.A. 2006)

En général la flore de l'atlas blidéen fait partie de la flore Nord Africaine qui montre généralement une affinité étroite avec celle du domaine méditerranéen, caractérisé dans son ensemble par ses conditions xérothermiques (HALIMI, 1980). Les domaines sylvatiques, restés plus au moins naturels, correspondent aux zones protégées de l'érosion et de l'influence humaine. Ils se rencontrent à l'état disséminé en petits îlots.

Dans la région de la Mitidja, les cultures de grande productivité ont conduit à la dégradation des formations végétales naturelles. Elles sont représentées principalement par des vergers : arboriculture fruitière, céréales, vigne et cultures maraichères.

#### 4.2.- La Kabylie

La flore de Kabylie compte environ 1100 espèces. Les principales formations sylvatiques des parcs nationaux sont des cédraies pures (40%), des Cédraies - chênaies vertes (30%) et des chênaies vertes (13%) (A.P.N.A., 2006).

Aux altitudes < 1100 m, la végétation est dominée par le chêne vert (*Quercus rotundifolia*) et le frêne (*Fraxinus sp.*). Par endroit, le chêne vert se présente sous-forme de maquis dense où il se mélange à l'olivier (*Olea europea*) formant ainsi une formation mixte chêne vert – olivier.

En plus basse altitude (< 600 m), l'olivier (*Olea europea*) reste l'arbre dominant parmi l'arboriculture fruitière sur les terrasses alluviales anciennes, d'autres arbres tels que le frêne (*Fraxinus sp.*), le figuier (*Ficus carica*) et le grenadier (*Punica granatum*) peuvent se trouver en mélange avec les oliveraies.

### 4.3.-Parc national de Bélezma

Ce qui caractérise le plus le Parc de Belezma, c'est sa cédraie qui est l'une des plus importantes d'Algérie. Elle occupe à elle seule 5679,3 ha, soit 21,6 % du territoire du parc. Elle renferme un cortège floristique d'une multitude d'espèces dont celles dites orophiles qui sont endémiques de l'Algérie, des Aurès et parfois même du Belezma (A.P.N.A., 2006).

Les principales formations sylvatiques du Parc du Belezma sont à base de Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*), en peuplements purs ou en peuplements mixtes avec le houx (*Ilex aquifolium*) ou encore avec le chêne vert (*Quercus ilex*) et/ou le genévrier rouge (*Juniperus phoenicea*) et le frêne épineux (*Fraxinus sp.*).

### 4.4.- Parc national d'El Kala

Le parc national d'El Kala possède une richesse floristique naturelle exceptionnelle et diversifiée : 850 espèces végétales, soit le tiers de la flore algérienne (TOUBAL, 1986 ; DE BELAIR, 1990). Les formations végétales sont principalement à base de chêne liège (*Quercus suber*), chêne zéen (*Quercus canariensis*), aulne (*Alnus glutinosa*), peuplier (*Populus alba*), orme (*Ulmus campestris*) et pin d'Alep (*Pinus halepensis*). Les maquis sont répandus et mélangés à des peuplements artificiels représentés par le pin maritime (*Pinus maritima*), l'acacia (*Acacia sp.*) et l'eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) (A.P.N.A., 2006).

La végétation du parc constitue ainsi un véritable carrefour biogéographique avec, d'une part, des essences méditerranéennes dominantes (chêne liège : *Quercus suber*, chêne kermès : *Quercus coccifera*, oléastre : *Olea europea* var. *sylvestris*, bruyère arborescente : *Erica arborea*, myrte : *Myrtus communis*, arbousier : *Arbutus unedo*...), des espèces à affinité européenne (aulne : *Alnus glutinosa*, saule : *Salix sp.*, houx : *Ilex aquifolium*...) et cosmopolites et tropicales (leprieur : *Masilea diffusa*, urticulaire : *Utricularia exoleta*, Gongylus : *Dryopteris gongyloides*, Najas : *Najas pectinata*). (A.P.N.A., 2006).

Cette mosaïque de milieux est traversée par des ripisylves (forêt humides) qui longent les divers cours d'eau de la région. Les espèces d'arbres rencontrées sont le peuplier blanc (*Populus alba*), l'aulne glutineux (*Alnus glutinosa*), l'orme (*Ulmus campestris*), le frêne (*Fraxinus angustifolia*) et le laurier noble (*Laurus nobilis*).

### 5.- Végétation des cours d'eau

La végétation bordant les cours d'eau est généralement dominée par une strate arborescente et arbustive, assez souvent bien développée et dense (aulne : *Alnus glutinosa*, saule : *Salix sp.*, merisier : *Prunus avium*, peuplier : *Populus alba*, alaterne : *Rhamnus alaternus*, tamarix : *Tamarix sp.*, lentisques : *Pistacia lentiscus*, laurier rose : *Nerium oleander*, myrte : *Myrtus communis*, ronces : *Rubus fruticosus*, genets : *Genista sp.* ...). Quand à la végétation aquatique elle est constituée principalement par des algues, des Bryophytes et des Macrophytes.

### 6.- Perturbations anthropiques

L'impact anthropique diffère d'une zone à l'autre et varie en générale selon l'altitude du secteur concerné. En effet, en altitude, les agglomérations sont généralement de petites tailles. Les activités humaines ont conservés un caractère traditionnel, où l'élevage et les cultures non irriguées sont pratiquement les seules activités agricoles. Leurs impacts potentiels sur les cours d'eau devraient être relativement faibles. Les seuls secteurs sensibles pourraient être près des villages où les eaux usées sont directement rejetées dans les cours d'eau.

En basse altitude, les atteintes au 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 les eaux usées épurées ou non, dans les cours d'eau. A ces principales perturbations, s'ajoutent les activités agricoles, les prélèvements d'eau pour l'irrigation et l'exploitation des gravières.

Les perturbations observées sur les parties aval des cours d'eau posent de graves problèmes, d'une part, en raison de l'insuffisance des ressources en eau et d'autre part, en raison de la dégradation des conditions de vie du milieu naturel. En période estivale, les températures sont élevées, les débits trop faibles, le fond du lit entre les pierres est souvent recouvert d'une boue réductrice noirâtre et nauséabonde. Ces faits entraînent des changements profonds de la flore et de la faune aquatiques et constituent une menace sur le plan sanitaire et limitent la potabilité des eaux de nappes traditionnellement utilisées comme source d'eau de boisson.

Ce chapitre constitue une description des cours d'eau étudiés, une présentation globale du contexte environnementale et des méthodes de récoltes employées.

### 1.- Descriptions d'ensemble des cours d'eau étudiés et emplacement des stations

L'objectif de ce travail est l'établissement de liste faunistique de Plécoptères et de rechercher les relations entre les caractéristiques du milieu et sa faune. La démarche a été d'échantillonner les habitats des cours d'eau sur la base d'un protocole établi après une étude bibliographique. Ainsi, nous nous sommes intéressés à quatre grandes aires hydrographiques du Nord de l'Algérie:

- a- Les réseaux hydrographiques de la région de l'Algérois : réseaux hydrographiques de l'oued Mazafran et de l'oued El Harrach ;
- b- Les cours d'eau de la région de la Kabylie :
  - La Kabylie du Djurdjura : réseau hydrographique du Sébaou
  - La Kabylie de la Soummam : oued Daas et oued Zitoun
- c- Les cours d'eau de la région de Batna (Parc National du Belezma) : oued Hamla et oued Chaaba ;
- d- Les cours d'eau de la région d'El Kala (Parc National d'El Kala) : oued El Eurg et oued El Kebir.

Sur une centaine de stations prospectées, 37 ont été retenues dans le cadre de ce travail. Elles s'échelonnent entre 1680 m et 140 m d'altitude. 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 très secs et d'autres coulent juste au moment de la fonte des neiges.

Le choix des stations a été effectué en tenant compte de certains paramètres tels que l'altitude, la distance à la source, 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 stations retenues pour la présente étude se répartissent comme suit :

- Région de l'Algérois :
  - réseau hydrographique de l'oued Mazafran 3 stations
  - réseau hydrographique de l'oued El Harrach 5 stations
- Région de la Kabylie :
  - La Kabylie du Djurdjura, réseaux hydrographiques du sous-bassin de l'oued Aissi et ruisseaux d'altitude de Thala Guilef (Djurdjura occidentale) 12 stations ;
  - La Kabylie de la Soummam 5 stations (oued Daas 3, oued Zitoun 2)

- La région de Batna (Parc National du Belezma) 4 stations (oued Hamala 2, oued Chaaba 2).
- La région d'El Kala (Parc National d'El Kala) 8 stations (oued El Eurg 3, oued El Kebir 5).

### 2.- Description des cours d'eaux et des stations d'étude

Les stations sont indiquées par des points sur les figures 15, 16, 17 et 18. 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;
- la source de la station;
- l'altitude de la station;
- la distance à la source;
- la pente;
- la largeur moyenne du lit mineur;
- la profondeur moyenne de la lame d'eau;
- la vitesse du courant selon la classification de Berg;
- la nature du substrat;
- la végétation bordante ;
- la végétation aquatique ;
- les influences anthropiques lorsqu'il y'en a.

### 2.1.- Réseaux hydrographiques de l'oued Mazafran et de l'oued El Harrach

#### 2.1.1.- Réseau hydrographique de l'oued Mazafran

L'oued Mazafran est le principal cours d'eau de la Mitidja. Il collecte l'ensemble des écoulements en provenance des bassins versants, depuis le Djebel Mouzaia, les monts de Médéa et de Chréa jusqu'à la mer Méditerranée au lieu dit Mazafran (figure 15). Trois secteurs hydrographiques s'échelonnant entre 1250 m et 270 m ont retenu notre attention : station mouzaia (Mou) située sur le cours de l'oued mouzaia, station chiffa (Chi) située sur le cours de l'oued chiffa et station Belkred (Bel), située sur l'oued El Kebir.

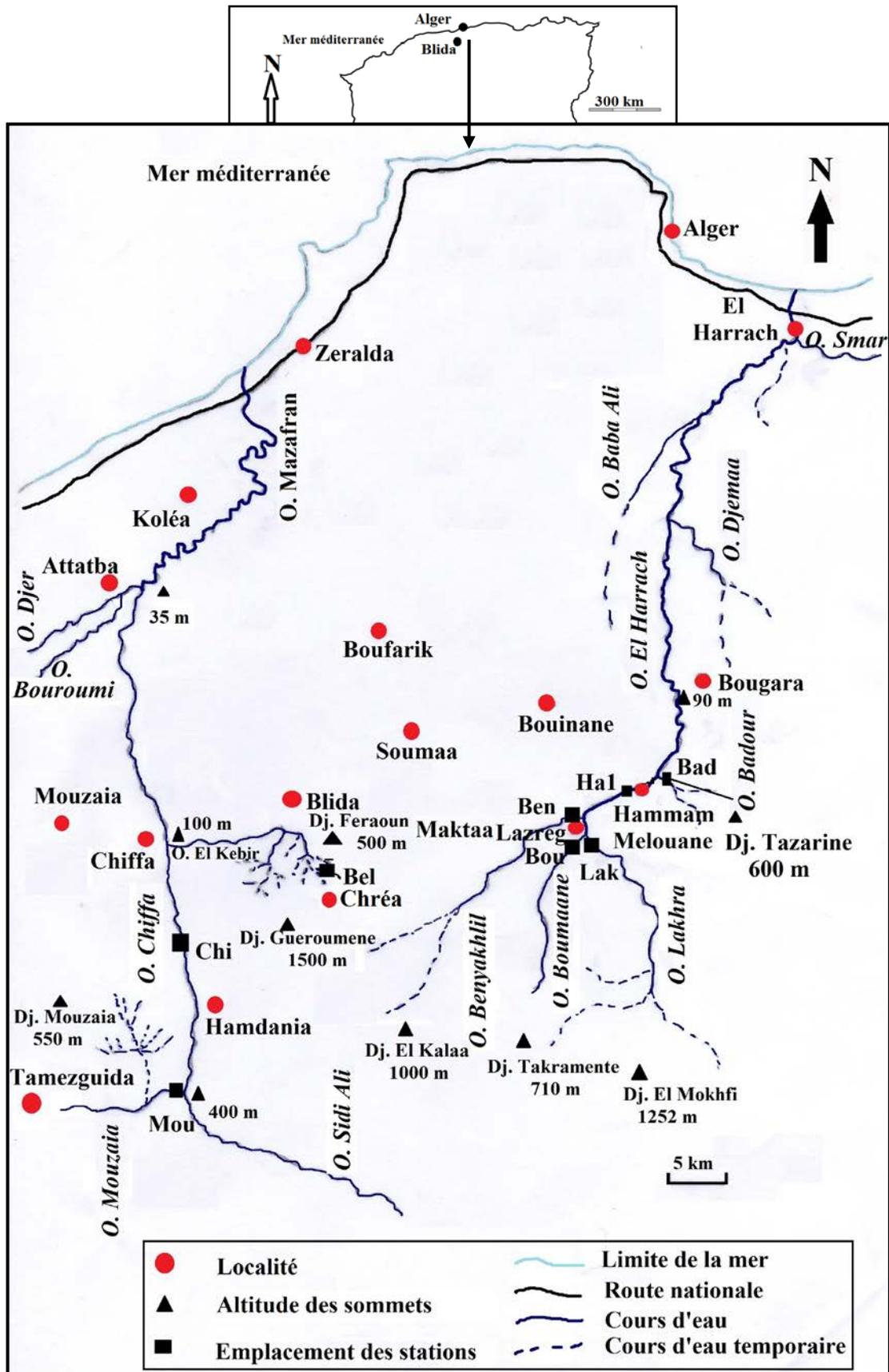
#### Oued Mouzaia

L'oued Mouzaia est un cours d'eau de moyenne montagne. Il prend sa source au niveau du Djebel Mouzaia à 550 m d'altitude. Il collecte l'ensemble des écoulements en provenance des sources et des petits ruisseaux qui drainent le flanc Nord du Djebel Mouzaia. Doté d'une pente de l'ordre de 2 %, il traverse une zone forestière entre 550 et 400 m d'altitude. Il coule en orientation sud-nord sur une distance d'environ 8 km avant de se jeter dans l'oued Chiffa.

#### Station Mou

## Chapitre II : Sites d'études et Méthodes

La station Mou se localise à 6,5 km en aval du village Tamezguida. Elle prend source au niveau du Djebel Mouzaia à 550 m d'altitude;



**Figure 15** : Réseaux hydrographiques de l'oued Mazafran et de l'oued El harrach et emplacement des stations (Institut National de Cartographie et de Télédétection 2012, modifiée).

- altitude de la station : 390 m;
- distance à la source : 8 km;
- pente à la station : 2%;
- largeur moyenne du lit : 3,5 m;
- profondeur moyenne : 30 cm;
- vitesse du courant : moyenne à rapide;
- substrat : blocs, galet, sable, matière organique ;
- végétation bordante : strate arbustive fournie;
- végétation aquatique : algues vertes;
- perturbations anthropiques : extractions artisanales de sable.

### ➤ Oued Chiffa

Il résulte de la confluence des oueds Mouzaia et Sidi Ali. Il prend sa source dans les monts de Médéa à environ 500 m d'altitude et coule au fond des gorges de la Chiffa. Ces dernières sont entaillées dans l'Atlas Blidéen entre le massif de Blida et le massif de Mouzaia. Cet oued coule en orientation sud-nord sur une distance de 40 km entre 500 m et 50 m d'altitude avant de se jeter dans l'oued Mazafran. Sa pente moyenne est de l'ordre de 1 %, sa largeur peut atteindre 20 m par endroit.

### Station Chi

La station Chi se situe à environ 5 km en aval du village Hamdania et à 9 km en aval de la station Mouzaia;

- altitude : 270 m;
- distance à la source : 17 km;
- pente à la station : 1,6%;
- largeur moyenne du lit : 5 m;
- profondeur moyenne : 30 cm;
- vitesse du courant : moyenne à rapide;
- substrat : blocs, galets, sable, matière organique;
- végétation bordante : strate arbustive;
- végétation aquatique : algues vertes ;
- perturbations anthropiques : rejets urbains, extractions de graviers.

### ➤ Oued El Kebir

L'oued El Kebir, torrent de montagne, collecte l'ensemble des écoulements en provenance des ruisseaux descendant des monts de Chréa (alt. 1500 m). De pente moyenne de l'ordre de 3%, il coule en orientation sud-nord sur une distance d'environ 10 km environ, entre 400 m et 100 m d'altitude avant de se jeter dans l'oued Chiffa. La station choisie sur ce cours prend le nom de la localité de Belkred (station Bel).

### **Station Bel**

La station Bel se localise au niveau de la localité Belkred à 700 m en aval du village Chréa et à environ 22 km en amont de la ville de Blida. Elle est alimentée par un ruisseau de source issu du Djebel Gueroumène (alt.1400 m).

- altitude : 1250 m;
- distance à la source : 500 m;
- pente à la station : 30 %;
- largeur moyenne du lit : 0,5 m;
- profondeur moyenne : 10 cm;
- vitesse du courant : moyenne;
- substrat : Blocs, galets et graviers;
- végétation aquatique : absente.
- végétation bordante : strates arbustive et arborescente;

### **2.1.2.- Réseaux hydrographiques de l'oued El Harrach**

L'oued El Harrach est le second principal cours d'eau de la Mitidja. Il collecte l'ensemble des écoulements en provenance des bassins versants : Djebels El Mokhfi, Takrament, El Kalaa et Tazarine. L'importance de son débit est due aux écoulements des oueds Lakhra, Boumaane, Benyakhilil et Badour.

Six stations sont retenues sur ce réseau hydrographique (figure 15).

#### **➤ Oued Lakhra**

L'oued Lakhra prend naissance à partir des sources localisées dans le Djebel El Mokhfi. Il coule en orientation sud-nord sur une distance d'environ 15 km, entre 450 m et 200 m d'altitude, collectant l'ensemble des écoulements des ruisseaux de montagne avant de se jeter dans l'oued Boumaane. Sa pente moyenne est de l'ordre de 2 %.

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

### **Station Lak**

La station Lak se localise à environ 1 Km en amont de la confluence entre oued Boumaane et oued Lakhra.

- altitude de la station : 220 m;
- distance à la source : 14 km;

- Pente à la station : 1,6%;
- largeur moyenne du lit : 2,5 m;
- profondeur moyenne : 25 cm;
- vitesse du courant : rapide;
- substrat : galets, graviers et sable;
- végétation bordante : strates arborescente et arbustive;
- végétation aquatique : algues vertes.

### ➤ **Oued Boumaane**

L'oued Boumaane, cours d'eau de moyenne montagne, prend naissance à partir des sources et de petits ruisseaux du Djebel Takramente. Il coule en orientation sud-nord sur une distance d'environ 15 km, entre 710 m et 200 m d'altitude ; sa pente moyenne est de l'ordre de 4 %.

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

#### **Station Bou**

La station Bou se localise à environ 1 Km en amont de la confluence entre oued Lakhra et oued Boumaane.

- altitude de la station : 220 m;
- distance à la source : 14 km;
- Pente à la station : 3,5%;
- largeur moyenne du lit : 4 m;
- profondeur moyenne : 25 cm;
- vitesse du courant : rapide;
- substrat : galets, graviers et sable;
- végétation bordante : strate arbustive éparsée;
- végétation aquatique : algues vertes.

### ➤ **Oued Benyakhilil**

L'oued Benyakhilil prend naissance dans le Djebel El Kalaa. De pente moyenne de l'ordre de 2,5 % et de largeur moyenne du lit de 4 m, il coule en orientation sud-nord sur une distance d'environ 10 km entre 450 m et 200 m d'altitude.

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

#### **Station Ben**

La station Ben se localise à 500 m environ en aval du village Maktaa Lazrag.

- altitude de la station : 210 m;
- distance à la source : 9 km;
- Pente à la station : 2,6%;
- largeur moyenne du lit : 4 m;

- profondeur moyenne : 25 cm;
- vitesse du courant : moyenne;
- substrat : galets, graviers et sable;
- végétation bordante : strate arbustive et arborescente éparses;
- végétation aquatique : algues vertes;
- perturbations anthropiques : extractions artisanales de sable, dépôts d'ordures sur les berges.

### ➤ Oued Badour

L'oued Badour, affluent de la rive droite de l'oued El Harrach, collecte l'ensemble des écoulements en provenance du Djebel Tazarine (alt. 600 m). De forte pente (18 %), il coule en orientation sud-nord/ouest entre 600 m et 140 m d'altitude sur une distance d'environ 2,5 km avant de se jeter dans l'oued El Harrach.

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

#### **Station Bad**

La station Bad se localise à environ 500 m en amont de la confluence oued Badour et oued El Harrach. Elle prend source au niveau du Djebel Tazarine à environ 600 m d'altitude.

- altitude de la station : 140 m;
- distance à la source : 1,5 km;
- Pente à la station : 23%;
- largeur moyenne du lit : 1,5 m;
- profondeur moyenne : 10 cm;
- vitesse du courant : moyenne;
- substrat : galets, graviers et sable;
- végétation bordante : strates arbustive et arborescente éparses;
- végétation aquatique : algues vertes;
- perturbations anthropiques : parfois des dépôts d'ordures sur les berges.

### ➤ Oued El Harrach (SS)

L'oued El harrach prend naissance au lieu dit 'village Mactaa', point de confluence des oueds Benyakhilil, Lakhraa et Boumaane. Il coule en orientation Sud-Nord (entre 200 m et 0 m) sur une distance d'environ 60 Km avant de se jeter dans la mer Méditerranée. Sa pente moyenne est de l'ordre de 0,3 %, sa largeur moyenne peut atteindre à certains endroits plus de 20 m.

Une seule station est retenue sur ce cours d'eau : Ha1.

#### **Station Ha1**

La station se localise à 4 km en aval de la confluence entre des oueds Lakhra, Boumaane et Beyakhilil.

- altitude de la station : 165 m;
- distance à la source : 4 km;
- pente à la station : 0,8%;
- largeur moyenne du lit : 7 m;
- profondeur moyenne : 30 cm;
- vitesse du courant : rapide;
- substrat : galets, graviers, sable, matière organique;
- végétation bordante : strate arbustive éparsée;
- végétation aquatique : algues vertes;
- perturbations anthropiques : lavage des véhicules, dépôts d'ordures sur les berges.

### 2.2.- Le réseau hydrographique du sous-bassin de l'oued Aissi et les ruisseaux d'altitude de Tala-Guilef (Djurdjura Occidentale)

#### 2.2.1.- Le réseau hydrographique du sous-bassin 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 col de Tizi-N'Kouilal (alt. 1470 m) et la main du Juif (alt. 1200 m) jusqu'au village oued Aissi (figure 16). Trois secteurs hydrographiques, s'échelonnant entre 1300 et 200 m d'altitude, ont retenu notre attention : assif Larbaa, Oued Djemaa et assif Harzoun.

➤ **Assif Larbâa:** cours d'eau de moyenne montagne, il prend source au pied de la main du juif (Thaltat) à plus de 1100 m d'altitude. Doté d'une pente moyenne de l'ordre de 5 %, il coule en orientation Sud-Nord entre 1100 m et 200 m avant de se jeter dans l'oued Aissi.

Six stations sont retenues sur ce cours d'eau : A1, A2, A3, A4, A5, A6

**Station A1 :** la station A1 est localisée à 500 m en amont du village Thimaghras. Elle prend source au niveau de Djebel Thaltat à 1100 m d'altitude.

- altitude de la station : 920 m;
- distance à la source : 0,5 km;
- pente à la station : 10 %;
- largeur moyenne du lit : 1 m;
- profondeur moyenne : 20 cm;
- vitesse du courant : très rapide;
- substrat : roches, galets et graviers;
- végétation bordante : strates arborescente et arbustive fourrées et épineux;
- végétation aquatique : algues.

**Station A2 :** elle est choisie sur un ruisseau de source à 500 m en aval de la station A1.

- altitude de la station : 810 m;



**Figure 16** : Cours d'eau du Djurdjura et emplacement des stations.

**Station A3** : elle est localisée à 4 km en aval de djebel Thaltat.

- altitude de la station : 480 m;
- distance à la source : 3 km;
- pente à la station : 10 %;
- largeur moyenne du lit : 2 m;
- profondeur : 10 - 30 cm;
- vitesse du courant : très rapide à moyenne;
- substrat: rochers, galets, graviers, sable et limons, débris végétaux sur les berges;
- végétation bordante: strate arborescente fournie et épineux;
- végétation aquatique : présence de bryophytes.

**Station A4** : elle est située à 500 m en amont de la ville Ouacif.

- altitude de la station : 380 m;
- distance à la source : 4,5 km;
- pente à la station : 2,5 %;
- largeur moyenne du lit : 5 m;
- profondeur : 10 - 40 cm;
- vitesse du courant : rapide à moyenne;
- substrat: galets, graviers et sable en faciès lotique, présence de matériaux meubles en faciès lentique;
- végétation aquatique: bryophytes et quelques macrophytes sur les berges.
- végétation bordante : herbacée et épineuse éparse;

**Station A5** : elle est localisée à proximité d'un pont situé à 6 km en aval de la ville Ouacif.

- altitude de la station : 300 m;
- distance à la source : 11 km;
- pente à la station : 1,5 %;
- largeur moyenne du lit : 10 m;
- profondeur : 20 - 50 cm;

- vitesse du courant : rapide à moyenne;
- substrat: galets, graviers, sable et débris végétaux;
- végétation bordante: ripisylve de la rive gauche importante, mais n'affecte pas l'ensoleillement du cours d'eau;
- végétation aquatique : développement important d'algues filamenteuses et de macrophytes rivulaires;
- action anthropique : extraction artisanale de sable en plusieurs points et rejets urbains.

**Station A6** : la station A6 est située à 500 m en amont du lieu dit « Thakhoukhth » et à 13 km en aval de la ville Ouacif.

- altitude de la station : 200 m;
- distance à la source : 20 km;
- pente à la station : 1,4 %;
- largeur moyenne du lit : 10 m, pouvant atteindre en période de crues hivernales une trentaine de m;
- profondeur : 10 - 40 cm;
- vitesse du courant : rapide à moyenne;
- substrat: galets, graviers, sable et matériaux meubles sur les rives;
- végétation bordante: strates arborescente et arbustive éparses et épineux;
- végétation aquatique : en saison sèche, développement important d'algues filamenteuses et de macrophytes rivulaires;
- action anthropique : extraction artisanale de sable et rejets urbains.

➤ **Oued Djemaa** : principal affluent de l'oued Aissi, il prend naissance dans la région sud-ouest d'Ain El Hammam (figure 16). Doté d'une pente moyenne de l'ordre de 10 %, il coule en orientation sud-nord entre 1100 m et 160 m avant de rejoindre oued Aissi à 500 m en aval du lieu dit Thakhoukhth

Deux stations sont retenues sur ce cours : D1 et D2.

**Station D1** : la station est localisée à environ 500 m en aval de la source Thahemalt Boudhrar, située à 6 km au sud d'Ain El Hammam;

- altitude de la station : 900 m;
- distance à la source : 0,5 km;
- pente à la station : 10 %;
- largeur moyenne du lit : 1 m;
- profondeur moyenne : 20 cm;
- vitesse du courant : rapide;
- substrat : galets, graviers, sable, limons et débris végétaux;
- végétation bordante : strates arborescente et arbustive fournie;

- végétation aquatique : algues et mousses..

**Station D2** : la station se localise à environ 500 m en amont du lieu dit souk El Had.

- altitude de la station : 350 m;
- distance à la source : 8 km;
- pente à la station : 2,5%;
- largeur moyenne du lit : 2 m;
- profondeur moyenne : 30 cm;
- vitesse du courant : rapide;
- substrat : galets, graviers, sable, limons, matière organique;
- végétation bordante : strates arborescente et arbustive fournies;
- végétation aquatique : algues et mousses.

➤ **Assif Harzoun**: cours d'eau de montagne de dimensions réduites, il prend naissance à partir des sources et des petits ruisseaux alimentés par les eaux de pluie et de fonte de neige du col de Tizi-N'Kouilal (figure 16). Il coule en orientation Sud-Nord, sur une distance d'environ 10 km entre 1400 et 300 m d'altitude avant de se jeter dans Assif Larbâa. Sa pente moyenne est de l'ordre de 11%.

Une seule station est retenue sur ce ruisseau : TK1.

**Station TK1** : elle est située à environ 1 km en aval du col de Tizi-N'Kouilal sur un ruisseau de faible débit.

- altitude de la station : 1300 m;
- distance à la source : 0,5 km;
- pente à la station : 38 %;
- largeur moyenne du lit : 1 m;
- profondeur : 5 - 10 cm;
- vitesse du courant : rapide à moyenne;
- substrat: blocs, galets, graviers et sable;
- végétation bordante: strate herbacée et épineux;
- végétation aquatique : absente.

En saison hivernale, cette station peut être totalement recouverte de neige.

### 2.2.2.- Ruisseaux d'altitude de Tala-Guilef (R.A.Thala-Guilef)( Djurdjura Occidentale)

A Tala-Guilef, deux ruisseaux de dimensions réduites ont été prospectés (figure 16). Le premier, de pente moyenne de l'ordre de 30 %, coule en direction sud-nord sur une distance de près de 3,5 km entre 1900 et 1000 m d'altitude, depuis les pelouses des crêtes rocheuses aux forêts de chêne, avant de se jeter dans l'assif Echemlili.

Deux stations sont retenues sur ces ruisseaux : TG1 et TG2.

Le deuxième ruisseau, long d'environ 1,5 km et de pente moyenne de l'ordre de 30 %, coule en orientation Sud-Nord sur un massif rocheux entre 1900 et 1300 m d'altitude.

Une seule station est retenue sur ce ruisseau: TG3.

En hiver, ces ruisseaux sont recouverts de neige dès la fin décembre – début janvier. Par endroit, la neige persiste jusqu'au mois d'avril. Par contre en été, l'assèchement est total de juillet à novembre.

**Station TG1** : elle est située à environ 300 m en amont des infrastructures touristiques de Thala-Guilef.

- altitude de la station : 1480 m;
- distance à la source : 0,5 km;
- pente à la station : 30 %;
- largeur du lit mineur : 0,5 m;
- profondeur : 5 cm;
- vitesse du courant : très rapide;
- substrat: rochers, galets, graviers et sable;
- végétation bordante : strate herbacée et épineux épars parmi les rochers;
- végétation aquatique : absente.

**Station TG2** : elle est localisée à environ 1,5 km en aval des infrastructures touristiques.

- altitude de la station : 1200 m;
- distance à la source : 1 km;
- pente à la station : 20 %;
- largeur moyenne du lit : 1 m;
- profondeur : 10 cm;
- vitesse du courant : moyenne à rapide;
- substrat: rochers, galets, graviers, sable et débris végétaux;
- végétation bordante: ripisylve formée d'une strate arborescente dense;
- végétation aquatique : absente.

**Station TG3** : cette station est située sur un ruisseau de haute montagne, au milieu d'un environnement rocailleux.

- altitude de la station : 1680 m;
- distance à la source : 0,5 km;

- pente à la station : 30 %;
- largeur moyenne du lit : 0,5 m;
- profondeur : 5 - 10 cm;
- vitesse du courant : rapide;
- substrat: galets et sables;
- végétation bordante: la végétation de type herbacé est très éparse parmi les rochers;
- végétation aquatique : absente.

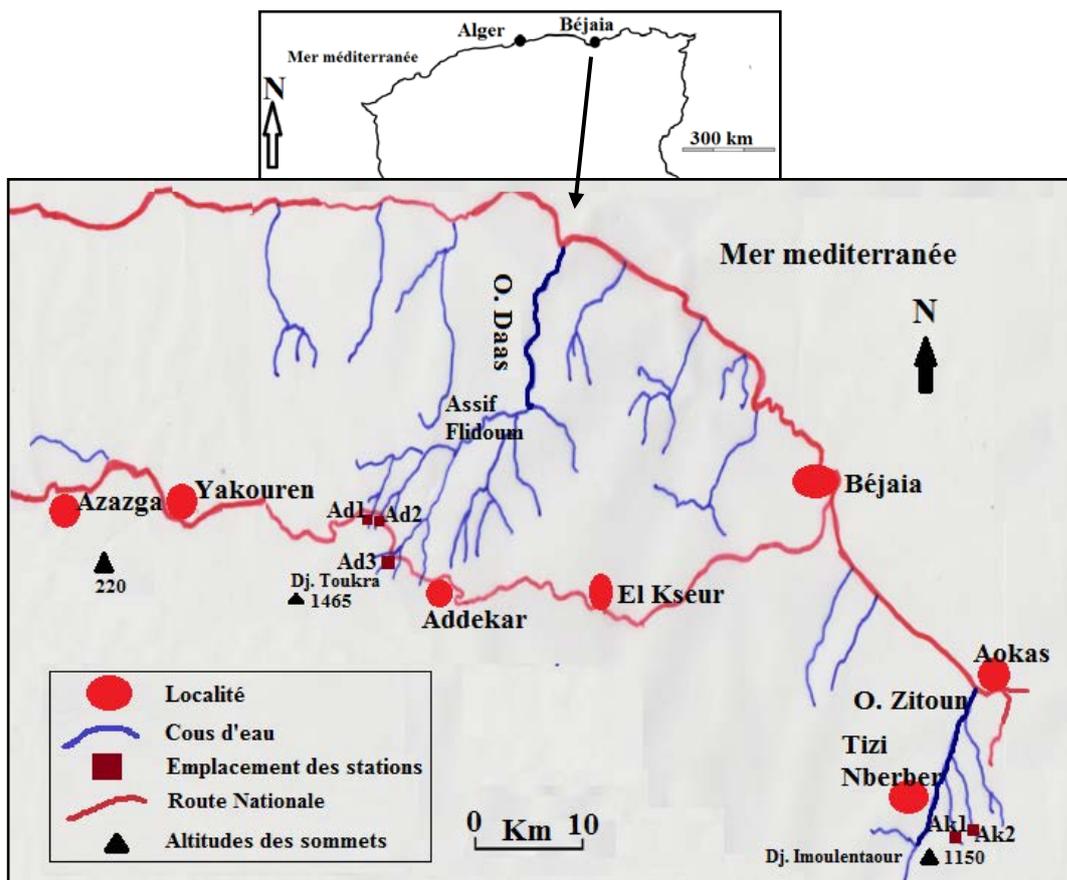
### 2.3.- Les cours d'eau de la Kabylie de la Soumman

Deux cours d'eau de la vallée de la Soumman (oued Daas et oued Zitoun) ont fait également l'objet de notre étude. Ils drainent les écoulements des Djebels Toukra (Addekar) et Imoulentaour (Aokas) jusqu'à la mer Méditerranée (figure 17).

#### 2.3.1.- L'oued Daas

L'oued Daas prend sa source dans le Djebel Toukra (Addekar) à plus de 1000 m d'altitude. Il coule dans un parcours abrupt, à forte pente (de l'ordre de 15%), sur un long parcours d'une dizaine 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 mer Méditerranée.

Trois stations sont retenues sur ce cours : Ad1, Ad2, et Ad3, elles prennent le nom de la localité d'Addekar.



**Figure 17 :** Cours d'eau et stations d'étude de la Kabylie de la Soummam.

**Station Ad1 :** est localisée sur un ruisseau de source à environ 0,5 km du lieu dit Kebouche (région d'Addekar).

- altitude de la station : 1000 m;
- distance à la source : 0,5 Km;
- pente à la station : 16,5 %;
- largeur moyenne du lit : 0,5 m;
- profondeur : 15 cm;
- vitesse du courant : rapide à moyenne;
- substrat: rochers, blocs et galets;
- végétation bordante: strates arbustive et herbacée éparses;
- végétation aquatique : absente.

**Station Ad2 :** ruisseau de source

- altitude de la station : 1000 m;
- distance à la source : 0,5 km;
- pente à la station : 16 %;
- largeur moyenne du lit : 0,5 m;
- profondeur moyenne : 15 cm;
- vitesse du courant : moyenne;
- substrat : rochers, blocs, galets et sable;
- végétation bordante : strates arbustive et herbacée éparses;
- végétation aquatique : absente.

**Station Ad3 :** ruisseau de source

- altitude de la station : 1200 m;
- distance à la source : 2 km;
- Pente à la station : 15 %;

- largeur moyenne du lit : 1 m;
- profondeur moyenne : 10 cm;
- vitesse du courant : rapide à moyenne;
- substrat : rochers, blocs et galets;
- végétation bordante : strates arborescente et arbustive fournies ;
- végétation aquatique : absente.

### 2.3.2.- L'oued Zitoun

L'oued Zitoun, cours d'eau de montagne, prend naissance à partir des sources et petits ruisseaux du Djebel Iloulentaour à Tizi N'Barbar (Aokas). Il coule en direction sud-nord sur une distance d'environ 10 km avant de se jeter dans la mer Méditerranée.

Deux stations qui prennent la dénomination de la localité Aokas sont retenues sur ce cours : Ak1, Ak2.

**Station Ak1:** ruisseau de montagne situé en amont du lieu dit Tizi N'zbarbar

- altitude de la station : 1000 m;
- distance à la source : 1 km;
- pente à la station : 10 %;
- largeur moyenne du lit : 1,5 m;
- profondeur moyenne : 10 cm;
- vitesse du courant : moyenne;
- substrat : rochers, blocs, galets;
- végétation aquatique : absente ;
- végétation bordante : strates arbustive et herbacée éparses.

**Station Ak2 :** ruisseau de montagne situé en amont de Tizi N'Zbarbar

- altitude de la station: 1000 m;
- distance à la source : 1 km;
- pente à la station : 10 %;
- largeur moyenne du lit: 2 m;
- profondeur moyenne : 15 cm;
- vitesse du courant : rapide à moyenne;
- substrat : rochers, blocs et galets;
- végétation aquatique : absente;
- végétation bordante : strates arbustive et herbacée éparses

### 2.4.- Les cours d'eau du parc national de Belezma (Batna)

Dès leur origine dans les Djebels Enza, Boumerzoug et Berdjem, les cours d'eau du parc national de Belezma coulent dans des parcours abrupts à forte pente sur une dizaine de Km, la présence de replat leur confère une structure hétérogène en amont (cascades, mouilles).

Deux secteurs hydrographiques s'échelonnant entre 1750 et 1000 m d'altitude ont retenu notre attention: oued Hamla et oued Chaaba (figure 18).

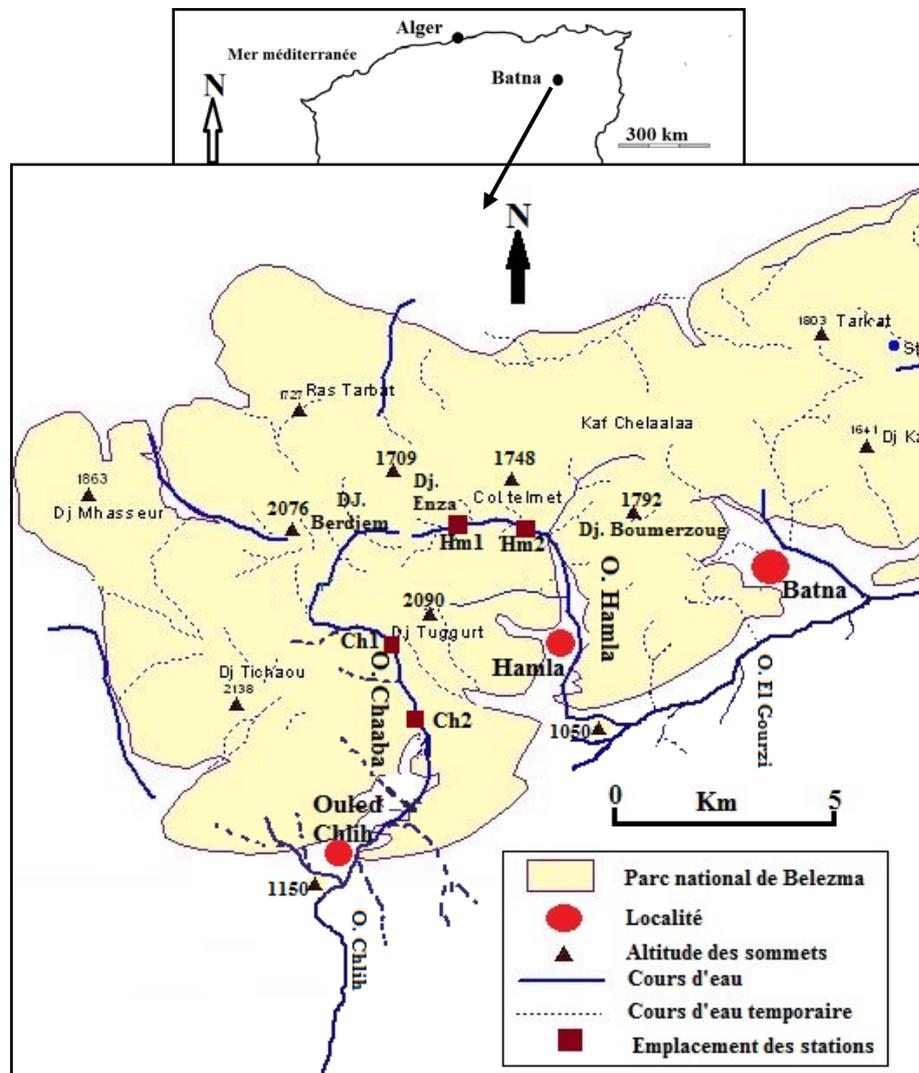


Figure 18 : Cours d'eau du Parc National de Belezma et emplacement des stations d'étude (P.N.B. 2012, modifiée)

#### 2.4.1- Oued Hamla

Oued Hamla prend naissance à partir des sources et petits ruisseaux localisés dans les Djebels Enza et Boumerzoug à plus de 1700 m d'altitude (Figure 18). 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 oued El Ghorzi. De pente moyenne de l'ordre de 9%, il traverse différentes formations végétales sur une tranche altitudinale de dénivelée de 700 m depuis les pelouses des crêtes rocheuses aux forêts de cèdre.

Deux stations sont retenues sur ce parcours : Hm1, Hm2.

**Station Hm1** : cette station est localisée dans le Djebel Enza à 6 km en amont du village Hamla.

- altitude de la station: 1300 m;
- distance à la source : 0,5 km;
- pente à la station : 30% ;
- largeur moyenne du lit : 1 m;
- profondeur moyenne : 10 cm;
- vitesse du courant : moyenne;
- substrat : blocs, galets, graviers et sable;
- végétation bordante : strate arborescente et arbustive;
- végétation aquatique : absente.

**Station Hm2** : elle est située à 1 km en aval de la station Hm1 et à 5km en amont du village Hamla;

- altitude de la station : 1260 m;
- distance à la source : 1,5 km ;
- pente à la station : 16% ;
- largeur moyenne du lit : 1,5 m;
- profondeur moyenne : 15 cm;
- vitesse du courant : moyenne;
- substrat : blocs, galets, graviers et sable;
- végétation bordante : strate arborescente fournie et épineux;
- végétation aquatique : absente.

### 2.4.2.- Oued Chaaba

L'oued Chaaba prend sa source dans le Djebel Berdjem, à environ 2000 m d'altitude. Doté d'une pente de l'ordre de 8,5%, il coule en orientation Nord-Sud entre 2000 et 1150 m, sur une distance d'une dizaine de km avant de se jeter dans oued Chlih.

Deux stations sont retenues sur ce cours d'eau : Ch1 et Ch2.

**Station Ch1** : la station est localisée à environ 6 km en amont du village Ouled Chlih;

- altitude de la station : 1270 m;
- distance à la source : 6 Km;
- pente à la station : 4,5 %;
- largeur moyenne du lit : 2 m;
- profondeur moyenne : 15 cm;
- vitesse du courant : rapide à moyenne;
- substrat : blocs, galets, graviers et sable;
- végétation bordante : strates arborescente et arbustive fournies, épineux;
- végétation aquatique : absente.

**Station Ch2** : la station se localise à 2 km en aval de la station Ch1 et à 4 km en amont du village Ouled Chlih.

- altitude de la station : 1240 m;
- distance à la source : 8 km;
- pente à la station : 4%;
- largeur moyenne du lit : 3 m;
- profondeur moyenne : 20 cm;
- vitesse du courant : moyenne à lente;
- substrat : blocs, galets, graviers et sable;
- végétation bordante : strate arbustive éparses et épineux;
- végétation aquatique : absente.

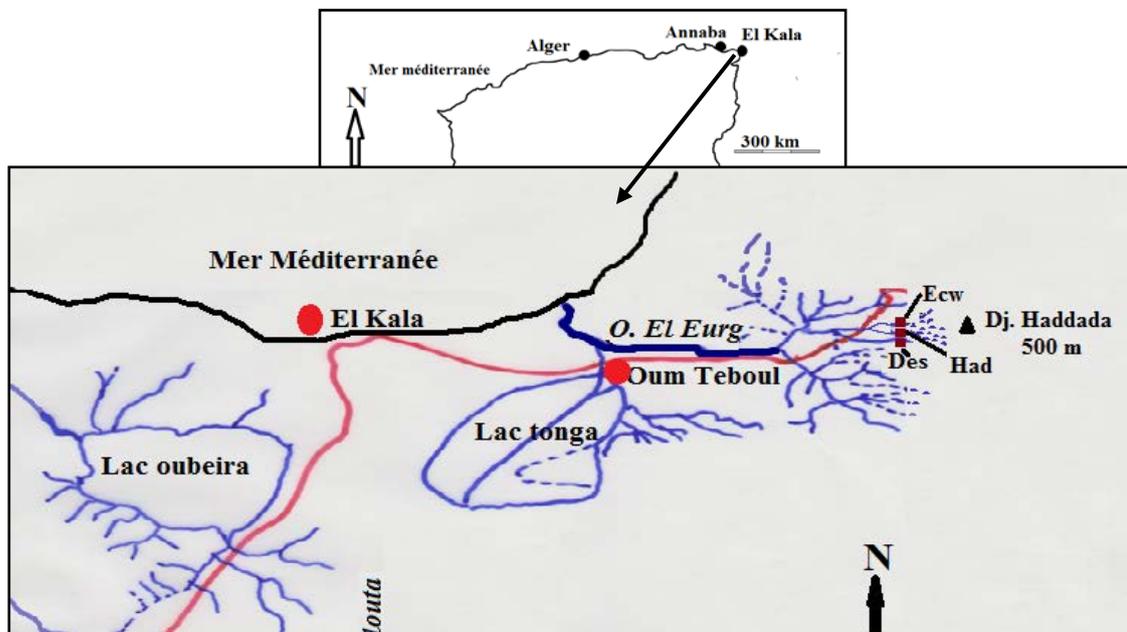
### 2.5.- Les cours d'eau du parc national d'El Kala (El Taref)

Les cours d'eau du parc national d'El Kala ont fait également l'objet de notre étude. Ils drainent les écoulements en provenance du Djebel Haddada (oued El Eurg) et du Djebel El Ghorra (oued Bougous). Deux secteurs hydrographiques ont retenu notre attention : oued El Eurg et ruisseaux et ruisselets du Djebel El Ghorra (Figure 19).

#### 2.5.1.- Oued El Eurg

Oued El Eurg, prend naissance à partir des sources localisées dans le Djebel Haddada à environ 500 m d'altitude. Il coule en orientation est-ouest/sud-nord sur une distance d'environ 10 km, collectant les écoulements en provenance des ruisseaux et ruisselets de sources avant de se jeter dans la mer Méditerranéenne. Sa pente moyenne est de l'ordre de 4% et la largeur de son lit mineur peut atteindre par endroit plus 8 m.

Trois stations sont retenues sur ce parcours : Ecw (Ech Chaaba El Warra), Had (Haddada), Des (Dar Essalem). Ces stations sont localisées sur des ruisseaux de source dans le Djebel Haddada, à environ 8 km en amont du village Oum Teboul.



**Titre 19 :** Cours d'eau du Parc National d'El Kala et emplacement des stations (INCT 2012, modifiée).

**Station Ecw :**

- altitude de la station : 180 m;
- distance à la source : 0,7 Km;
- pente à la station : 46 %;
- largeur moyenne du lit : 0,5 m;
- profondeur moyenne : 10 cm;
- vitesse du courant : rapide à moyenne;
- substrat : bocs, galets, graviers et sable;
- végétation bordante : strates arborescente et arbustive fournies, épineux;
- végétation aquatique : absente.

**Station Had :**

- altitude de la station : 180 m;
- distance à la source : 0,5 Km;
- pente à la station : 44%;
- largeur moyenne du lit : 1 m;
- profondeur moyenne : 15 cm;
- vitesse du courant : rapide à moyenne;
- substrat : galets, graviers, sable et limons;

- végétation bordante : strates arborescente et arbustive fournies et épineux.
- végétation aquatique : absente.

### Station Des :

- altitude de la station : 190 m;
- distance à la source : 0,5 Km;
- pente à la station : 46%;
- largeur moyenne du lit : 1 m;
- profondeur moyenne : 15 cm;
- vitesse du courant : rapide à moyenne;
- substrat : galets, graviers, sable et limons;
- végétation bordante : strates arborescente et arbustive fournies, épineux;
- végétation aquatique : absente.

### 2.5.2.- Ruisseaux et ruisselets du Djebel El Ghora

Au Djebel El Ghorra, cinq ruisseaux de dimensions réduites ont été prospectés. Ce sont des ruisseaux de montagne de dimensions réduites : largeur du lit mineur  $\leq 1$  m, Ils sont alimentés tout le long de leur parcours par des sources et ruisselets. Ils coulent en orientation sud / nord sur des lits pentus (pentes  $\geq 20\%$ ) ; sur une distance maximale de 1,5 Km avant de se jeter dans l'oued Bougous, principal affluent de l'oued Kebir. Il nous est très difficile de décrire ces petits ruisseaux de sources qui ont la particularité d'être temporaires.

Cinq stations ont été retenues sur ces ruisseaux : Gh1, Gh2, Gh3, Gh4, Gh5 (figure 19).

### Station Gh1 :

- altitude : 900 m ;
- distance à la source : 0,1 Km;
- pente à la station : 20 %;
- largeur moyenne du lit : 1 m;
- profondeur moyenne : 10 cm;
- vitesse du courant : lente;
- substrat : blocs, galets, graviers et sable;
- végétation bordante : strate arborescente et épineux;
- végétation aquatique : absente.

### Station Gh2 :

- altitude de la station : 900 m;
- distance à la source : 0,7 Km;
- pente à la station : 20 %;

- largeur moyenne du lit : 1 m;
- profondeur moyenne : 15 cm;
- vitesse du courant : lente;
- substrat : blocs, galets, graviers et sable;
- végétation bordante : strate arborescente, épineux;
- végétation aquatique : absente.

### Station Gh3

- altitude : 900 m;
- distance à la source : 1,5 Km;
- pente à la station : 20 %;
- largeur moyenne du lit : 1 m;
- profondeur moyenne : 10 cm;
- vitesse du courant : lente;
- substrat : blocs, galets, graviers et sable;
- végétation bordante : strate arborescente, épineux;
- végétation aquatique : absente.

### Station Gh4

- altitude de la station : 950 m;
- distance à la source : 0,5 Km;
- pente à la station : 46 %;
- coule en orientation sud-nord;
- largeur moyenne du lit : 0,5 m;
- profondeur moyenne : 10 cm;
- vitesse du courant : lente;
- substrat : galets, graviers et sable;
- végétation bordante : strate arborescente, épineux;
- végétation aquatique : absente.

### Station Gh5

- altitude de la station : 950 m;
- distance à la source : 0,3 Km;
- pente à la station : 17 %;
- largeur moyenne du lit : 0,5 m;
- profondeur moyenne : 10 cm;
- vitesse du courant : lente;
- substrat : galets, graviers et sable;
- végétation bordante : strate arborescente, épineux;

- végétation aquatique : absente.

### 3.-Paramètres environnementaux

La distribution spatiale des macroinvertébrés benthiques est sous la dépendance de facteurs environnementaux tels que l'altitude, la distance à la source, la pente, la végétation, le substrat et l'hydrologie (Vitesse du courant, débit, hauteur d'eau). De nombreux travaux ont montré que les variations observées dans la structure des communautés dépendent plus ou moins directement des modifications de ces facteurs (HYNES, 1970 ; LAVANDIER, 1979 ; MINSHALL, 1984 ; ANGELIER *et al.*, 1985 ; WILLIAMS & FELTMATE, 1992 ; DEGANI et WIENER, 1993 ; WOHL *et al.*, 1995 ; JACOBSEN *et al.*, 1997 ; THIERNEY *et al.*, 1998 ; MATHURIAU, 2002).

Un total de 11 paramètres mésologiques a été mesuré et/ou estimé sur les 37 stations échantillonnées (tableau 1).

Six paramètres mésologiques considérés comme « variables écologiques » ont été mesurés et/ou estimés à chaque campagne d'échantillonnage, il s'agit de : la largeur moyenne du cours d'eau, la hauteur d'eau moyenne, la vitesse moyenne du courant, la nature et l'abondance de la végétation aquatique, la quantité de matière organique et la température de l'eau ; cinq autres paramètres mésologiques, considérés comme « constantes écologiques » ont été estimés et/ou mesurés, il s'agit de l'altitude, la distance de la station par rapport à la source, la pente, la végétation bordante et la nature substrat.

#### 3.1.-Profils topographiques

Le profil topographique est décrit à l'aide de trois paramètres : l'altitude, la distance à la source et la pente. La pente joue un rôle important sur la vitesse du courant, la granulométrie du substrat et la distribution de la faune benthique.

La lecture du tableau 1 montre que les pentes aux stations présentent de grandes fluctuations. Elles varient entre 1% et 46 %. Les secteurs les plus pentus correspondent généralement aux cours d'eau de montagne dont l'altitude est élevée (> 800 m). Leurs pentes moyennes varient entre 10% et 44% (cas des stations Bel, Tk1, A1, A2, A3, D1, TG, Ad, Ak, Hm1, Ecw, Had, De et, Gh).

#### Tableau 1 : Paramètres mésologiques pris en compte dans les stations étudiées.

Sta : stations ; Alt : altitude (m) ; Pent : pente (%) ; Diss : distance à la source (km) ; Larg : largeur moyenne du lit (m) ; Prof : profondeur moyenne (Cm) ; Vite : vitesse moyenne du courant (cm/s) (de la classe 1 : lente à la classe 4 : très rapide) ; T : température (°C) (min : valeur minimale ; max : valeur maximale) ; VB : végétation bordante (de la classe 0 : absente à la classe 4 : très abondante) ; VA : végétation aquatique (de la classe 0 : absente à la classe 3 : très abondante) ; GG : gros galet (%) ; SL : sable et limons (%) ; Mato : matière organique (%).

## Chapitre II : Sites d'études et Méthodes

Sta	Alt	Pent	Diss	Larg	Prof	Vite	Tmax	Tmin	Ripi	Vaqu	GG	SL	Mato
Mou	390	2	8	3,5	30	3	19	10	3	3	90	10	20
Bel	1250	30	0,5	0,5	10	2	10	4	4	0	100	0	0
Chi	270	1,6	17	5	30	3	20	12	2	2	90	10	20
Lak	220	1,6	14	2,5	25	3	19	10	3	2	90	10	0
Bou	220	3,5	14	4	25	3	19	10	2	2	70	30	0
Ben	210	2,6	9	4	25	2	19	11	2	2	70	30	0
Ha1	165	1,5	19	7	30	3	20	11	0	2	50	30	20
Bad	140	23	2	1,5	10	2	19	9	2	1	80	20	0
D1	900	10	0,5	1	20	3	14	3	3	1	60	40	0
D2	350	2,5	8	2	30	3	16	5	3	1	70	20	10
TK1	1300	38	0,5	0,5	10	3	12	3	2	0	80	20	0
A1	920	10	0,5	1	20	3	14	8	4	2	100	0	0
A2	810	10	0,7	0,5	10	1	16	10	3	0	80	0	20
A3	480	10	3	1,5	20	3	16	9	4	2	90	10	0
A4	380	2,5	4,5	4	30	3	28	11	0	2	70	30	0
A5	300	1,5	11	5	30	3	27	11	2	3	70	20	10
A6	200	1,4	20	8	30	3	27	11	2	3	70	20	10
TG1	1480	30	0,5	0,5	5	4	14	4	0	0	90	10	0
TG2	1200	20	1	1	10	3	18	6	4	0	90	10	0
TG3	1680	30	0,5	0,5	5	3	19	6	0	0	90	10	0
Ad1	1000	16,5	0,5	0,5	15	3	10	5	2	0	100	0	0
Ad2	1000	16	0,5	0,5	15	2	10	5	2	0	90	10	0
Ad3	1200	15	2	1	10	3	10	5	3	0	100	0	0
Ak1	1000	10	1	1,5	10	2	12	7	2	0	100	0	0
Ak2	1000	10	1	2	15	3	12	7	2	0	100	0	0
Hm1	1300	30	0,5	1	10	2	20	5	3	0	90	10	0
Hm2	1260	16	1,5	1,5	15	2	21	7	3	0	90	10	0
Ch1	1270	4,5	6	2	15	3	20	7	4	0	90	10	0
Ch2	1240	4	8	3	20	1	21	8	1	0	90	10	0
Ecw	180	46	0,7	0,5	10	3	21	5	4	0	90	10	0
Had	180	44	0,5	1	15	3	21	5	4	0	70	30	0
Des	190	46	0,5	1	15	3	21	5	4	0	60	40	0
Gh1	900	20	0,1	1	10	1	18	5	3	0	90	10	0
Gh2	900	20	0,7	1	15	1	19	5	3	0	90	10	0
Gh3	900	20	1,5	1	10	1	19	5	3	0	90	10	0
Gh4	950	46	0,5	0,5	10	1	18	5	3	0	80	20	0
Gh5	950	16,6	0,3	0,5	10	1	18	5	3	0	80	20	0

Dans les stations de piémont (altitude 200 – 400m), on assiste à une rupture de pente et à l'élargissement des cours d'eau ; leur pente moyenne est de l'ordre de 3% : cas des stations Mou, Bou, Ben, D2 et A4

En basse altitude, le profil est régulier, il s'approche de l'horizontalité. L'eau coule sur un lit large et relativement plat de pente moyenne de l'ordre de 1,5% : cas des stations A5, A6, Chi, Lak et Ha1.

L'exception est faite aux stations de l'oued El Eurg dont les altitudes sont très basses (180-190 m) et les pentes moyennes très élevées (44-46%). En effet, ces stations sont des ruisseaux de basses montagnes situés à de très courtes distances de leurs sources (< 0,7 km). Elles présentent des conditions environnementales très similaires aux ruisseaux de hautes montagnes.

### 3.2.- Débits

Les débits sont déterminés par les apports atmosphériques. Ils dépendent de l'altitude, de la distance à la source la plus en amont, de la nature des terrains traversés et des précipitations.

Ainsi, à toute variation de débit, correspond une variation simultanée et dans le même sens, de la vitesse des écoulements, de la largeur du cours d'eau et de la hauteur de la lame d'eau.

En Algérie, les écosystèmes lotiques sont caractérisés par des cycles annuels très irréguliers associés aux changements climatiques saisonniers. Les cours d'eau sont très affectés, parce qu'ils sont principalement contrôlés par la périodicité et l'intensité des précipitations.

Le régime hydrologique des cours d'eau étudiés est caractérisé par de grandes fluctuations du débit. Les crues sont violentes, les étiages prononcés. Les précipitations sont concentrées entre novembre et février, correspondant généralement aux forts débits. A partir de la mi-printemps, les débits diminuent progressivement pour n'atteindre que quelques litres par seconde à l'étiage. Les ruisseaux de hautes altitudes coulent juste au moment de la fonte des neiges (entre le mois de février et avril) et les zones de piémont et de plaine subissent un étiage d'environ trois mois : de juillet à septembre.

### 3.3.- Vitesse du courant

La vitesse du courant est une composante importante du milieu bien connue pour son action sélective sur les peuplements benthiques (HYNES, 1970 ; MINSHALL, 1984).

L'écoulement dépend essentiellement du débit et de la pente. A une échelle plus fine, elle dépend localement des apports des affluents, de la taille des substrats, ainsi que de la largeur du lit et de la profondeur de la lame d'eau (GENIN *et al.*, 2003).

Dans notre travail, en raison des difficultés de sa mesure, la vitesse du courant est quantifiée par sa valeur moyenne au niveau de chaque station. Les mesures sont effectuées en surface du cours axial, sur une distance connue à l'aide d'un flotteur. Le temps écoulé par le flotteur permet de calculer la vitesse.

Les relevés de ce paramètre qui ne présentent qu'une valeur indicative, sont évalués selon la classification de Berg (1948)

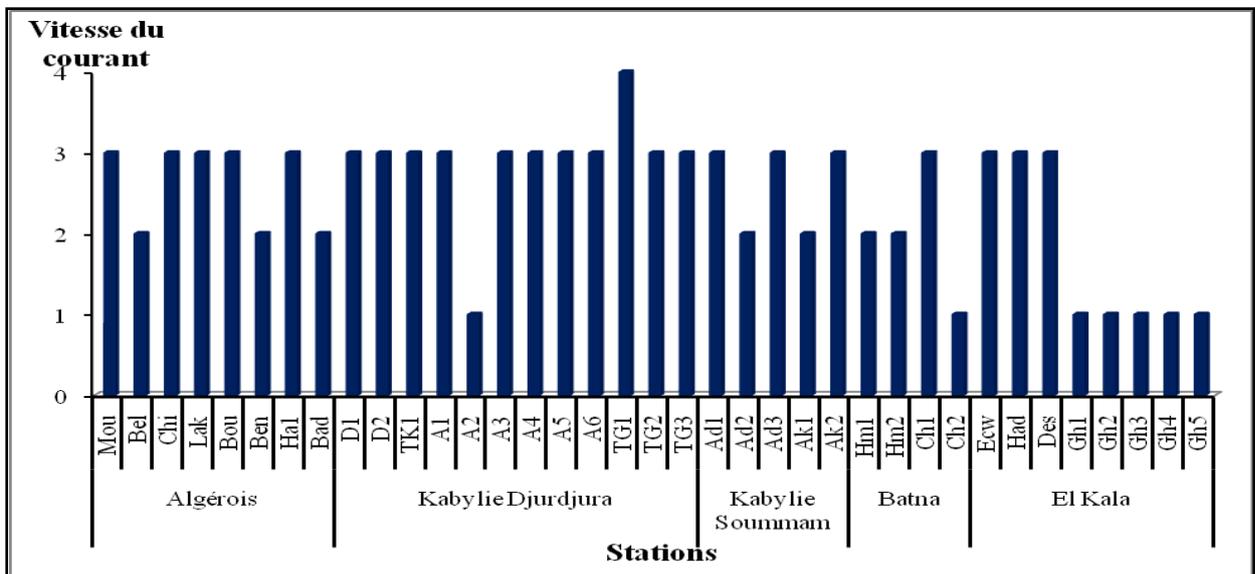
- Vitesses très lentes : inférieur à 10 cm/s ;
- Vitesses lentes : de 10 à 25 cm/s ;
- Vitesses moyennes : de 25 à 50 cm/s ;
- Vitesses rapides : de 50 à 100 cm/s ;
- Vitesses très rapides : supérieur à 100 cm/s.

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

- Classe 1 : Vitesses lentes ;
- Classe 2 : vitesses moyennes ;
- Classe 3 : vitesses rapides ;
- Classe 4 : vitesses très rapides.

La lecture de la figure 20, montre que dans les cours d'eau échantillonnés, les vitesses du courant présentent des valeurs moyennes à rapides pour la plus part des stations. Les faciès lentiques prédominent dans les stations de basses altitudes alors que les faciès lotiques prédominent dans les stations de hautes altitudes.

Les variations sont sous la dépendance directe des précipitations atmosphériques, très irrégulières pouvant engendrer des crues spectaculaires.

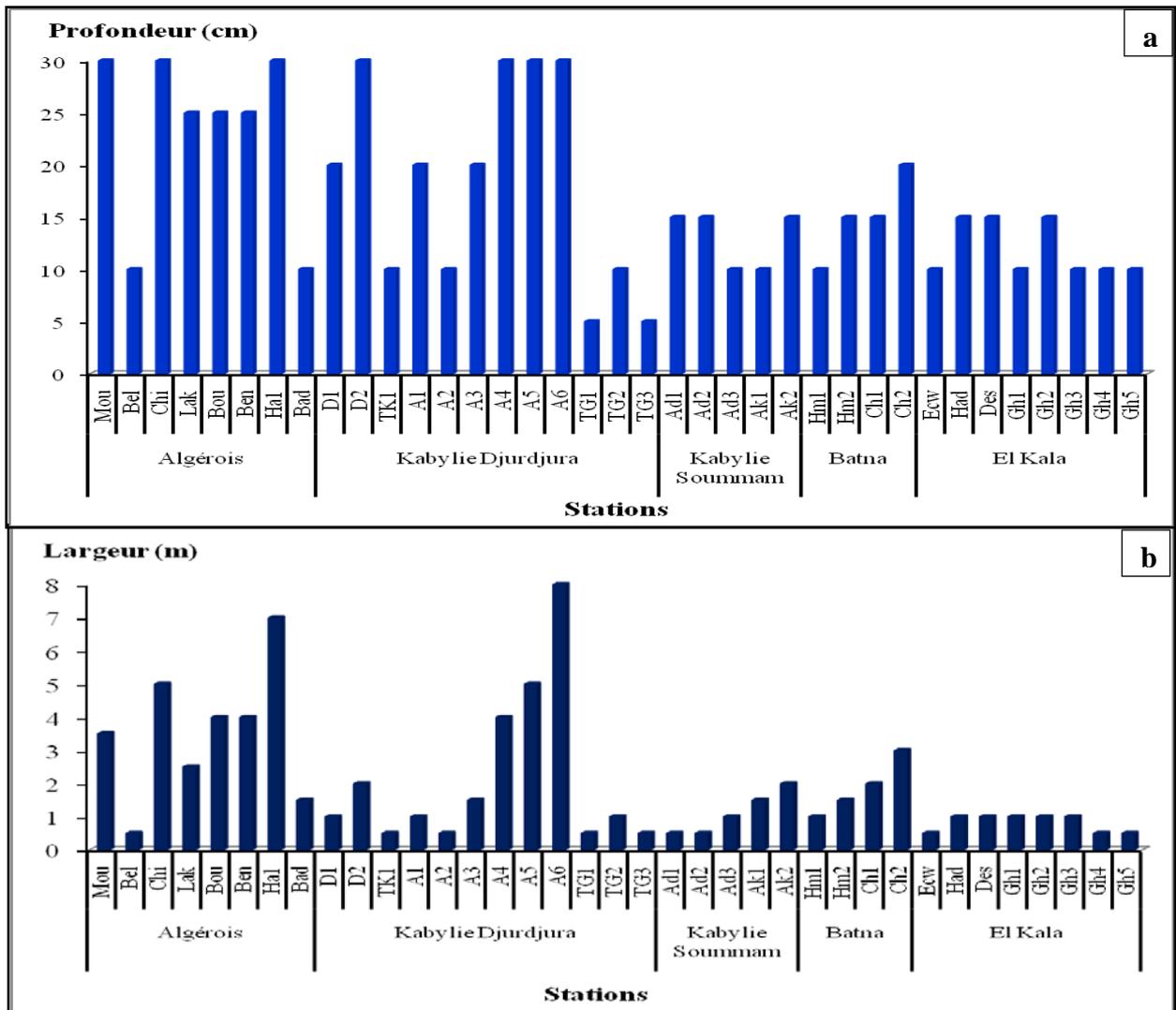


**Figure 20** : vitesses moyennes du courant dans les stations échantillonnées.

### 3.4.- Profondeur et section mouillée

La profondeur de la lame d'eau et la section mouillée (figure 21) fournissent une idée de la taille du cours d'eau à une station donnée. Elles sont déterminées pendant la période des basses

eaux par les valeurs moyennes à l'échelle de chaque station, et permettent d'obtenir des profils relativement homogènes.



**Figure 21 :** profondeurs moyennes de la lame d'eau (figure a) et largeurs moyennes du lit (figure b) dans les stations échantillonnées.

Les profondeurs moyennes des stations étudiées (figure 21-a) varient de 5 à 30 cm avec une grande majorité au dessous de 15 cm. Ceci est dû, en grande partie, au choix des stations dans des zones peu profondes pour que le fond soit facilement accessible à l'aide d'un filet surber.

La largeur moyenne du lit mineur des stations étudiées varie entre 0,5 et 8 m avec une grande majorité au dessous de 2 m (figure 21-b) en augmentant assez régulièrement de l'amont vers l'aval.

### 3.5.- Substrat

Les cours d'eau présentent naturellement une grande diversité structurelle qui se traduit par la présence d'une grande variété d'habitats : fonds sableux, dépôts de débris végétaux, zones rocailleuses, rochers...etc. De nombreux organismes d'eaux courantes présentent une adaptation très spécifique et ne colonisent que les habitats dont les conditions leurs sont favorables. Les cours d'eau richement structurés sont donc colonisés par une communauté lotique très diversifiée et riche en espèces.

Le substrat constitue le support vital des invertébrés benthiques auquel il est intimement associé pendant une partie de leur vie. Il peut être scindé en deux grands types : le substrat minéral et le substrat végétal.

Le substrat minéral : des catégories de taille sont distinguées selon le diamètre moyen des éléments fin qui les composent : blocs, pierres, galets, graviers, sable et limons. Ces dénominations utilisées, correspondent à la classification dimensionnelle granulométrique des sédiments (Cailleux, 1954). Les classes étant déterminées à l'aide d'une échelle visuelle, ce qui permet de distinguer les limites de taille pour les substrats :

- Blocs et pierres : diamètre  $> 20$  cm;
- Cailloux et galets :  $20 \text{ cm} \leq \text{diamètre} < 2$  cm;
- Graviers :  $2 \text{ cm} \leq \text{diamètre} < 0,2$  cm;
- Sable :  $0,2 \leq \text{diamètre} < 0,02$  cm;
- Limons : diamètre  $< 0,02$  cm.

L'importance relative de chaque catégorie est estimée par un pourcentage de recouvrement des surfaces en eau, par observation directe à l'échelle de la station. Pour la présente étude nous avons établi deux catégories de substrat (tableau 1) :

- Catégorie du substrat grossier : incluant les blocs, pierres, galets et gravier;
- Catégorie du substrat fin : incluant sable et limons.

Le substrat végétal : il peut être utilisé comme support inerte et comme ressource trophique. Son importance au niveau d'une station est exprimée par quatre classes d'abondance, d'absente (0) à très abondante (3) (tableau 1).

La distribution des stations en fonction de la nature du substrat montre une hétérogénéité du substratum au sein de tous les étages altitudinaux. En haute et moyenne altitude, le substrat le plus fréquemment prélevé est à dominance de gros galets et de graviers et la végétation aquatique est absente. En basse altitude, le substrat est plutôt à dominance de sables et de limons et la végétation aquatique est bien développée.

### 3.6.- Végétation bordante

La végétation bordante peut être utilisée comme support inerte et/ou comme ressource trophique par les macroinvertébrés. Elle a une influence sur la composition faunistique des cours

d'eau. En effet, le recouvrement végétal, par son apport en feuilles mortes constituent une nourriture des larves d'un grand nombre d'espèces et contribue également au maintien des températures à des seuils relativement bas.

L'importance de cette composante est estimée par observation directe à l'échelle de la station. Elle est exprimée par cinq classes d'abondance : d'absente (0) à très abondante (4) (tableau 1).

### 3.7.- Température de l'eau

La température est un facteur écologique important dans les eaux courantes. Elle conditionne les possibilités de développement et la durée du cycle biologique des espèces. En chaque point d'un profil longitudinal, elle dépend de l'altitude, de la distance à la source, du régime hydrologique 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 du pH et la dissociation des sels (RODIER, 1996). De plus, elle joue un rôle primordial dans la détermination de la distribution longitudinale des zoocénoses. Elle n'a pu faire l'objet, dans ce travail, que de mesures ponctuelles.

La température a été mesurée in situ à l'aide d'un thermomètre. Les relevés sont portés dans le tableau 1. L'analyse des relevés de températures ponctuelles nous a permis de dresser l'évolution du régime thermique tout au long de notre étude (figure 22).

Les écarts thermiques élevés s'observent aussi bien en moyenne comme en basse altitude. Les maxima et les minima présentent de grandes fluctuations entre les stations, ceci est dû aux périodes d'échantillonnage différentes entre les cours d'eau étudiés.

## 4.-Méthode d'étude

### 4.1.-Technique 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).

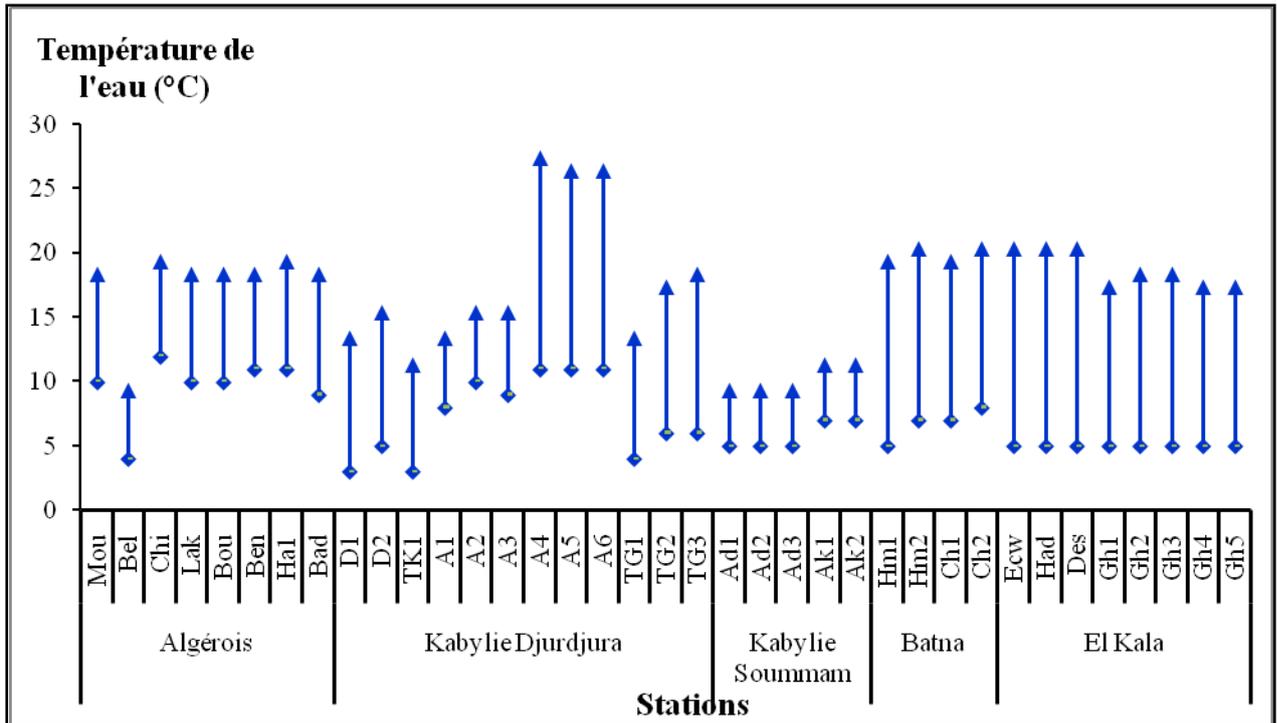


Figure 22 : Amplitudes thermiques enregistrées dans les stations d'étude.

L'unité de base d'échantillonnage est la station. C'est un tronçon du 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 (GENIN *et al.*, 2003).

L'échantillonnage consiste à rassembler la plus grande diversité faunistique représentative du milieu à étudier pour obtenir un bilan plus complet possible des taxons présents dans les cours d'eau. Pour cela l'échantillonnage doit être réalisé sur tous les habitats qui composent le lit d'un cours d'eau.

Trente (30) séries de récoltes en plaine, moyenne et haute altitudes, entre mars 2010 et avril 2013 ont été réalisées, totalisant un nombre importants de prélèvements entre larves, nymphes et adultes. Les périodes de récoltes sont résumés ci-dessous :

- Année 2010 : mars, avril, mai, juin et juillet ;
- Année 2011 : mars, avril, mai et juin ;
- Année 2012 : janvier, mars, avril et mai ;
- Année 2013 : avril.

L'échantillonnage des Plécoptères larves et nymphes a été réalisé selon deux méthodes complémentaires : la méthode quantitative, qui utilise de filet surber dans les faciès rapides et la méthode qualitative complémentaire, qui utilise le filet troubleau dans les zones d'eau calme et

profonde ou à la pince dans les secteurs qui n'ont pas été prospectés de façon quantitative. Quant aux adultes, ils ont été récoltés à l'aide d'un filet entomologique.

Nous avons effectué un plan d'échantillonnage par faciès sur divers supports : substrats minéraux (Blocs, pierres, galets, graviers, sables et limons) et substrats végétaux (bryophytes, macrophytes, débris végétaux). Pour cela nous avons tenu compte des paramètres prépondérants et qui sont, vitesse du courant et granulométrie du substrat (Genin *et al.*, 2003).

### 4.1.1.- Echantillonnage benthique

Le matériel biologique provient de prélèvements benthiques. Ces derniers ont été effectués à l'aide d'un filet surber pour les faciès lotique et d'un filet troubleau pour les faciès lentique.

#### - Milieu lotique

Les prélèvements de la faune sont effectués sur des surfaces de l'ordre de 0,09 m<sup>2</sup>. Ils sont réalisés dans des zones peu profondes inférieures à 40 cm. Pour chaque récolte, l'opérateur a été le même, de façon à maintenir des conditions de prélèvements aussi voisines que possibles d'une série à l'autre.

L'échantillonneur surber possède un cadre carré avec une base de surface de 0,09 m<sup>2</sup> (30 cm x 30 cm). Il est placé sur le fond du lit, l'ouverture du filet face au courant. Le substrat se trouvant dans la surface d'échantillonnage est lavé, récupérant ainsi les larves, les nymphes et les adultes dans le filet.

#### - 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 ou vaseux en faisant des allers-retours sur une distance d'un mètre environ.

### 4.1.2.- Chasse d'adulte

La capture d'adultes est indispensable pour l'identification spécifique de certains taxons difficiles à séparer au stade larvaire.

La méthode la plus couramment utilisée est la chasse à vue, au filet et à la pince. Plusieurs types de filets peuvent être utilisés : le filet entomologique, le filet fauchoir et le parapluie japonais.

Pour cette étude, nous avons effectué la chasse des adultes à l'aide d'un parapluie japonais qui reste la technique la plus efficace pour la récolte des Plécoptères adultes (GUEROLD *et al.*, 1991), car ce groupe d'insecte vole mal.

Au cours des chasses, la prospection de plusieurs dizaines de mètres de rive est nécessaire. Toute la végétation (arbres, arbustes et végétation herbacée) est secouée légèrement à l'aide d'un bâton souple, les insectes qui tombent sur le filet sont saisis à l'aide d'une pince entomologique souple et recueillis dans des petits flacons contenant de l'alcool à 70%.

### 4.2.- Conservation des échantillons

Les échantillons issus du prélèvement benthique sont recueillis dans des pots en plastique puis fixés dans du formol à 5 % et ceux de la chasse d'adultes sont recueillis dans des flacons puis fixés dans de l'alcool à 70 % sur le lieu de prélèvement. La date, le numéro et les caractéristiques de la station sont notés à chaque prélèvement.

### 4.3.- Tri et identification des échantillons

Au laboratoire, les échantillons sont lavés et débarrassés des particules indésirables dans un tamis de 300 µm de diamètre des mailles. Le contenu du tamis est ensuite versé dans un bac contenant de l'eau puis transvasé dans des béciers de 250 cc.

Un pré tri et une détermination jusqu'à la famille, sont effectués sous la loupe binoculaire par fractions successives dans des boîtes de pétri à fond quadrillé. Pour ce travail de base, nous nous sommes référés à la clé d'identification de TACHET *et al.* (2000).

Quant à l'identification spécifique, nous avons eu recours au spécialiste des Plécoptères, docteur G.VINÇON et aux clés d'identification spécifiques : CONSIGLIO, 1957 ; AUBERT, 1956, 1961 ; CONSIGLIO, 1961 ; MIRON & ZWICK, 1972 ; ZWICK, 1984 ; PARDO & ZWICK, 1993 ; VINÇON & PARDO, 1998 ; VINÇON & SANCHEZ-ORTEGA, 1999 ; VINÇON & PARDO, 2006 ; VINÇON & MURANYI, 2009.

## 5.-Méthodes d'analyse de la structure du peuplement

Un certain nombre d'indices de diversité doit être utilisé pour la caractérisation d'un peuplement, la comparaison globale de peuplements différents ou de l'état d'un même peuplement étudiés à des moments différents (BARBAULT, 1995).

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).

### 5.1.-Richesse spécifique

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. Cette mesure est jugée insuffisante puisqu'elle ne

permet pas de différencier des peuplements qui comporteraient un même nombre d'espèces mais avec des abondances relatives très différentes (BARBAULT, 2008).

### 5.2.- 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 :

$$A (\%) = 100 \cdot ni / N$$

**ni** : Nombre d'individus de l'espèce  $i$  ;

**N** : Nombre total d'individus.

### 5.3.- 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 ( $P_i$ ) 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 :

$$Oc (\%) = 100 \cdot P_i / P$$

**P<sub>i</sub>** : 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.

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

Les premiers travaux sur les plécoptères d'Afrique du Nord sont ceux de LESTAGE (1925) qui fût l'auteur de la première liste laquelle comptait 8 espèces. Puis se furent les travaux d'AUBERT (1956, 1961), MIRON & ZWICK (1972) citant une vingtaine d'espèces d'Algérie et du Maroc. Enfin BERTHELEMY (1973), au cours de ses recherches en Tunisie, a dressé une liste de 30 taxa dont 11 sont présents en Algérie, 17 en Tunisie et 17 au Maroc. Plus récemment, ont été entrepris des travaux plus spécialisés, contribuant à une meilleure connaissance de cet ordre d'insectes dans les pays du Maghreb.

Au Maroc, où les Plécoptères ont été le plus étudiés, les récoltes effectuées dans le Rif, le Moyen Atlas et le Haut Atlas ont donné matière à plusieurs publications consacrées à des descriptions d'espèces nouvelles, à la biogéographie et à l'écologie de certaines d'entre elles (DAKKI, 1979, 1987 ; GIUDICELLI & DAKKI, 1984 ; MOHATI, 1985 ; BOUZIDI, 1989 ; EL AGBANI *et al.*, 1992 ; AZZOUZ & SANCHEZ-ORTEGA, 1992,1994 ; AZZOUZ, 1996 ; SANCHEZ ORTEGA & AZZOUZ, 1997, 1998 ; VINÇON & SANCHEZ-ORTEGA, 1999 ; BERRAHOU *et al.*, 2001 ; TOUABAY *et al.*, 2002 ; EROCHDI & EL ALAMI, 2008 ; ERROCHDI *et al.*, 2014a et 2014b ; VINÇON *et al.*, 2014). Ces travaux ont permis de dresser une liste de 28 espèces pour ce pays dont 9 endémiques : *Siphonoperla lepineyi*, *Amphinemura chiffensis*, *Amphinemura yasriarum*, *Amphinemura tiernodefigueroai*, *Protonemura berberica*, *Protonemura dakii*, *Nemoura rifensis*, *capnioneura atlasica* et *Leuctra ketamensis*.

En Tunisie, les travaux sur les Plécoptères sont peu nombreux. En effet, BERTHELEMY (1973) étaient l'auteur de la première liste des Plécoptères de Tunisie. Elle comptait déjà 17 taxa dont 10 seulement ont été identifiés à l'espèce. PARDO & ZWICK (1993) décrivent *Leuctra tunisica*. VINÇON & PARDO (1998), dans leur travaux sur les cours d'eau du Nord tunisien décrivent trois autres espèces nouvelles pour la (*L. sartorii*, *L. khroumeriensis* et *L. medjerdensis*) et signalent *L. vaillanti* pour la première fois de ce pays. BEJAOUI *et al.*, (2002) et BEJAOUI & BOUMAIZA (2004,) signalent pour la première fois la présence en Tunisie d'*Amphinemura chiffensis*. Trois autres *Protonemura* étaient décrites : *P. drahamensis* VINÇON & PARDO, 2006, *P. algerica bejaiana* VINÇON & MURANYI, 2009 et *P. khroumiriensis* BEJAOUI & BOUMAIZA, 2009. Ces auteurs ont porté progressivement à 17 le nombre d'espèces de plécoptères connues de ce pays dont 6 endémiques s'étendant dans la partie Est de l'Algérie (*Protonemura drahamensis*, *Protonemura algerica bejaiana*, *Leuctra tuisica*, *Leuctra sartorii*, *Leuctra khroumiriensis* et *Leuctra medjerdensi*).

En Algérie, les études réalisées :

- Dans le nord ouest algérien, GAGNEUR & ALIANE (1991) citent 7 espèces de Plécoptères des oueds du bassin de la Tafna dont le genre *Capnia* et l'espèce *Leuctra vaillanti* étaient des citations nouvelles pour l'Algérie.
- Dans la région de l'algérois, ARAB (1989) et YASRI (2009), au cours de leurs recherches hydrobiologiques sur le réseau hydrographique du Mazafran, signalent 7 taxons de Plécoptères, tous déjà connus d'Algérie.
- En Kabylie du Djurdjura, où les investigations étaient plus poussées, LOUNACI (1987) et AIT MOULOUD (1988) ont inventorié 09 espèces de Plécoptères dans le bassin de l'oued Aissi, dont *Afroperlodes lecerfi* est nouvelle pour la faune d'Algérie. LOUNACI-DAOUDI (1996) a mentionné 09 espèces dans l'oued Sébaou. LOUNACI *et al.* (2000 a) ont établi une liste faunistique de 19 espèces, dont *Brachyptera auberti*, *Capniopsis schelleri*, *Capnia nigra*, *Leuctra merdjedensis* et *Nemoura ? lacustris* sont nouvelles pour l'Algérie. LOUNACI (2005) et LOUNACI & VINÇON (2005) mentionnent la présence de 17 espèces dans les cours d'eau de Kabylie dont le genre *Siphonoperla* et l'espèce *Leuctra tunisica* sont nouveaux pour la faune d'Algérie et *Nemoura fulviceps* nouvelle pour l'Afrique du Nord. Ces données ont permis de porter à 21 le total des taxa connus d'Algérie.

Ce présent travail a pour but de contribuer à la connaissance des Plécoptères d'Algérie. Les prospections réalisées dans les cours d'eau étudiés ont permis d'inventorier 25 taxa de Plécoptères (19 identifiés à l'espèce et 6 au niveau générique) dont deux espèces sont nouvelles pour la science: *Amphinemura berthelemyi* VINÇON, YASRI & LOUNACI, 2013 (YASRI *et al.*, 2013) observée dans la région d'El Kala et *Leuctra dhyae* VINÇON, YASRI & LOUNACI, 2013 (YASRI-CHEBOUBI *et al.*, 2013) récoltée dans la région de Chréa. Quatre sont de nouvelles citations pour l'Algérie : *Protonemura drahamensis*, *Protonemura algirica bejaiana*, *Leuctra sartorii* et *Leuctra khroumiriensis*, et portent ainsi à 25 le nombre de taxa actuellement connu sur le territoire algérien.

Signalant cependant que :

- deux espèces sont retirées de la liste des Plécoptères d'Algérie : *Siphonoperla lepineyi*, en raison de sa présence douteuse dans les travaux antérieures et *Perla marginata* conférée à *Perla cf pallida*.

- *Amphinemura chiffensis* est mise en synonymie avec *Amphinemura berthelemyi* (YASRI *et al.*, 2013).

Sur 21 éléments identifiés au niveau spécifique (LOUNACI & VINÇON, 2005), présents en Algérie, cinq n'ont jamais été retrouvés dans nos récoltes. Il s'agit de *Hemimelaena flaviventris*, *Perla bipunctata*, *Nemoura fulviceps*, *Capnia nigra* et *Leuctra vaillanti*.

Sur la base de toutes ces données, le peuplement plécoptérologique d'Algérie actuellement connu se compose de 25 espèces réparties comme suit :

- 2 Perlodidae ;
- 3 Perlidae ;
- 2 Taeniopterygidae ;
- 7 Nemouridae ;
- 3 Capniidae ;
- 8 Leuctridae.

Ainsi, la richesse spécifique de ce peuplement est comparable à celle observée dans les pays limitrophes: 28 espèces au Maroc et 17 en Tunisie. Elle reste toute fois faible comparée à celle des massifs les plus septentrionaux comme :

- La Sierra Morena (Sud de l'Espagne) : 22 espèces (SANCHEZ-ORTEGA *et al.*, 2002-2003);
- Le bassin du fleuve Segura (Espagne) : 28 espèces (UBERO-PASCAL *et al.*, 1998);
- La Cordillère Bétique : 37 espèces (SANCHEZ-ORTEGA & TIerno, 1996);
- Le Péninsule Ibérique : 73 espèces (VINÇON & PARDO, 2004);
- Les Pyrénées : 100 espèces (SANCHEZ-ORTEGA & TIerno, 1996);
- Les Alpes Françaises : 96 espèces (VINÇON, 1996);
- Le massif Morvan (Bourgogne) : 24 espèces (RUFFONI, 2009).

### 1.-Analyse de la diversité du peuplement

#### 1.1.-Faunistique

La prospection des 37 stations nous a permis d'inventorier un total de 25 taxa de Plécoptères appartenant à 6 familles et 11 genres : 19 taxa sont identifiés au niveau spécifique et 6 au niveau générique (tableau 2). Les genres *Siphonoperla* et *Capnia* signalés de la Kabylie du Djurdjura et *Hemimelaena* signalé de l'Algérois, n'ont pas été retrouvés dans nos récoltes.

La composition générique du peuplement est relativement riche et variée. Elle est constituée de 11 genres dont les Nemouridae (3 genres, 9 espèces) et les Leuctridae (2 genres, 9 espèces) sont les plus diversifiés. Les autres familles sont faiblement représentées : Perlidae 2 genres, 2 espèces ; Capniidae 2 genres, 2 espèces ; Perlodidae 1 genre, 1 espèce ; et Taeniopterygidae 1 genre, 1 espèce.

Quantitativement, certaines dominances génériques se détachent dans ce peuplement. Les genres *Leuctra* et *Protonemura* avec respectivement 8 et 6 espèces sont les plus diversifiés. Viennent ensuite les genres *Brachyptera* et *Amphinemura* avec 2 espèces chacune. Les autres genres (*Afroperlodes*, *Eoperla*, *Perla*, *Nemoura*, *Capnioneura*, *Capnopsis*, *Tyrrhenoleuctra*) sont plutôt monospécifiques.

### Chapitre 3 : Résultats et discussions

Tableau 2 : Répartition des Plécoptères dans les stations étudiées (les chiffres indiquent l'abondance moyenne par 0,09 m<sup>2</sup>).

Nom entier des espèces	Code	Algérois								Kabylie Djurdjura										Kabylie Soummam						
		O. Mazafran			O. El Harrach					O. Aissi						R.A. Thala-Guilef				O. Daas			O. Zitoun			
		Mou	Bel	Chi	Lak	Bou	Ben	Ha1	Bad	D1	D2	TK1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	TG1	TG2	TG3	Ad1	Ad2	Ad3	Ak1	Ak2
<b>F. Perlodidae (1)</b>																										
<i>Afroperlodes lecerfi</i>	<i>Afle</i>	6						6	17			3		90	3				3							
<b>F. Perlidae (2)</b>																										
<i>Eoperla ochracea</i>	<i>Eooch</i>	52		3	8	5	4		7							20	15									
<i>Perla cf. pallida</i>	<i>Pepal</i>								113			8	5	10												
<b>F. Taeniopterygidae (2)</b>																										
<i>Brachyptera algerica</i>	<i>Bralg</i>								19														3	3		
<i>Brachyptera auberti</i>	<i>Braub</i>									3	5								7		3	3				
<b>F. Nemouridae (9)</b>																										
<i>Amphinemura berthelemyi</i>	<i>Amber</i>			15			3														3				3	
<i>Amphinemura sp.</i>	<i>Amsp</i>								30					3												
<i>Protonemura algerica algerica</i>	<i>Pralg</i>											60		70					3					3	7	
<i>Protonemura algerica bejaiana</i>	<i>Prbej</i>																									
<i>Protonemura drahemensis</i>	<i>Prdra</i>																									
<i>Protonemura talboti</i>	<i>Prtal</i>	4	3	4	4	5	8	4																		
<i>Protonemura ruffoi</i>	<i>Prruf</i>									3	50	50	30	3				80		11		23	3			
<i>Protonemura sp.</i>	<i>Prsp</i>								8	50	80								3							
<i>Nemoura sp.</i>	<i>Nesp</i>										3									15						
<b>F. Capniidae (2)</b>																										
<i>Capnioneura petitierrae</i>	<i>Capet</i>	8	30	6		3			55	4	3	10									3	15	3		9	
<i>Capniopsis schilleri schilleri</i>	<i>Casch</i>										3										3		3			
<b>F. Leuctridae (9)</b>																										
<i>Leuctra dhyae</i>	<i>Ledha</i>		19																							
<i>Leuctra geniculata</i>	<i>Legen</i>	30		8					3			8	33													
<i>Leuctra khroumeriensis</i>	<i>Lekhr</i>																							3	3	
<i>Leuctra medjerdensis</i>	<i>Lemed</i>																									
<i>Leuctra sartorii</i>	<i>Lesar</i>																									
<i>Leuctra tunisica</i>	<i>Letun</i>											30	43									15				
<i>Leuctra sp.1</i>	<i>Lesp1</i>	18		5	3	4	4	3																		
<i>Leuctra sp.2</i>	<i>Lesp2</i>								3			15	8		6				8							
<i>Tyrrhenoleuctra tangerina</i>	<i>Tytan</i>	3				4	3									3					12	3	20	3		

### Chapitre 3 : Résultats et discussions

Tableau 2 : Répartition des Plécoptères dans les stations étudiées (suite).

Nom entier des espèces	Code	Batna				El Kala								
		O. Hamla		O. Chaaba		O. El Eurg			O. El Kebir					
		Hm1	Hm2	Ch1	Ch2	ECW	Had	Des	Gh1	Gh2	Gh3	Gh4	Gh5	
<b>F. Perlodidae (1)</b>														
<i>Afroperlodes lecerfi</i>	<i>Afle</i>													
<b>F. Perlidae (2)</b>														
<i>Eoperla ochracea</i>	<i>Eooch</i>													
<i>Perla cf. pallida</i>	<i>Pepal</i>													
<b>F. Taeniopterygidae (2)</b>														
<i>Brachyptera algerica</i>	<i>Bralg</i>					4	4	3	8					
<i>Brachyptera auberti</i>	<i>Braub</i>	16	5											
<b>F. Nemouridae (9)</b>														
<i>Amphinemura berthelemyi</i>	<i>Amber</i>						72	100						
<i>Amphinemura sp.</i>	<i>Amsp</i>													
<i>Protonemura algerica algerica</i>	<i>Pralg</i>	14	3	82	20									
<i>Protonemura algerica bejaiana</i>	<i>Prbej</i>						20	88						
<i>Protonemura drahemensis</i>	<i>Prdra</i>					40			4	3	3	10	7	
<i>Protonemura talboti</i>	<i>Prtal</i>													
<i>Protonemura ruffoi</i>	<i>Prruf</i>													
<i>Protonemura sp.</i>	<i>Prsp</i>													
<i>Nemoura sp.</i>	<i>Nesp</i>													
<b>F. Capniidae(2)</b>														
<i>Capnioneura petitpierrae</i>	<i>Capet</i>	36	17	7	4				3	5				
<i>Capniopsis schilleri schilleri</i>	<i>Casch</i>								20	3	3			
<b>F. Leuctridae (9)</b>														
<i>Leuctra dhyae</i>	<i>Ledha</i>													
<i>Leuctra geniculata</i>	<i>Legen</i>													
<i>Leuctra khroumeriensis</i>	<i>Lekhr</i>													
<i>Leuctra medjerdensis</i>	<i>Lemed</i>	82	58	90	12									
<i>Leuctra sartorii</i>	<i>Lesar</i>					82	148	90						
<i>Leuctra tunisica</i>	<i>Letun</i>								51	54	35	3	10	
<i>Leuctra sp.1</i>	<i>Lesp1</i>													
<i>Leuctra sp.2</i>	<i>Lesp2</i>													
<i>Tyrrhenoleuctra tangerina</i>	<i>Tytan</i>	80	52	68	4	11	4	39	13	14	10	9	3	

### 1.2.-Richesse spécifique et abondance des espèces

Les Plécoptères inventoriés dans ce travail sont représentés en faibles proportions comparativement aux Ephéméroptères, aux Trichoptères et aux Diptères Simuliidae. Toutefois, ils constituent une masse non négligeable par rapport aux prélèvements réalisés en Algérie. En effet la prospection des 37 stations nous a permis de récolter un total de 3175 individus, et ce seulement dans les parties moyennes et supérieures des cours d'eau. De nombreuses stations de piémont et de plaine (non incluses dans cette étude) sont dépourvues de Plécoptères.

La richesse spécifique et l'abondance ne sont pas importantes dans la plupart des stations étudiées (Tableau 2). Elles sont maximales dans les tronçons à courant rapide à modéré coulant sur un substratum pierreux entre 1300 et 500 m d'altitude, à couvert végétal bordant assez dense et à température estivale de l'eau peu élevée. Inversement, les ruisseaux de haute altitude (> 1400 m), aux conditions hydrologiques et écologiques bien différentes (forte pente, fond érodé, couvert végétal absent, assèchement plus ou moins long ...), ainsi que les cours d'eau de basse altitude, où la température estivale de l'eau est relativement élevée auxquelles s'ajoutent l'accumulation des rejets anthropiques n'hébergent que très peu d'espèces.

#### 1.2.1.- Richesse spécifique

Les Plécoptères sont considérés comme un groupe assez homogène sur le plan écologique. Ils peuplent les biotopes à eau fraîche, pure et bien oxygénée (LOUNACI & VINCON, 2005). Toutefois, chaque espèce a ses propres exigences vis-à-vis des paramètres écologiques et présentent donc des tolérances spécifiques.

La faune des Plécoptères des plus grands massifs d'Algérie est assez différente. En effet, la comparaison des richesses (Figure 23) et compositions taxonomiques (Tableau 2) permet de dégager certaines différences majeures dans le peuplement des cinq domaines hydrographiques du nord et de l'est algérien (région de l'Algérois, Kabylie du Djurdjura, Kabylie de la Soummam, Batna et El Kala).

Le peuplement des cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura, comparativement à celui des quatre autres domaines algériens, paraît le plus diversifié : Kabylie du Djurdjura 16 espèces, Kabylie de la Soummam 10 espèces, région de l'Algérois 9 espèces, El Kala 9 espèces, Batna 5 espèces. Il se singularise essentiellement par un important contingent d'espèces qui ne sont pas représentées ou qui sont rares dans les autres zones géographiques ; citons :

- *Perla cf. pallida*, *Amphinemura sp.*, *Nemoura sp.*, *Leuctra sp.* qui semblent être des espèces à aire de répartition restreinte qui n'ont jamais été trouvées en dehors des cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura.

- *Protonemura ruffoi*, bien représentée dans le rhithral des cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura, qui s'étend dans la région de Béjaïa (Kabylie de la Soummam).

### Chapitre III : Résultats et Discussions

• *Leuctra geniculata*, *Eoperla ochracea*, *Afroperlodes lecerfi*, cortège d'espèces bien connues des cours d'eau du massif du Djurdjura qui s'étendent dans les régions de l'Algérois.

Signalons cependant que :

- Les régions de l'Algérois et d'El Kala abritent chacune trois espèces qui n'ont encore jamais été retrouvées en dehors de ces zones géographiques :

- Région de l'Algérois : *Protonemura talboti*, *Leuctra dhyae*, *Leuctra sp1*
- La région d'El Kala : *Protonemura algirica bejaiana*, *Protonemura drahemensis*, *Leuctra sartorii*.

- La région de Batna abrite *Leuctra medjerdensis* (connue que du parc national du Belezma) et la région de Béjaia abrite *Leuctra khroumiriensis*, espèces micro-endémiques, qui s'étendent dans la partie ouest de la Tunisie (Kroumirie).

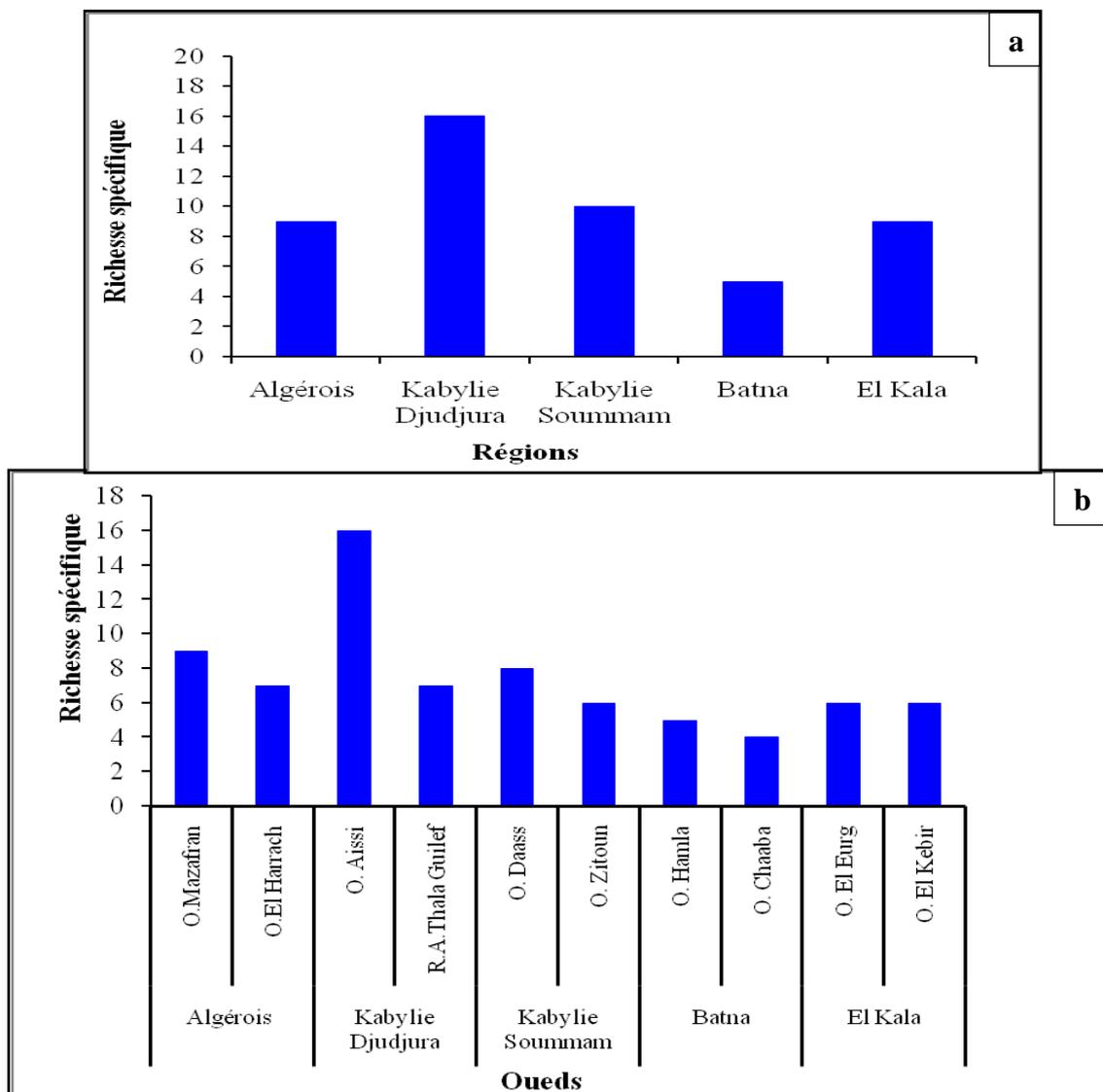


Figure 23 : Richesse spécifique des Plécoptères recensés dans les cours d'eau étudiés.

(a : par zone géographique, b : par cours d'eau)

Cette situation peut s'expliquer par l'organisation des réseaux hydrographiques : les cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura prennent leur source à des altitudes élevées (> 2000 m) et leur pente est forte et régulière.

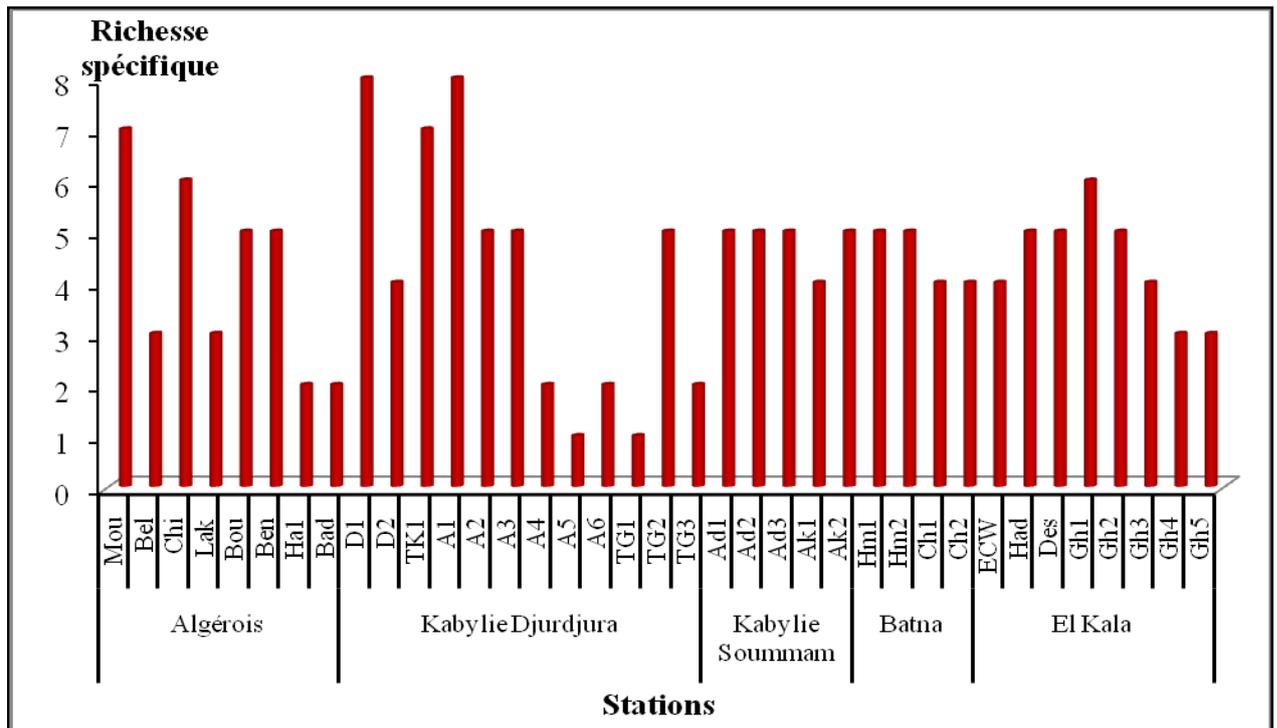
Les différences faunistiques entre les principales régions montagneuses du nord de l'Algérie reflètent donc principalement l'éloignement géographique de ces régions les unes par rapport aux autres. Cet éloignement tend à morceler les aires de distribution des espèces, surtout dans ces régions de vastes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

Quant à la richesse spécifique stationnelle (figure 24), elle n'est pas importante dans la plupart des stations étudiées. Le nombre d'espèces le plus élevé (6 – 8 espèces) est observé aux stations de contact entre les peuplements alticoles et de moyennes montagnes (A1 et D1 : 8 espèces chacune, Mou et TK1 : 7 espèces chacune, Chi et Gh1 : 6 espèces chacune), puis diminue sous des conditions écologiques différentes, notamment en fonction de plusieurs facteurs plus ou moins liés, comme la structure granulométrique du fond, la végétation bordante, la température de l'eau, la durée de l'assèchement et l'intensité de la pollution. En effet, les ruisseaux relativement froids d'altitude (1300 – 800 m) à température maximale peu élevée (12 – 19 °C) et les torrents de moyenne montagne (alt. 900 – 390 m) bordés d'une végétation assez dense, constituent les habitats privilégiés des Plécoptères.

Les ruisseaux de haute altitude (> 1400 m) paraissent peu favorables au développement des Plécoptères. Seules *Protonemura ruffoi* et *Nemoura sp* y sont observées. Une telle régression du nombre d'espèces dans ces ruisseaux est liée aux conditions morphodynamiques et environnementales : fond érodé à substrat homogène ; couvert végétal absent ou clairsemé et à la durée de l'assèchement de ces cours d'eau : 5 à 6 mois et parfois peut atteindre 8 mois.

Les cours d'eau de piémont et de basse altitude (< 300 m), où la température de l'eau est assez élevée et les impacts humains restent faibles à modérés, ne constituent pas des habitats favorables au développement de ce groupe d'insectes. Ils hébergent une faune pauvre, essentiellement thermophile (*Eoperla ochracea* et *Tyrrhenoleuctra tangerina*) tolérante vis-à-vis de la température et des pollutions organiques légères.

Signalons cependant que la richesse spécifique aux stations Ecw, Had et Des, ruisseaux de basse altitude (< 200 m) présentent une richesse spécifique moyenne (4 - 5 espèces). En effet, ces ruisseaux présentent des conditions environnementales vraisemblablement favorables au développement des éléments de ce groupe d'insectes : couvert végétal très dense, substrat à dominance de galets, vitesses de courant élevées, pentes fortes et habitats exemptés de toute perturbation anthropique. Le seul facteur pouvant freiner le développement des Plécoptères dans ces ruisseaux est la durée de l'assec prolongée des cours d'eau qui peut atteindre 7 à 8 mois.



**Figure 24 :** Richesse spécifique des Plécoptères recensés dans les différentes stations prospectées (D. : Djurdjura et S. : Soummam).

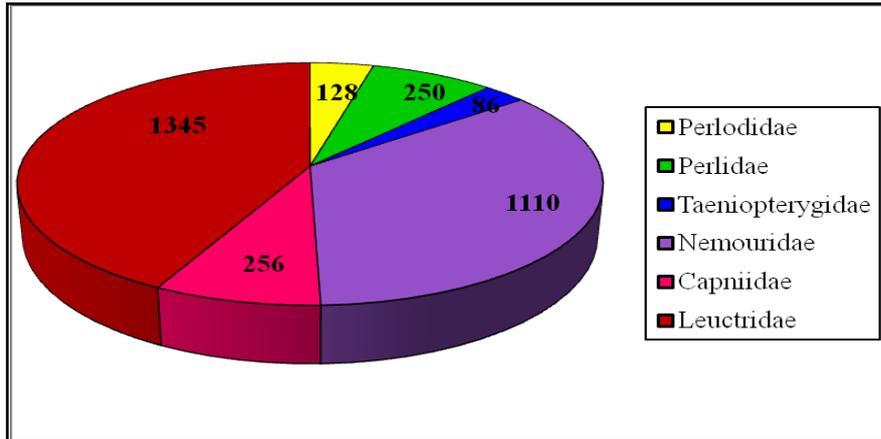
### 1.2.2.-Abondances et occurrences des espèces recensées

Le tableau récapitulant des abondances et les occurrences des espèces recensées est représenté en annexe 3.

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

Les densités élevées sont enregistrées aussi bien dans les stations d’altitude que celles de piémont et de basse altitude, mais uniquement dans les faciès lotiques. Toutefois, il n’existe pas de variation d’abondance selon un gradient altitudinal dans les cours d’eau étudiés. La granulométrie du substrat (grossier), l’importance de la végétation bordante (feuillus), la vitesse du courant (rapide à moyenne) et la température de l’eau (relativement basse) constituent les facteurs physiques favorisant la prolifération des Plécoptères.

La prospection des 37 stations nous a permis de récolter un total de 3175 individus. Les familles des Leuctridae avec 1345 individus et des Nemouridae avec 1110 individus sont les plus abondantes. Elles totalisent à elles seules 77,33 % des récoltes. Les autres familles sont faiblement représentées : Capniidae 256 individus (soit 8,06% du total des récoltes), Perlidae 250 individus (7,87%), Perlodidae 128 individus (4,03%), Taeniopterygidae 86 individus (2,7 %) (Figure 25).



**Figure 25** : Abondances numériques des familles recensées aux stations étudiées

La figure 26 visualise graphiquement l'abondance et l'occurrence relatives des espèces récoltées aux 37 stations étudiées. Elles peuvent être classées en 4 groupes.

➤ Espèces dominantes :

Elles sont au nombre de 6 : *Tyrrhenoleuctra tangerina* (AR 11,29%, OR 54,05%), *Capnioneura petitpierrae* (AR 6,7%, OR 48,65%), *Protonemura algirica algirica* (AR 8,25%, OR 24,32%), *Protonemura ruffoi* (AR 7,97%, OR 24,32%), *Leuctra tunisica* (AR 7,6%, OR 21,62%), *Amphinemura berthelemyi* (AR 6,17%, OR 16,22%). Elles sont les plus abondantes et les plus fréquentes dans les cours d'eau étudiés. Elles totalisent à elles seules 1531 individus, soit 48,22% du total.

Les deux premières sont abondantes et fréquentes : *Tyrrhenoleuctra tangerina* (AR 11,29%, OR 54,05%), *Capnioneura petitpierrae* (AR 6,7%, OR 48,65%). Elles semblent être thermophiles et à large répartition altitudinale (1300 – 200 m).

Une autre espèce *Amphinemura berthelemyi* (AR 6,17%, OR 16,22%), à distribution fragmentée suit la même tendance que les précédentes. Elle peut être considérée comme élément à large amplitude écologique (1000 – 180 m). Elle est observée à 6 stations. Son abondance maximale est notée dans les ruisseaux de basse altitude (station Des, alt 190m).

*Protonemura algirica algirica* (AR 8,25%, OR 24,32%) et *Protonemura ruffoi* (AR 7,97%, OR 24,32%) sont sténothermes d'eau froide. Elles ont pour habitat les ruisseaux froids et les parcours ombragés (alt. 1680 – 350 m).

*Leuctra tunisica* (AR 7,6% et OR 21,62%) est plutôt alticole, elle abonde essentiellement les biotopes des cours d'eau d'altitude (1000 – 800 m).

➤ Espèces qui peuvent être qualifiées d'abondantes mais de très peu currentes:

Deux espèces forment cette catégorie : *Leuctra sartorii* (AR 10,08%, OR 8,11%) et *Leuctra medjerdensis* (AR 7,62%, OR 10,81%). Elles sont des micro-endémiques limités à la partie Est de l'Algérie qui s'étendent dans la partie ouest de la Tunisie (Khroumiri). Ce sont des espèces localisées. La première est à tendance hémisténothermes observée dans les ruisseaux de basses altitudes d'El Kala (alt. <200m), la seconde est plutôt alticole (1300 – 1200 m) observée seulement dans les cours d'eau de la région de Batna.

➤ Espèces assez fréquentes et peu à très peu abondantes

Ce sont en générale les espèces plus ou moins denses qui peuvent être scindées en 3 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 (1300 – 140 m). Il s'agit de *Protonemura talboti* (AR 1,01%, OR 18,92%), *Afroperlodes lecerfi* (AR 4,03%, OR 18,92%), *Leuctra geniculata* (AR 2,43%, OR 13,51%), *Protonemura drahamensis* (AR 2,11%, OR 16,22%), *Brachyptera algirica* (AR 1,39%, OR 18,92%), *Brachyptera auberti* (AR 1,32%, OR 18,92%), *Leuctra sp.2* (AR 1,26%, OR 13,51%), *Perla pallida* (AR 4,28%, OR 10,81%) et *Protonemura sp* (4,44% et OR = 10,81%).

- La seconde est composée d'une seule espèce *Capniopsis schilleri* (AR 1,1%, OR 16,22%). C'est un élément alticole (alt. 1300 – 900 m) et sténotherme d'eau froide.

- La troisième catégorie est composée d'espèces thermophiles et caractéristiques des cours d'eau de basse altitude (alt. 390 – 140 m) : *Eoperla ochracea* (AR 3,59%, OR 21,62%) et *Leuctra sp.1* (AR 1,16%, OR 16,22%)

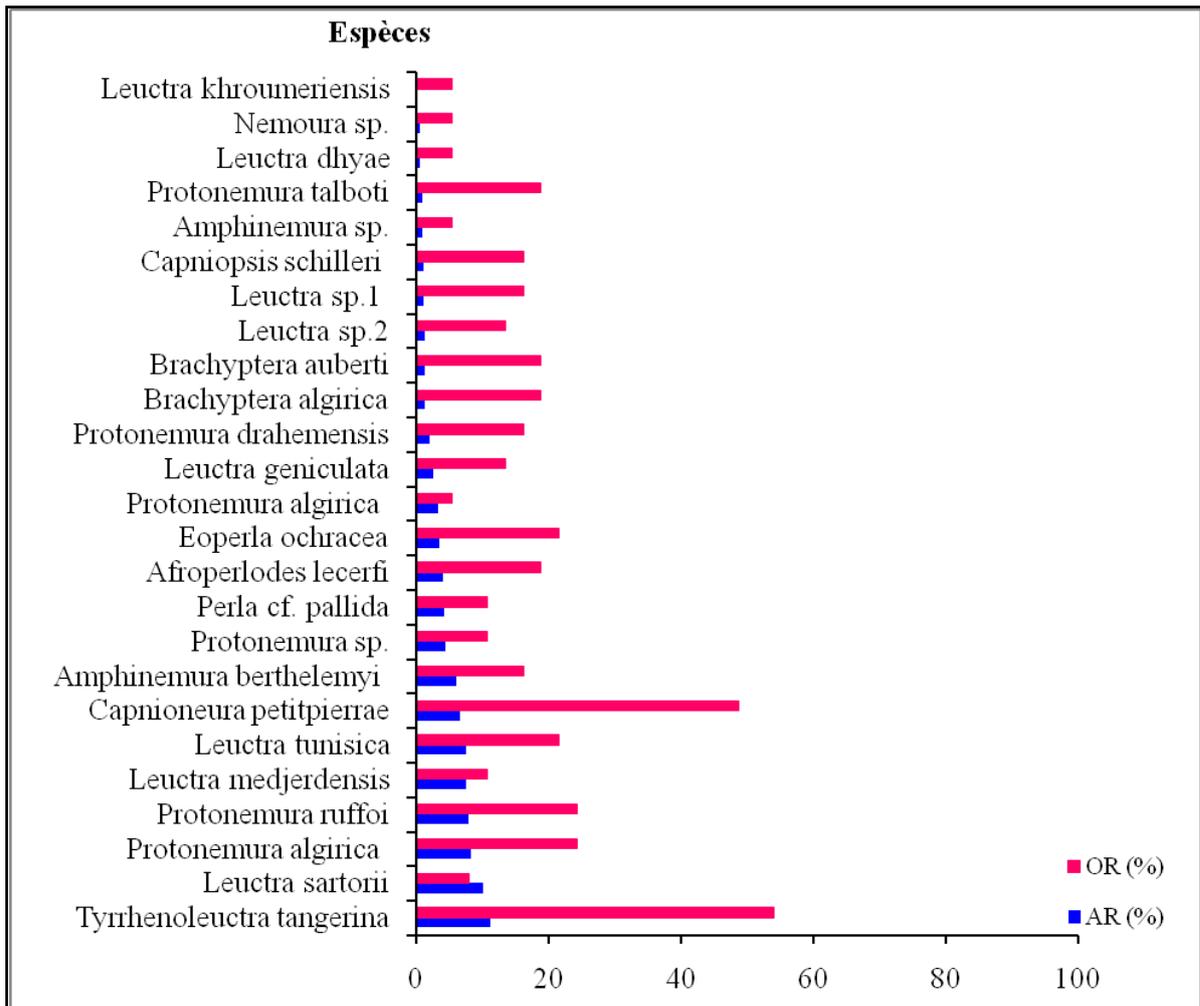
➤ Espèces rares et localisées

Cinq espèces forment cette catégorie. Elles sont rares, à la fois très peu abondantes et très peu fréquentes. Elles sont notées dans une ou deux stations des cours d'eau étudiés. Ce sont en général des espèces:

- de biotopes de sources et de ruisseaux de sources d'altitude (1680 – 1000 m) : *Leuctra dhyae* (AR 0,6%, OR 5,4%), une espèce micro-endémique très localisée, récoltée dans un ruisseau de source à 1250 m (station Chréa, région de l'Algérois), *Nemoura sp.* (AR 0,57%, OR 5,4%) observée dans le massif du Djurdjura (alt. 1680 – 1300 m) ; *Leuctra khroumiriensis* (AR 0,19%, OR 5,4%), récoltée dans deux stations de la Kabylie de la Soummam (alt. 1000 m).

- de biotopes des ruisseaux ombragés de basse altitude (200 – 180 m) : *Protonemura algirica bejaiana* (AR 3,4%, OR 5,4%) ;

- de biotopes très rhéophiles des cours d'eau ombragés de moyenne montagne (alt. 900 – 480 m) : *Amphinemura sp.* (AR = 1,04% et OR = 5,4%)



**Figure 26 :** Abondances et occurrences relatives des espèces recensées dans les cours d'eau étudiés.

### 1.3.- Limites altitudinales des espèces

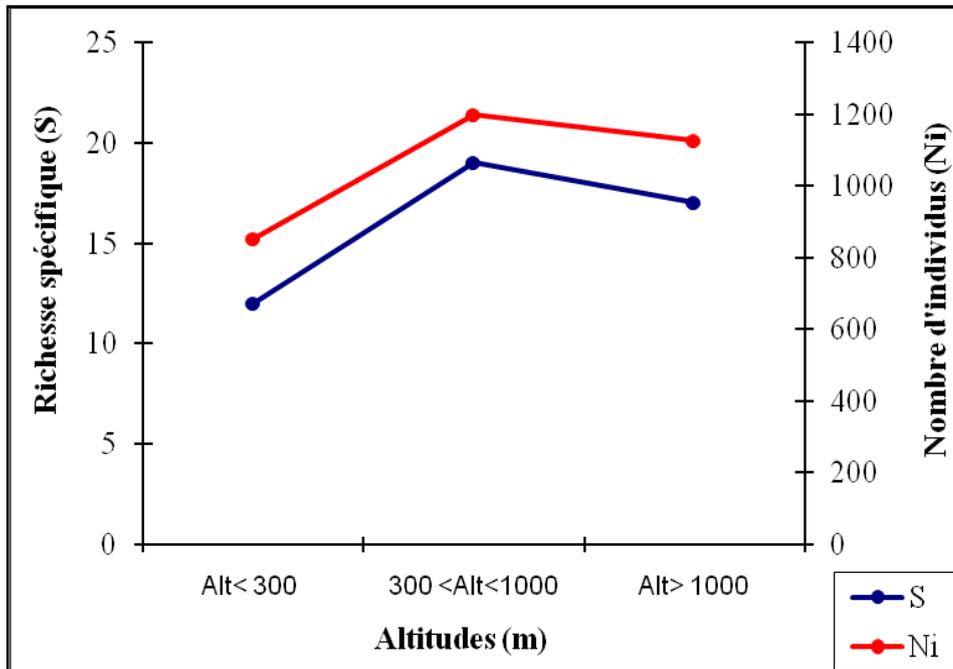
Dans cette partie, nous aborderons la distribution des Plécoptères en fonction des étages altitudinaux. Cette distribution donne en même temps un aperçu sur la densité des populations.

La figure 27 visualise graphiquement l'évolution de la richesse spécifique et de l'abondance numérique des Plécoptères recensés en fonction de l'altitude.

La richesse spécifique et l'abondance maximale des Plécoptères sont relevées dans les biotopes d'altitude (> 400 m). En deçà, le nombre d'espèce et d'individus diminuent fortement. Cet appauvrissement vers l'aval s'explique par les élévations excessives de températures auxquelles s'ajoutent l'accumulation des rejets suite aux réductions des débits, qui défavorisent l'installation des Plécoptères.

En fait, les plécoptères peuvent être considérés comme un groupe d'insectes assez homogène sur le plan écologique. Ils peuplent les biotopes à eau fraîche, bien oxygénés et bordés

d'arbres à feuilles caduques (BERTHELEMY, 1973). En effet, dans les cours d'eau du Maroc, BOUZIDI (1989) et EL AGBANI et al. (1992) ont mentionné que les Plécoptères se limitent aux eaux courantes bien oxygénées d'altitude, LOUNACI et al. (2000a), dans leur travaux sur la faune des eaux continentales d'Algérie, ont montré que l'abondance des Plécoptères le long d'un réseau hydrographique de Kabylie était lié à l'importance de la ripisylve et à la température relativement basse. La rareté des débris végétaux, source de nourriture pour les larves et une forte température estivale constituent des facteurs limitant.



**Figure 27** : Richesse spécifique et abondance des Plécoptères recensés en fonction de l'altitude.

L'évolution de la richesse spécifique et de l'abondance numérique des Plécoptères recensés en fonction de l'altitude 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 3 permet de répartir les éléments de ce peuplement en 4 grands groupes bien individualisés.

➤ Sur les 25 espèces recensées, 8 ont une répartition limitée à un seul secteur des cours d'eau étudiés. Ces espèces vraisemblablement sténotopes sont confinées dans des lieux ponctuels, dits habitats refuges. Elles colonisent les sources, les torrents froids d'altitude et les ruisseaux froids de montagne ou de basse altitude. Elles ont un réel intérêt pour la zonation des cours d'eau et apparaissent comme des indicateurs de zones.

- *Leuctra dhyae*, *Leuctra khroumeriensis*, *Leuctra medjerdensis* et *Nemoura* sp, espèces rhéophiles et sténothermes d'eau froide, caractéristiques des habitats d'altitude ( $\geq 1000$  m) qui

### Chapitre III : Résultats et Discussions

semblent constituer leurs habitats refuges. Leur développement s'accommode de températures maximales relativement basses.

- *Perla pallida* et *Amphinemura* sp, espèces à tendance rhéophiles ne supportant pas le réchauffement de la basse vallée. Elles ont pour habitat les torrents de moyenne montagne et à courant rapide à moyen et à couvert végétal assez dense (300<Alt<1000).

- *Protonemura algerica bejaiana* et *Leuctra sartorii*, espèces thermophiles caractéristiques des ruisseaux ombragés de basse altitude.

**Tableau 3:** Evolution de la richesse spécifique et de l'abondance numérique des Plécoptères recensés en fonction de l'altitude.

Espèces	Altitudes		
	Alt $\geq$ 1000	300 <Alt<1000	Alt $\leq$ 300
<i>Nemoura</i> sp.	18	0	0
<i>Leuctra dhyae</i>	19	0	0
<i>Leuctra khroumeriensis</i>	6	0	0
<i>Leuctra medjerdensis</i>	242	0	0
<i>Perla</i> cf. <i>pallida</i>	0	136	0
<i>Amphinemura</i> sp.	0	33	0
<i>Protonemura algerica bejaiana</i>	0	0	108
<i>Leuctra sartorii</i>	0	0	320
<i>Protonemura algerica algerica</i>	132	130	0
<i>Capniopsis schilleri</i>	9	26	0
<i>Leuctra tunisica</i>	15	226	0
<i>Leuctra</i> sp.2	8	32	0
<i>Brachyptera auberti</i>	39	3	0
<i>Protonemura ruffoi</i>	167	86	0
<i>Protonemura</i> sp.	83	58	0
<i>Leuctra</i> sp.1	0	18	19
<i>Protonemura drahemensis</i>	0	27	40
<i>Eopela ochracea</i>	0	72	45
<i>Leuctra geniculata</i>	0	74	8
<i>Amphinemura berthelemyi</i>	6	0	190
<i>Protonemura talboti</i>	3	4	25
<i>Afroperlodes lecerfi</i>	3	119	6
<i>Brachyptera algerica</i>	6	27	11
<i>Capnioneura petitpierrae</i>	127	85	9
<i>Tyrrhenoleuctra tangerina</i>	224	52	64

➤ Le second groupe comprend les espèces rhéophiles et sténothermes. Il s'agit de *Protonemura algirica algirica*, *Capniopsis schelleri*, *Leuctra tunisica*, *Leuctra sp.2*, *Brachyptera auberti*, *Protonemura ruffoi*, *Protonemura sp.* Ce sont des formes montagnardes à amplitude altitudinale assez large (350 – 1300 m). Elles présentent, pour la plupart, une tendance alticole, sténotherme et rhithrophile. Ces éléments semblent ne pas supporter pas le réchauffement des biotopes de basse altitude et disparaissent rapidement à partir des stations d'altitude inférieure à 350 m. Les piémonts constituent, en fait, leur limite inférieure de distribution.

➤ Le troisième groupe comprend des espèces rhéophiles et hémisténothermes. Leurs limites altitudinales supérieures sont en général moins élevées que celle du groupe précédent. Il s'agit de *Leuctra sp.1*, *Protonemura drahemensis*, *Eoperla ochracea* et *Leuctra geniculata*. Elles ont pour habitat les cours d'eau de moyenne montagne et les ruisseaux de basse altitude à courant rapide à moyen et à couvert végétal assez dense. Néanmoins, leur abondance maximale s'observe dans les habitats de piémont.

➤ Le quatrième groupe est composé d'espèces plus distribuées que les précédentes : *Amphinemura berthelemyi*, *Protonemura talboti*, *Afroperlodes lecerfi*, *Brachyptera algirica*, *Capnioneura petitpierrae*, *Tyrrhenoleuctra tangerina*. Ces espèces ont une large distribution le long des cours d'eau étudiés et apparaissent comme les formes les plus eurytopes. Elles sont à très large valence écologique. Elles colonisent, pour la plupart, tous les types de milieux, depuis les ruisseaux de haute montagne jusqu'au cours d'eau de basse altitude.

Dans les cours d'eau étudiés, comme 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 rencontrons 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 moyenne montagne et piémont, se sont plutôt les éléments qui marquent la transition amont-aval qui s'installent.

Les genres *Leuctra* et *Protonemura* sont relativement diversifiés en Algérie comparativement aux autres régions du bassin méditerranéen. Respectivement, 9 et 8 espèces ont été décrites (LOUNACI & VINCON, 2005, YASRI et al., 2013). Ils sont présents dans tous les réseaux hydrographiques étudiés. Leurs éléments montrent une nette complémentarité dans leur distribution.

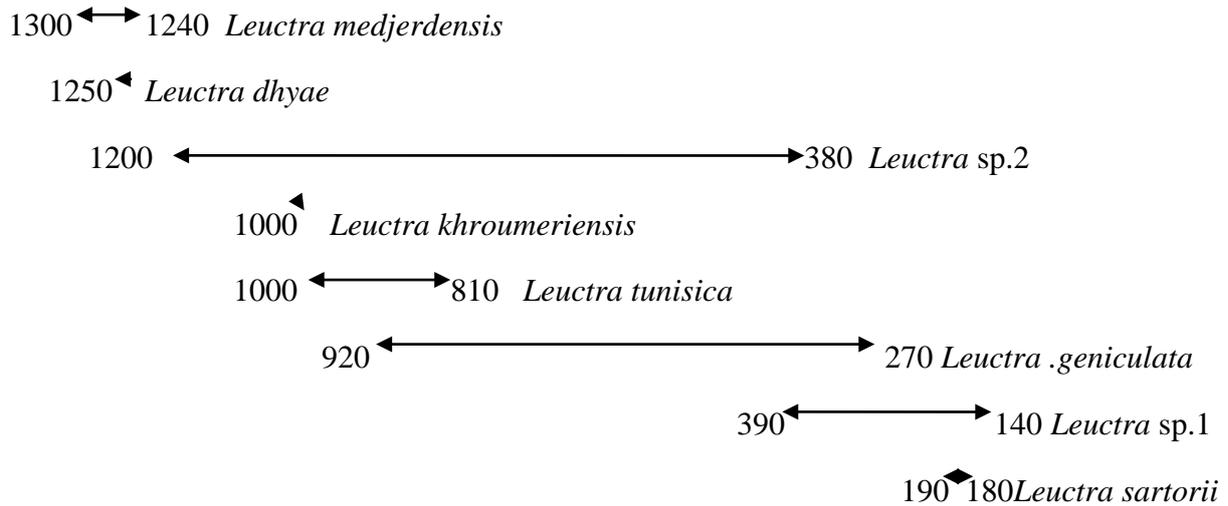
- *Leuctra dhyae*, *Leuctra khroumeriensis* et *Leuctra medjerdensis* ont une répartition très localisée, elles sont sténothermes et alticoles. La première vit à 1250 m d'altitude. Elle est observée dans un ruisseau de source de la région de l'Algérois (Station Bel). La seconde est observée à 1000 m dans un ruisseau de Tizi-N'Zberber (station Ak1, AK2, région de la Kabylie de la Soummam). La dernière est observée entre 1300 et 1240 m dans les oueds Hamla et Chaaba (Batna)

### Chapitre III : Résultats et Discussions

- *Leuctra tunisica*, espèce à tendance sténotherme, est liée aux cours d'eau froids et rapides d'altitude (1000 – 810 m). Elle est significative du rhithral.

- *Leuctra sartorii* et *Leuctra* sp.1 sont des formes thermophiles et caractéristiques des cours d'eau de basse altitude.

- *Leuctra geniculata* et *Leuctra* sp.2 sont les seuls éléments parmi les Leuctridae qui ont le plus vaste spectre écologique : 1200 – 270 m.

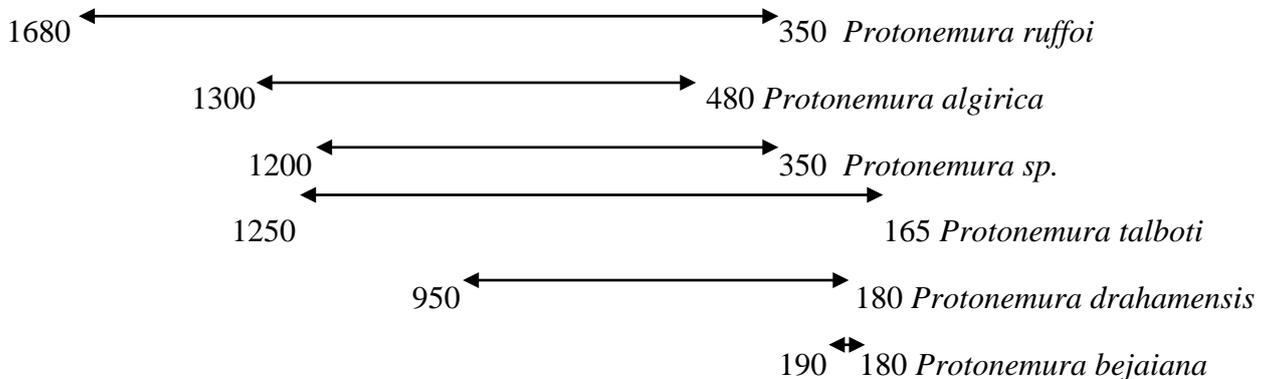


Le remplacement altitudinale est tout aussi net pour les éléments du genre *Protonemura*.

- *Protonemura talboti* et *Protonemura drahemensis* sont des formes thermophiles à assez vaste spectre écologique.

- *Protonemura algirica algirica*, *Protonemura ruffoi* et *Protonemura* sp., espèces à tendance sténotherme sont liées aux eaux froides et rapides de montagne.

- *Protonemura algirica bejaiana* est une forme hémisténotherme caractéristique des ruisseaux de basse altitude.



### 2- Ecologie des espèces recensées

#### 2.1- Famille des Perlodidae Klapálek, 1912

En Algérie, La famille des Perlodidae est représentée par deux espèces : *Afroperlodes lecerfi* et *Hemimelaena flaviventris* (absente dans nos récoltes).

##### **Sous Famille Perlodinae Klapálek, 1909**

**Genre *Afroperlodes* Miron & Zwick, 1972**

***Afroperlodes lecerfi* (Navas, 1929)**

##### **Distribution** (figure 28)

*Afroperlodes lecerfi* est une espèce endémique d'Afrique du Nord. Elle est connue d'Algérie (ALIANE, 1986 ; LOUNACI, 1987 ; AIT MOULOUD, 1988 ; GAGNEUR & ALIANE, 1991 ; LOUNACI-DAOUDI, 1996 ; MEBARKI, 2001 ; LOUNACI, 2005 ; LOUNACI & VINCON, 2005), du Maroc (NAVAS, 1929 ; AUBERT 1956, 1961 ; VINÇON *et al.*, 2014 ; ERROCHDI *et al.*, 2014a) et de Tunisie (BERTHELEMY, 1973 ; BOUMAIZA, 1994 ; BEJAOUÏ & BOUMAIZA, 2010).

##### **Ecologie**

Au Maroc, l'espèce a été retrouvée dans plusieurs localités du Haut Atlas entre 2650 m et 1000 d'altitude et du Rif entre 400 et 1700 m (ERROCHDI *et al.*, 2014a). Ces auteurs la qualifient d'espèce orophile fréquentant les ruisseaux et les torrents de montagne.

En Tunisie, BOUMAIZA (1994), l'a récoltée dans les cours d'eau d'altitude comprise entre 10 et 400 m, mais lui attribue un caractère rhithrophile.

En Algérie, les investigations entreprises en Kabylie du Djurdjura : oued Aissi (LOUNACI, 1987 et AIT MOULOUD, 1988), oued Sébaou (LOUNACI-DAOUDI, 1996), le Parc National du Djurdjura (MEBARKI, 2001) et dans l'oued Chouly (Tlemcen) (ALIANE, 1986) ont montré la présence de cette espèce dans les eaux continentales algériennes. Il s'agit, selon LOUNACI (1987, 2005), d'une espèce commune, largement répartie entre 1700 et 370 m d'altitude. LOUNACI & VINCON (2005) la qualifient d'espèce sténotherme d'eau froide, et qui a pour habitat les ruisseaux froids d'altitude et parcours ombragés des piémonts. Dans l'ouest algérien, GAGNEUR & ALIANE (1991) signalent que l'espèce présente une répartition très localisée. Ils l'ont observée à 800 m d'altitude dans un milieu à eau incrustante, très limpide et fraîche.

Dans nos récoltes, *Afroperlodes lecerfi* n'est observée que dans les cours d'eau de l'Atlas blidéen et de Kabylie du Djurdjura. Elle est absente des hydrosystèmes de la Kabylie de la Soummam, du Parc national du Belezma et du Parc National d'El Kala. Elle a été récoltée dans six stations. Elle apparaît être rhéophile et à large amplitude altitudinale (1200 – 140 m). Elle

colonise aussi bien les cours d'eau de montagne que ceux de basse altitude. Son abondance maximale (90 ind./0,09 m<sup>2</sup>) est atteinte à la station A3 (alt. 480 m) caractérisé par un couvert végétal très dense, un écoulement rapide à moyen, un substrat pierreux et une température de l'eau n'excédant pas 16°C.

Les adultes émergent au printemps.

### 2.2.-Famille des Perlidae Latreille, 1802

En Algérie, la famille des Perlidae est représentée par trois espèces : *Eoperla ochracea*, *Perla cf. pallida* et *Perla bipunctata* (absente dans nos récoltes).

#### Sous Famille Perlinae Latreille, 1802

#### Genre Eoperla Illies, 1956

#### *Eoperla ochracea* (Kolbe, 1885)

#### Distribution (figure 28)

*Eoperla ochracea* est une espèce circum-méditerranéenne connue d'Afrique du Nord, de l'Europe Méditerranéenne et étend son aire de distribution à l'Asie Mineur (ILLIES, 1978).

Elle est citée :

- d'Algérie par AUBERT (1961), LOUNACI (1987), AIT MOULOUD (1988), GAGNEUR & ALIANE (1991), LOUNACI-DAOUDI (1996), LOUNACI *et al.* (2000 a), MEBARKI (2001), LOUNACI (2005), LOUNACI & VINCON (2005) et YASRI, (2009) ;

- du Maroc par AUBERT (1956, 1961), MEINANDER (1967), DAKKI (1979), GIUDICELLI & DAKKI (1984), EL AGBANI (1984), MOHATI (1985), CHERGUI *et al.* (1990), SANCHEZ-ORTEGA & AZZOUZ (1998), ERROCHDI & EL ALAMI 2008 et ERROCHDI *et al.* (2014b) ;

- de Tunisie par BERTHELEMY (1973), BEJAOUI & BOUMAIZA (2002) et BEJAOUI & BOUMAIZA (2010).

#### Ecologie

Cette espèce est, selon AUBERT (1961), GAGNEUR & ALIANE (1991) et LOUNACI *et al.* (2000a), le Plécoptère le plus adapté au climat méditerranéen et le mieux représenté en Afrique du Nord.

Au Maroc, Selon ERROCHDI *et al.* (2014b), cette espèce possède une large distribution latitudinale. Elle a été récoltée dans les eaux du Haut Atlas, du Moyen Atlas, du Plateau central et du Rif. Ces auteurs l'a qualifient d'espèce potamobiante fréquentant les cours d'eau chauds de basse et de moyenne altitude.

En Tunisie, ce Plécoptère semble être selon BEJAOUÏ & BOUMAÏZA (2002), un élément très rare et localisé. Il n'est signalé que d'une seule station située à 235 m d'altitude.

En Algérie, *Eoperla ochracea* semble être caractéristique des cours d'eau de piémont et de basse altitude. En effet, dans le réseau hydrographique de la Tafna, GAGNEUR & ALIANE (1991), signalent sa présence à des altitudes allant de 1045 à 420 m avec des abondances maximales au dessous des 800 m. En Kabylie du Djurdjura, d'après (LOUNACI-DAOUDI, 1996 ; MEBARKI, 2001 ; LOUNACI, 2005), cette espèce semble présenter une valence écologique assez large (140-1300 m), mais elle n'est abondante qu'en basse altitude (400 – 140 m). Au dessus, elle est observée en très faible abondance.

Dans nos prélèvements, l'espèce *Eoperla ochracea* est observée dans huit stations entre 390 et 140 m d'altitude. Elle semble bien supporter les élévations de température (amplitude thermique de l'ordre de 21°C), ce qui confirme son caractère thermophile, et la présence de matière organique.

Les adultes émergent en été.

**Genre *Perla* Geoffroy, 1762**

***Perla cf. pallida* Guérin-Méneville, 1838**

**Distribution** (Figure 28)

*Perla cf. pallida* est un taxon commun du genre *Perla*. Il est étroitement lié à l'espèce *P. pallida* Guérin, 1838 (SIVÉC & STARK, 2002, p. 24). Tous les spécimens cités dans les travaux algériens antérieurs sous le nom de *Perla marginata* appartiennent probablement à l'espèce *Perla cf. pallida*. Au Maroc ce lien entre *Perla marginata* et *Perla cf. pallida* a aussi été signalé par VINÇON *et al.* (2014) et ERROCHDI *et al.* (2014a, b).

Son identification précise ne sera possible qu'après la capture d'imagos mâles.

### **Écologie**

En Afrique du Nord, la présence de ce taxon est liée aux grands massifs montagneux. Il est très répandu au Maroc, assez répandu en Algérie mais très rare en Tunisie (LOUNACI, 2005).

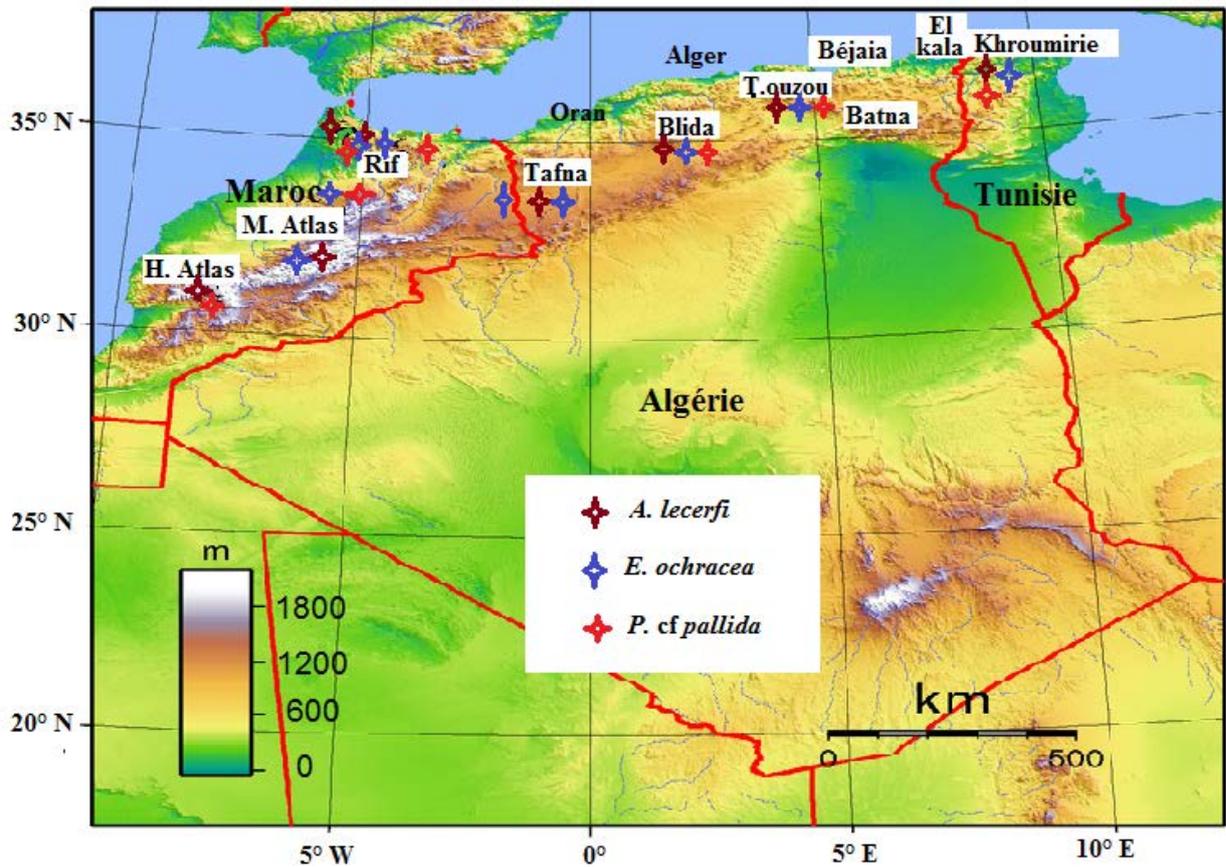
Au Maroc, sa répartition est limitée aux sources et leurs émissaires des Atlas (BOUZIDI, 1989).

En Tunisie, il habite les petits cours d'eau de Kroumirie caractérisés par un fond pierreux et un couvert végétal assez dense (BOUMAÏZA, 1994).

En Algérie, *Perla cf. pallida* est très localisée. Elle n'est connue que du sous-bassin de l'oued Aissi (Kabylie du Djurdjura) où il présente une répartition peu étendue (1460 – 480 m) (LOUNACI & VINÇON (2005).

Dans les cours d'eau étudiés, elle paraît être une forme montagnarde à caractère rhithrophile et sténotherme d'eau froide. Elle colonise les cours d'eau froids (température maximale 20°C) à courant rapide et bien ombragés entre 900 et 480 m d'altitude.

Les adultes émergent en été.



**Figure 28** : Répartition géographique des Perlodidae et des Perlidae dans le Maghreb.

### 2.3.-Famille des Taeniopterygidae Klapálek, 1905

En Algérie, la famille des Taeniopterygidae est représentée par deux espèces : *Brachyptera algirica* et *Brachyptera auberti*.

**Sous Famille Brachypterainae** Zwick, 1973

**Genre *Brachyptera*** Newport, 1849

*Brachyptera algirica* Aubert, 1956

**Distribution** (Figure 29)

*Brachyptera algirica* est une espèce endémique du Maghreb, connue d'Algérie (AUBERT, 1956 et LOUNACI & VINCON, 2005), du Maroc (DAKKI, 1987 ; SANCHEZ-ORTEGA &

AZZOUZ, 1998, TOUABAY *et al.*, 2002 ; ERROCHDI & EL ALAMI 2008 ; VINÇON *et al.*, 2014 ; ERROCHDI *et al.*, 2014a, b) et de Tunisie (BERTHELEMY 1973 ; BOUMAIZA, 1994 ; BEJAOUI & BOUMAIZA, 2010).

### Ecologie

Au Maroc, *Brachyptera algerica* a été signalée par divers auteurs dans les cours d'eau de montagne du Rif et du Moyen Atlas situés entre 900 et 1600 m d'altitude (SANCHEZ-ORTEGA & AZZOUZ, 1998 ; ERROCHDI & EL ALAMI, 2008 ; ERROCHDI *et al.*, 2014a). Des observations récentes, faites par VINÇON *et al.* (2014) et ERROCHDI *et al.* (2014b) ont montré qu'elle peut remonter jusqu'à 1900 m d'altitude dans le Haut Atlas. Ces auteurs lui attribuent comme biotope caractéristique les cours d'eau de montagne et les ruisseaux de haute altitude.

En Tunisie, selon BOUMAIZA (1994), cette espèce semble être très rare et localisée. Elle est signalée à une seule station à 400 m d'altitude.

En Algérie, selon LOUNACI & VINCON (2005), *Brachyptera algerica* n'est connue que par très peu d'individus récoltés dans un ruisseau de source d'altitude (1000 m) du versant sud de Djurdjura.

Dans nos récoltes, l'espèce *Brachyptera algerica* a été rencontrée dans sept stations entre 1000 et 180 m d'altitude. Elle est rhéophile et se tient dans les habitats d'altitude et des ruisseaux ombragés de basse altitude au courant bien oxygéné et rapide.

Les adultes émergent entre le mois de décembre et le mois de Mai.

### *Brachyptera auberti* Consiglio, 1957

#### Distribution (Figure 29)

*Brachyptera auberti* est élément largement distribué dans la partie ouest méditerranéenne. Il est connu d'Espagne (BERTHELEMY & CONZALEZ DEL TANAGO, 1983), du Portugal (ZWICK, 1972), de Corse (CONSIGLIO, 1980), d'Algérie (LOUNACI-DAOUDI, 1996 ; MEBARKI, 2001 ; LOUNACI & VINCON, 2005), du Maroc (AUBERT, 1961 ; MEINANDER, 1967 ; EL AGBANI, 1984 ; AJAKANE, 1988 ; SANCHEZ-ORTEGA & AZZOUZ, 1998 ; ERROCHDI & EL ALAMI 2008; VINÇON *et al.*, 2014 ; ERROCHDI *et al.*, 2014a, b) et de Tunisie (BERTHELEMY 1973 ; BOUMAIZA, 1994 ; BEJAOUI & BOUMAIZA, 2010).

### Ecologie

Au Maroc, l'espèce semble être à large amplitude altitudinale. Dans le Rif, elle fréquente les ruisseaux et les torrents de montagne entre 1800 et 170 m (AUBERT, 1961; SANCHEZ-ORTEGA & AZZOUZ, 1998 ; ERROCHDI & EL ALAMI 2008; ERROCHDI *et al.*, 2014a). VINÇON *et al.* (2014) et ERROCHDI *et al.* (2014b), dans leurs travaux sur les Plécoptères du

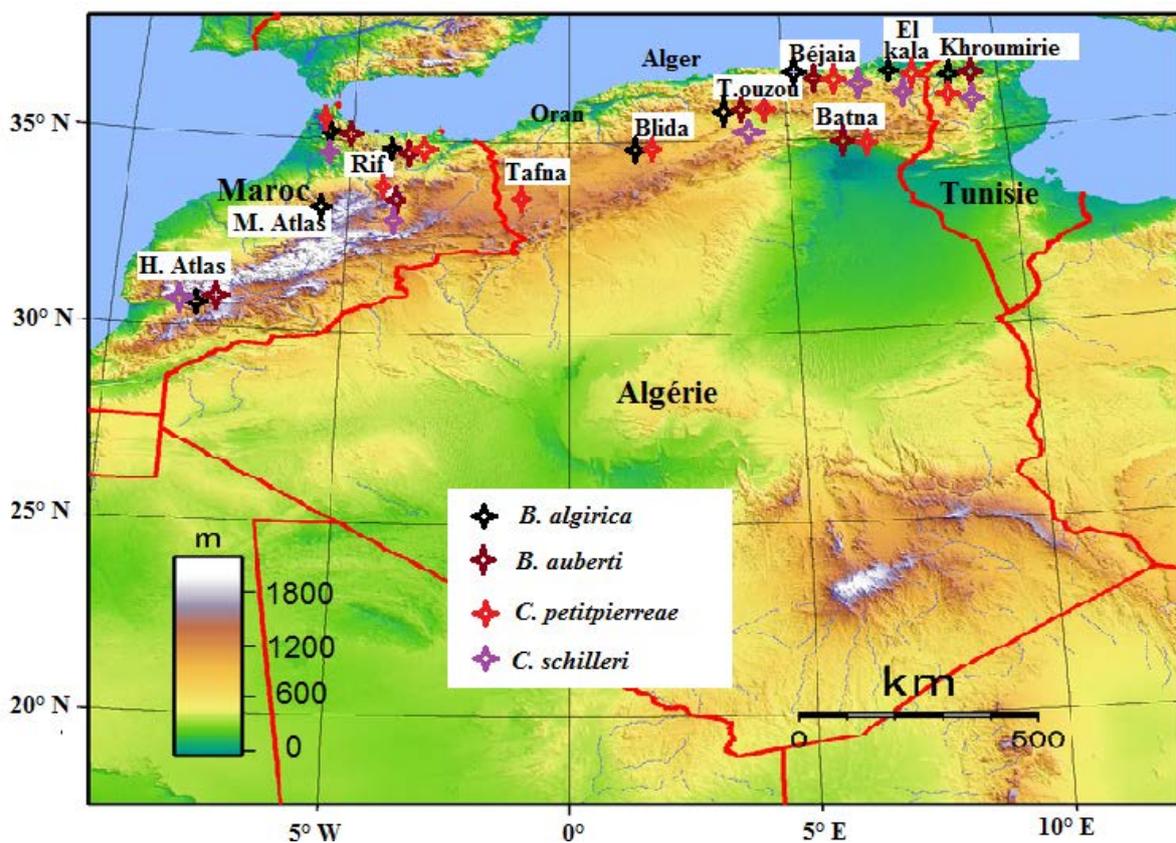
Plateau Central et du Haut Atlas, qualifient *Brachyptera auberti* d'espèce orophile et montagnarde. Elle ne colonise que les parties supérieures des cours d'eau (alt. 2150 – 1050 m).

En Tunisie, cette espèce est, comme sa congénère *B. algirica*, très rare et localisée. Elle n'est connue jusqu'à présent que d'une seule station située à 400 m d'altitude (BOUMAIZA (1994).

En Algérie, dans la Kabylie du Djurdjura, ce Plécoptère est aussi rare et localisé, il a été signalé des sections supérieures des cours d'eau, entre 1300 et 940 m d'altitude (LOUNACI-DAOUDI, 1996 ; MEBARKI, 2001 ; LOUNACI & VINCON, 2005).

Dans nos récoltes, *Brachyptera auberti* est peu abondante. Elle se rencontre dans les cours d'eau d'altitude et les parcours ombragés des piémonts (alt. 1300 – 350 m), mais elle présente une tendance alticole et rhéophile.

Les adultes émergent entre le mois de décembre et le mois de Mai.



**Figure 29** : Répartition géographique des Taeniopterygidae et des Capniidae dans le Maghreb.

#### 2.4.-Famille des Nemouridae Newman, 1853

En Algérie, la famille des Nemouridae est représentée par sept espèces appartenant à trois genres : *Amphinemura berthelemyi*, *Protonemura algirica algirica*, *Protonemura algirica*

*bejaiana*, *Protonemura ruffoi*, *Protonemura talboti*, *Protonemura drahamensis* et *Nemoura fulviceps* (absente dans nos récoltes).

**Sous Famille Amphinemurinae** Baumann, 1975

**Genre : *Amphinemura*** Ris, 1902

***Amphinemura berthelemyi*** Vinçon, Yasri & Lounaci, 2013

**Distribution** (Figure 30)

*Amphinemura berthelemyi* est un élément endémique d'Algérie et de Tunisie. Ses stades larvaires, connus sous le nom de *Amphinemura* sp1, sont décrits par BERTHELEMY (1973) sur du matériel de Tunisie, et ses stades ailés et la redescription des stades larvaires par Vinçon, Yasri & Lounaci (2013) sur du matériel biologique provenant du Parc National d'El Kala. Sa distribution géographique s'étend de la Kroumirie (nord ouest de la Tunisie) (BEJAOUI *et al.*, 2003 ; BEJAOUI & BOUMAIZA, 2004 ; BEJAOUI & BOUMAIZA, 2010) jusqu'au centre Nord de l'Algérie (LOUNACI & VINÇON, 2005 ; YASRI *et al.*, 2013).

**Ecologie**

*Amphinemura berthelemyi* est une espèce rhéophile fréquentant les cours d'eau frais à courant rapide à moyen. Nous l'avons récolté dans six stations échelonnées entre 1000 et 180 m d'altitude (Chi, Ben, Ad1, Ak2, Had, Des) dans les parcours ombragés des zones de piémont et des ruisseaux d'altitude. Les substrats hétérogènes à dominance de galets riches en végétations semblent constituer un habitat favorable à l'espèce. Ses populations les plus denses s'observent dans un ruisseau de basse altitude (stations Had et Des).

Les adultes émergent au printemps.

***Amphinemura* sp.**

Le taxon *Amphinemura* sp récolté dans les cours d'eau étudiés diffère des éléments appartenant au genre *Amphinemura* connus du Maghreb. Les difficultés de détermination de cet élément ne permettent pas de préciser son statut et son écologie.

Sa présence semble être sporadique. Très localisé, il est récolté à deux stations (D1: alt. 900 m et A3: alt. 480 m). Il paraît rhéophile et sténotherme d'eau froide. Ces stades aquatiques sont bien caractéristiques des torrents de montagne très ombragés et à écoulement vif.

**Genre :** *Protonemura* Kempny, 1898

*Protonemura algerica algerica* (Aubert, 1956)

**Distribution** (Figure 30)

*Protonemura algerica algerica* est endémique d'Algérie. Elle n'est connue que de l'Atlas blidéen (AUBERT, 1956) et de la Kabylie du Djurdjura (LOUNACI & VINÇON 2005).

En Tunisie, *P. algerica algerica* est remplacée par *Protonemura algerica bejaiana* et sa présence au Maroc est douteuse (VINÇON & MURANYI 2009 ; ERROCHDI *et al.*, 2014). En effet, selon VINÇON & MURANYI (2009), les spécimens marocains appartiennent soit à *P. berberica* ou à *P. talboti* ou à *P. dakkii*.

**Ecologie**

*Protonemura algerica algerica* est observée dans 9 stations (Kabylie du Djurdjura, Kabylie de la Soummam, Parc du Belezma) aussi bien dans les ruisseaux de source (alt. 900 – 1300 m) que dans les torrents de moyenne montagne (alt. 480 m). Elle présente une tendance alticole, rhéophile et sténotherme d'eau froide. La présence de ce Plécoptère en A3 (alt. 480 m) corrobore les observations de LOUNACI (2005) qui l'a récolté dans l'oued Aissi dans des conditions presque similaires : largeur du lit 2 m, végétation bordante très dense, vitesse du courant moyenne à rapide, substrat grossier, température maximale de l'eau 16°C.

Les adultes émergent au printemps.

*Protonemura algerica bejaiana* Vinçon & Murányi, 2009

**Distribution** (Figure 30)

*Protonemura algerica bejaiana* est une espèce microendémique de la partie Est du Maghreb. Elle est connue de la région Est de l'Algérie et de l'Ouest de la Tunisie (VINÇON & MURANYI, 2009).

Nos investigations constituent la première citation de l'espèce en Algérie. Elle présente une distribution restreinte limitée à la région d'El Kala. Elle est remplacée en Kabylie du Djusrdjura par *Protonemura algerica algerica*.

**Ecologie**

En Tunisie, elle fréquente les ruisseaux et les ruisselets de moyennes altitudes (350-600 m) de la région de la Khroumirie (VINÇON & MURANYI, 2009).

Dans les cours d'eau étudiés, il s'agit incontestablement d'une forme strictement de basse altitude, hémisténotherme et sténotope. Elle colonise préférentiellement les ruisseaux de source de basse altitude (< à 200 m) qui se caractérisent par un lit mineur de 0,5 à 1 m de large bordé

d'une végétation très dense, un écoulement rapide à moyen au printemps, une faible hauteur d'eau (10 - 15 cm), un substrat pierreux et une température maximale de l'eau ne dépassant pas 21°C.

Les adultes émergent entre janvier et avril.

*Protonemura ruffoi* Consiglio, 1961

**Distribution** (Figure 30)

*Protonemura ruffoi* est une espèce à distribution Ouest méditerranéenne mais n'atteint pas la Péninsule Ibérique (LOUNACI & VINÇON, 2005). Elle s'étend en Sicile (CONSIGLIO, 1961 ; FERRITO, 1994), dans le sud de la Péninsule Italienne et en Algérie (AUBERT, 1956 ; LOUNACI-DAOUDI, 1996 ; MEBARKI, 2001 et LOUNACI & VINÇON, 2005).

**Ecologie**

*Protonemura ruffoi* est une forme rhéophile et à large distribution altitudinale. Elle colonise aussi bien les cours d'eau piémont que ceux de montagne ainsi que les ruisseaux de source où elle se tient de préférence dans les biotopes au courant bien oxygéné et rapide.

En Sicile, CONSIGLIO (1961) et (FERRITO, 1994) la qualifient d'espèce à large spectre écologique. Ils la citent entre 2500 et 190 m d'altitude.

En Algérie, elle a été signalée par AUBERT (1956) des cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura et de l'Atlas Blidéen. MEBARKI (2001) et LOUNACI & VINÇON (2005), dans leur travaux sur les cours d'eau de Kabylie, l'ont observée entre 1680 et 480 m. Cette espèce présente, selon ces mêmes auteurs, une tendance alticole et rhéophile, et réalise son optimum écologique dans les biotopes de haute altitude (1480 – 1300 m) dans des substrats pierreux, à courant moyen à rapide et à eau fraîche (T° max 14°C).

Dans les cours d'eau étudiés, *Protonemura ruffoi* est l'un des Plécoptères le mieux représenté dans nos récoltes. Il est fréquent et abondant. Il se rencontre dans des habitats variés entre 1680 et 350 m d'altitude : petits ruisseaux à eau froide et à courant modéré, torrents froids de montagne, cours d'eau de piémont. Ces abondances maximales sont observées entre 1480 et 920 m d'altitude dans des ruisseaux à substrat pierreux, à courant moyen et à eau fraîche (T° max. 14°C). Au dessus et en dessous de ces limites, nous l'avons rencontré en moindre abondance.

Les adultes émergent au printemps.

### *Protonemura talboti* (Navás 1929)

#### **Distribution** (Figure 30)

*Protonemura talboti* est une espèce microendémique de la partie Ouest du Maghreb. Elle est connue du Maroc (AUBERT, 1956 ; DAKKI, 1987 ; BOUZIDI & GIUDECELLI, 1994 ; ERROCHDI & EL ALAMI, 2008 ; VINÇON & MURANYI, 2009 ; VINÇON *et al.*, 2014 ; ERROCHDI *et al.*, 2014a, b), de l'Ouest de l'Algérie (GAGNEUR & ALIANE, 1991) et s'étend jusqu'au centre nord de l'Algérie (Atlas Blidéen) (AUBERT, 1956). Elle est absente en Tunisie.

#### **Ecologie**

*Protonemura talboti* est une espèce à caractère rhéophile et thermophile. Elle peut être considérée comme le Plécoptères la plus ubiquiste du Maghreb.

Au Maroc VINÇON & MURANYI (2009); VINÇON *et al.* (2014) et ERROCHDI *et al.* (2014a, b) ont souligné son degré d'eurytopie élevé et ses densités de populations remarquables. Dans le Haut-Atlas, l'espèce atteint 2900 m d'altitude.

En Algérie, *Protonemura talboti* est à large distribution altitudinale (1250 – 165 m). Elle colonise aussi bien les cours d'eau ombragés de basse altitude que les ruisseaux de source où elle se tient de préférence dans les biotopes au courant bien oxygéné et rapide.

Les adultes émergent au printemps.

### *Protonemura drahamensis* Vinçon & Pardo 2006

#### **Distribution** (Figure 30)

*Protonemura drahamensis* est un élément microendémique de la partie Est du Maghreb. Il est connu de l'Ouest de la Tunisie (VINÇON & PARDO, 2006) et s'étend dans la partie Est de l'Algérie.

Nos investigations constituent la première citation de l'espèce en Algérie. Elle présente une distribution restreinte limitée à la région d'El Kala. En Kabylie, elle est remplacée par *Protonemura algirica algirica*.

#### **Ecologie**

*Protonemura drahamensis* est, selon VINÇON & PARDO (2006) une espèce caractéristique des petits cours d'eau temporaires de moyenne altitude (600 – 350 m).

Nos observations vont dans le même sens. Nous l'avons observé dans 6 stations entre 950 et 180 m d'altitude. Elle vit proche des sources dans les secteurs pentus à végétation bordante très dense.

Les adultes émergent au printemps.

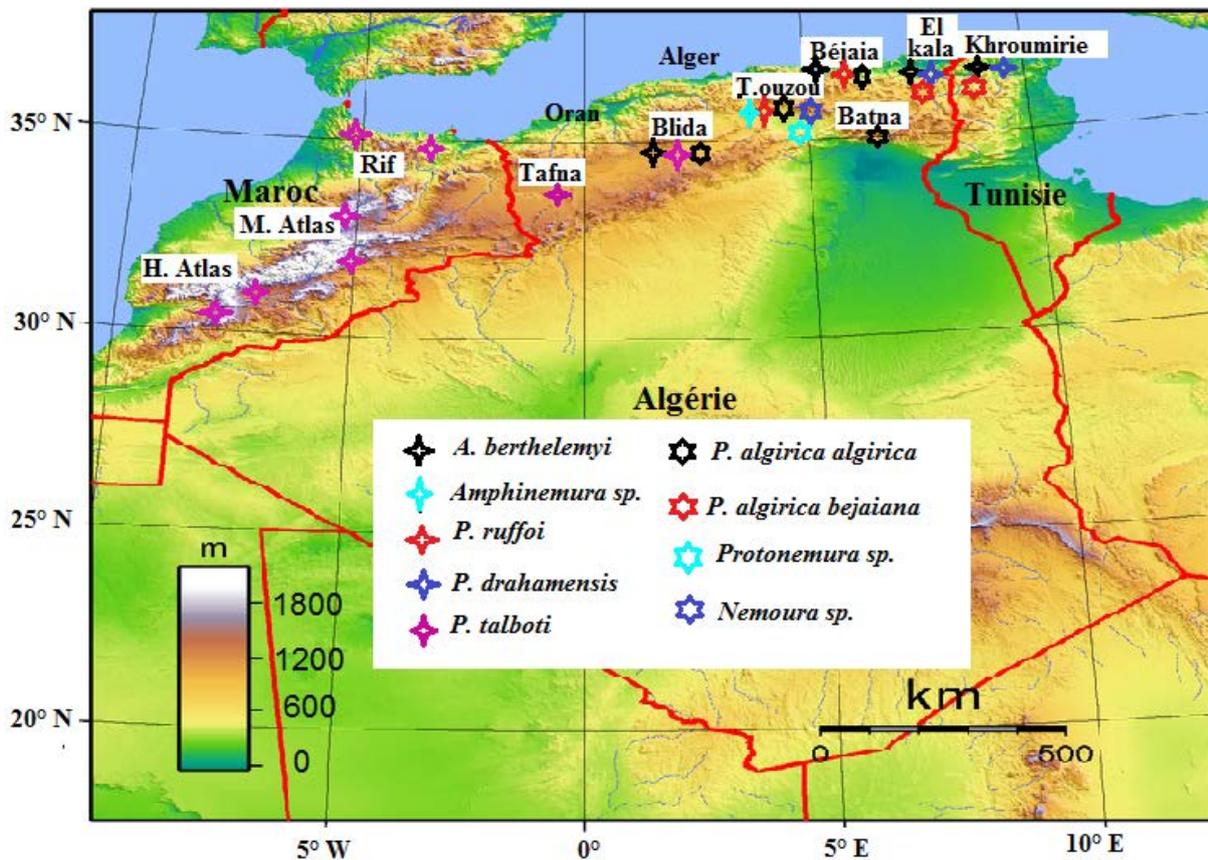
#### *Protonemura* sp.

Les larves de ce taxon sont très différentes des autres *Protonemura* connus à ce jour. La capture d'adultes est plus que nécessaire afin de pouvoir préciser son statut taxonomique et étudier son écologie. Dans les cours d'eau étudiés, *Protonemura* sp paraît alticole et sténotherme d'eau froide. Il montre une préférence pour les eaux fraîches de montagne et de piémont. Il figure dans 4 stations entre 1300 et 350 m avec des densités de populations assez élevées. Il est récolté en compagnie de *Protonemura ruffoi*.

**Genre :** *Nemoura* Latreille, 1796

#### *Nemoura* sp.

Ce taxon n'est connu d'Algérie que par quelques larves capturées dans deux stations de Kabylie du Djurdjura (TK1 alt. 1300 m et TG3 alt. 1680m) à granulométrie constituée principalement de blocs et de galets avec présence de limons sur les berges, et à eau constamment fraîche (T° max. 19°C). Les larves de ce taxon sont très différentes des autres *Nemoura* connus à ce jour. Ainsi, il ne peut faire l'objet d'analyse écologique à cause des difficultés de systématique. Son identification précise ne sera possible qu'après la capture de l'imago mâle.



**Figure 30 :** Distribution géographique des Nemouridae dans le Maghreb.

### 2.5.-Famille des Capniidae Klapálek, 1905

Les Capniidae d'Algérie sont représentés par trois espèces : *Capnioneura petitpierreae*, *Capniopsis schilleri* et *Capnia nigra* (absente dans nos récoltes).

**Genre *Capnioneura*** Ris, 1905

*Capnioneura petitpierreae* Aubert, 1961

#### **Distribution** (Figure 29)

*Capnioneura petitpierreae* est une espèce ibéro-maghrébine. Elle recouvre le Sud de la Péninsule Ibérique et tout le Maghreb.

Elle est connue du Sud de l'Espagne, d'Algérie (AUBERT, 1956 ; GAGNEUR & ALIANE, 1991 ; LOUNACI-DAOUDI, 1996 ; MEBARKI, 2001 ; LOUNACI & VINÇON, 2005), du Maroc (AUBERT, 1961 ; MEINANDER, 1967 ; DAKKI, 1987 ; EL AGBANI *et al.*, 1992 ; SANCHEZ-ORTEGA & AZZOUZ, 1998 ; ERROCHDI & EL ALAMI, 2008 ; ERROCHDI *et al.*, 2014a, b) et de Tunisie (BERTHELEMEY, 1973 ; BOUMAIZA, 1994 ; BEJAOUI & BOUMAIZA, 2010).

#### **Ecologie**

*Capnioneura petitpierreae* est, selon BERTHELEMEY (1973) et BOUZIDI (1989), caractéristique des petits cours d'eau temporaires de montagne.

Au Maroc, SANCHEZ-ORTEGA & AZZOUZ (1998), ERROCHDI & EL ALAMI (2008) la qualifient plutôt d'eurytope se cantonnant principalement dans des tronçons de cours d'eau de moyenne et basse altitude. Dans le Moyen Atlas, d'après ERROCHDI *et al.* (2014b), les larves de *C. petitpierreae* sont rhéophiles fréquentant les ruisseaux et les torrents de haute altitude (1700 – 1500 m).

En Tunisie, Selon BERTHELEMEY (1973), cette espèce affectionne les petits cours d'eau temporaires de montagne et que ses stades aquatiques sont bien caractéristiques des ruisseaux d'altitudes et des fonds pierreux et à écoulement vif.

En Algérie, *C. petitpierreae* est signalée des ruisseaux froids de Kabylie du Djurdjura entre 1300 et 900 m d'altitude (LOUNACI-DAOUDI, 1996 ; MEBARKI, 2001 ; LOUNACI & VINÇON, 2005). Dans l'ouest algérien, GAGNEUR & ALIANE (1991) l'ont observée dans un petit cours d'eau côtier, assez ombragé, à eau assez fraîche (11-12 °C) et qui ne coule que quelques mois par an, en hiver. Dans les cours d'eau de l'Atlas Blidéen, selon YASRI (2009), l'espèce est peu fréquente et présente vraisemblablement un caractère rhithrophile et sténotherme d'eau froide. Elle vit proche des sources, dans des habitats à eau fraîche, bien oxygénée et à courant rapide à modéré (YASRI, 2009).

Dans nos récoltes, cette espèce est abondante et fréquente. Nous l'avons capturé dans 18 stations sur les 37 prospectées, entre 1300 et 220 m d'altitude, aussi bien dans les sections des cours d'eau rapides que dans les zones à courant modéré. *C. petitpierreae* peut être considérée comme élément à très large valence écologique; à caractère rhéophile et thermophile.

La période d'émergence des adultes est assez large : d'automne au printemps.

**Genre *Capnopsis* Morton, 1896**

***Capnopsis schilleri schilleri* (Rostock, 1892)**

**Distribution** (Figure 29)

C'est une espèce Paléarctique à vaste répartition européenne (ZWICK, 1984). Elle est connue en Algérie (MEBARKI, 2001; LOUNACI & VINÇON, 2005), au Maroc (SANCHEZ-ORTEGA & AZZOUZ, 1998 ; VINÇON *et al.*, 2014 ; ERROCHDI *et al.*, 2014a) et en Tunisie (BERTHELEMY, 1973, BOUMAIZA, 1994).

**Ecologie**

Au Maroc, dans le Haut-Atlas, le Moyen et le Rif, on lui attribue comme biotope caractéristique les cours d'eau de montagne et les ruisseaux de source de haute altitude (1700 – 900 m) qui se caractérisent par un courant rapide à modéré (VINÇON *et al.*, 2014 ; ERROCHDI & *al.*, 2014a).

En Tunisie, l'espèce est très rare, elle n'a été récoltée que dans une seule station se rapportant à un ruisseau temporaire de Khroumirie situé à 400 m d'altitude (BOUMAIZA, 1994).

En Algérie, *Capnopsis schilleri* semble être, selon LOUNACI-DAOUDI (1996) et MEBARKI (2001), une espèce rare et localisée, alticole (alt. 1300 – 1000 m) et sténotherme d'eau froide. Ils l'ont observée avec de faibles effectifs dans les ruisseaux de source de montagne de dimensions réduites (largeur du lit mineur : 0,5 – 1 m, profondeur d'eau : 5 – 10 cm), à fond rocheux, et qui s'assèche en été.

Dans nos récoltes, il s'agit incontestablement d'une forme strictement montagnarde, sténotherme d'eau froide et sténotope. Elle colonise préférentiellement les ruisseaux de source d'altitude (1300 et 900 m) qui se caractérisent par un écoulement rapide à moyen au printemps, un lit mineur de 0,5 à 1 m de large avec une faible hauteur d'eau (5 à 10 cm), un substrat pierreux et une température maximale de l'eau ne dépassant pas 19°C.

Les adultes émergent entre janvier et mai.

### **2.6.-Famille des Leuctridae Klapálek, 1905**

La famille des Leuctridae est représentée par huit espèces appartenant à deux genres : *Leuctra dhyae*, *Leuctra geniculata*, *Leuctra khroumiriensis*, *Leuctra medjerdensis*, *Leuctra*

*sartorii*, *Leuctra tunisica*, *Leuctra vaillanti* (absente dans nos récoltes) et *Tyrrhenoleuctra tangerina*.

**Sous Famille Leuctrinae** Klapálek, 1905

**Genus *Leuctra*** Stephens, 1836

*Leuctra dhyae* Vinçon, Yasri & Lounaci, 2013

**Distribution** (Figure 31)

*Leuctra dhyae* est une espèce nouvelle pour la science, décrite par VINÇON, YASRI et LOUNACI (2013) sur du matériel biologique provenant de l'Atlas Blidéen. Elle pourrait présenter un micro-endémisme restreint au Massif de Chréa là où elle vit.

**Ecologie**

*Leuctra dhyae* est, dans nos récoltes, rare (19 individus) et localisée. Nous l'avons observée à une seule station (station Bel) à 1250 m d'altitude. Ses stades aquatiques semblent étroitement inféodés à un habitat particulier : ruisseau de montagne de dimensions réduites, à couvert végétal dense, à eau fraîche (Température maximale 10 °C) coulant sur un substrat minéral grossier (blocs, galets).

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.

*Leuctra geniculata* Stephens, 1836

**Distribution** (Figure 31)

*Leuctra geniculata* est une espèce connue de l'Europe Occidentale et du Maghreb. Elle est répandue dans les îles de Corse et de la Sardaigne (CONSIGLIO, 1980), les Alpes françaises et les Pyrénées (BERTHELEMY, 1964, 1966). Elle est citée dans plusieurs localités d'Algérie : Kabylie (LESTAGE, 1925), Atlas Blidéen (AUBERT, 1956 ; YASRI, 2009), région de Tlemcen (GAGNEUR & ALIANE, 1991), Kabylie du Djurdjura (MEBARKI, 2001 ; LOUNACI & VINÇON, 2005), au Maroc : Haut Atlas, Moyen Atlas, Rif (MIRON, 1972 ; SANCHEZ-ORTEGA & AZZOUZ, 1998 ; ERROCHDI & EL ALAMI, 2008 ; VINÇON *et al.*, 2014) et en Tunisie (BERTHELEMY, 1973 ; BOUMAIZA, 1994).

**Ecologie**

D'après la littérature, *Leuctra geniculata* est une forme commune des cours d'eau de moyenne et de basse altitude. Elle vit principalement dans les parties inférieures des cours d'eau.

Au Maroc, *L. geniculata* est, selon SANCHEZ-ORTEGA & AZZOUZ (1998), ERROCHDI & EL ALAMI (2008) et ERROCHDI *et al.* (2014a, b), une espèce orophile et à

large valence écologique. Elle présente une répartition assez régulière depuis 1520 et 50 m mais peut remonter dans le Haut Atlas jusqu'à 2150 m (VINÇON *et al.*, 2014).

En Tunisie, elle est plutôt rare, elle a été récoltée en Khroumirie en faibles effectifs entre 400 et 230 m d'altitude (BOUMAIZA, 1994).

En Algérie, son spectre écologique est plus ou moins large. Dans l'Ouest algérien, GAGNEUR & ALIANE (1991) l'ont notée entre 800 et 1000 m d'altitude. En Kabylie elle remonte jusqu'à 1460 m (MEBARKI, 2001; LOUNACI & VINÇON, 2005) mais réalise son optimum écologique dans les cours d'eau de moyenne montagne.

Dans les cours d'eau étudiés, la limite altitudinale supérieure de *L. geniculata* se situe vers 920 m. Elle abonde surtout dans les piémonts et ne disparaît que dans des biotopes de sources froides et ceux à courant très fort.

Les adultes émergent en automne.

*Leuctra khroumiriensis* Vinçon & Prado, 1998

#### **Distribution** (Figure 31)

Espèce endémique du Maghreb, connue des montagnes de Khroumirie (VINÇON & PARDO, 1998). Durant nos prospections, la capture de l'espèce dans un ruisseau de Kabylie de la Soummam constitue la première citation de l'espèce en Algérie (YASRI-CHEBOUBI *et al.*, 2013).

#### **Ecologie**

En Tunisie, l'espèce fréquente les ruisseaux de montagnes permanents et ombragés de la Khroumirie d'altitude comprise entre 630 et 450 m (VINÇON & PARDO, 1998).

Dans nos récoltes, *Leuctra khroumiriensis*, dont l'écologie est assez mal connue, est une espèce rare est localisée. Nous l'avons récoltée dans deux ruisseaux de montagne temporaires (stations Ak1 et Ak2) à température de l'eau assez fraîche ( $T^{\circ}$  max 12 °C) et à courant rapide à moyen, coulant sur un substrat à dominance de galets.

Les adultes émergent en fin de printemps.

*Leuctra medjerdensis* Vinçon & Prado, 1998

#### **Distribution** (Figure 31)

*Leuctra medjerdensis* est une espèce micro endémique de la région Est du Maghreb. Elle est connue de l'Ouest de la Tunisie (VINÇON & PARDO, 1998) et étend sa distribution dans la partie Est de l'Algérie (Parc National du Belezma), jusqu'en Kabylie (MEBARKI, 2001 ; LOUNACI & VINÇON, 2005 ; YASRI-CHEBOUBI *et al.*, 2013).

### Ecologie

En Tunisie, l'espèce fréquente les cours d'eau permanents de moyenne montagne (450 m d'altitude) bordés de végétation (VINÇON & PARDO, 1998).

En Algérie, MEBARKI (2001) et LOUNACI & VINÇON (2005) dans leurs travaux sur les cours d'eau de Kabylie, la qualifient d'espèce assez rare et à répartition altitudinale peu étendue (1520 –1300 m).

Dans les cours d'eau étudiés, *Leuctra medjerdensis* est relativement abondante (242 individus) mais très localisée. Elle est notée à quatre stations au niveau du Parc National du Belezma (Hm1, Hm2, Ch1, Ch2) entre 1300 et 1240 m d'altitude. Elle colonise des habitats, peu distants les uns des autres, caractéristiques des milieux lotiques montagnards dont la température maximale de l'eau ne dépasse pas 21°C. Le substrat est constitué de galets et le couvert végétal bordant est dense.

Les adultes émergent entre le mois de janvier et le mois d'avril.

*Leuctra sartorii* Vinçon & Prado, 1998

### Distribution (Figure 31)

*Leuctra sartorii* est une espèce micro endémique de la région Est du Maghreb. Elle présente une aire de répartition limitée aux montagnes de Khrouirrie (VINÇON & PARDO, 1998 ; BEJAOUÏ & BOUMAÏZA, 2010) et s'étend dans la partie Est de l'Algérie (Parc National d'El Kala) où elle constitue sa première citation de ce pays (YASRI-CHEBOUBI *et al.*, 2013).

### Ecologie

En Tunisie, d'après VINÇON & PARDO (1998) l'espèce affectionne les cours d'eau permanents de moyenne montagne (550 – 350 m).

En Algérie, *Leuctra sartorii* est très localisée. Nous l'avons récoltée dans des ruisseaux de basse altitude (< 200 m) dans le Parc National d'El Kala, à parcours plus ou moins rectiligne et pentu (> 40%). Les habitats sont caractérisés par un couvert végétal bordant très dense, un substrat à dominance de galets, un vif écoulement de l'eau et une température maximale n'excédant pas 21°C.

Les adultes émergent entre le mois de décembre et le mois de mars.

*Leuctra tunisica* Pardo & Zwick, 1993

### Distribution (Figure 31)

*Leuctra tunisica* est microendémique de la partie Est du Maghreb. Elle est largement répandue entre montagnes Tunisiennes de Khroumirie (PARDO & ZWICK, 1993), les

montagnes d'El Kala à l'Est de l'Algérie (YASRI-CHEBOUBI *et al.*, 2013) et de la Kabylie du Djurdjura au centre Nord (LOUNACI & VINÇON, 2005).

### Ecologie

En Tunisie, PARDO & ZWICK (1993) la qualifient d'espèce à large spectre écologique. Elle peuple les sources aussi bien permanentes que temporaires et les rivières à hiver tempéré de moyenne altitude (660 – 350 m).

En Algérie, elle est, selon LOUNACI & VINÇON (2005), rare et localisée et la qualifient de crénophile. Ils l'ont récoltée dans un ruisseau de source à 1000 m d'altitude près de la source.

Dans nos récoltes, on la trouve régulièrement dans les réseaux hydrographiques des massifs montagneux de la Kabylie du Djurdjura et du Parc National d'El Kala. Nous l'avons récoltée dans 8 stations échelonnées entre 1100 et 800 m. Ces stades aquatiques assez abondants, sont bien caractéristiques des ruisseaux d'altitude et des torrents de montagne à large lit pierreux et à écoulement vif.

Les adultes émergent au printemps.

### *Leuctra sp.1 et Leuctra sp.2*

Au Maghreb, le genre *Leuctra* est de loin le plus diversifié parmi les Plécoptères. Il compte 9 espèces dont 6 sont endémiques et 3 à distribution Ouest méditerranéenne. Les larves des *Leuctra* (*Leuctra sp.1* et *Leuctra sp.2*) récoltées dans nos stations sont très différentes des autres éléments du genre *Leuctra* connus à ce jour. Elles sont difficilement identifiables dans l'état actuel des connaissances. La capture d'adultes mâles est nécessaire afin de pouvoir statuer sur ces taxons et mieux connaître leur écologie.

### *Leuctra sp.1*

Dans les cours d'eau étudiés, *Leuctra sp.1* semble être un élément à caractère rhéophile et thermophile. Il montre une préférence pour les cours d'eaux de piémont et de basse altitude. Il figure dans six stations entre 390 et 165 m avec des densités de populations assez faibles. Il est récolté en compagnie de *Protonemura talboti*.

### *Leuctra sp.2*

Il est récolté à cinq stations des cours d'eau de Kabylie du Djurdjura, entre 1200 et 380 m d'altitude. Quatre sont localisées dans des cours d'eau de montagne (D1, A1, A2) et de piémont (A4, alt. 380 m) bordé d'une ripisylve dense et à écoulement torrentiel. La cinquième localité (station TG2, alt. 1200 m) concerne un ruisseau de montagne à couvert végétal bordant assez dense et à température de l'eau assez fraîche. Il est récolté en compagnie de *Protonemura sp.*

**Genre *Tyrrhenoleuctra*** Consiglio, 1957

*Tyrrhenoleuctra tangerina* (Navás, 1922)

Tous les spécimens Maghrébins appartenant au genre *Tyrrhenoleuctra* sont considérés comme *Tyrrhenoleuctra tangerina* (YASRI-CHEBOUBI *et al.*, 2013).

**Distribution** (Figure 31)

*Tyrrhenoleuctra tangerina* présente une aire de répartition plus ou moins large dans la partie Ouest de la Méditerranée. Elle est connue d'Espagne (BERTHELEMY, 1973), de Tunisie, du Maroc et d'Algérie (BOUMAIZA, 1994 ; LOUNACI & VINÇON, 2005 ; YASRI-CHEBOUBI *et al.*, 2013; ERROCHDI *et al.*, 2014b).

**Ecologie**

*Tyrrhenoleuctra tangerina* est élément à caractère rhéophile et thermophile. Il peut être considéré comme l'espèce de Plécoptères la plus ubiquiste du Maghreb.

Au Maroc, *T. tangerina* fréquente les petits ruisseaux temporaires d'altitude comprise entre 1400 et 100 m (VINÇON *et al.*, 2014 ; ERROCHDI *et al.*, 2014a, b).

En Tunisie, selon BOUMAIZA (1994), c'est un habitant des cours d'eau de basse altitude (400 – 10 m). Il est assez fréquent et prédomine dans presque toutes les stations prospectées.

En Algérie, *T. tangerina* est considéré comme le plécoptère le plus ubiquiste des cours d'eau de Kabylie (LOUNACI, 2005). Il est tolérant vis à vis de la température et des pollutions organiques légères. MEBARKI (2001) et LOUNACI & VINÇON (2005) l'ont observé dans les ruisseaux froids de montagne (altitude 1200 – 1000 m, T° max 12°C) et dans les cours d'eau de basse altitude à température estivale élevée (T° max 27°C). Dans le réseau hydrographique du Mazafran, l'espèce est très rare et localisée, elle est récoltée dans une seule station (alt. 390 m) en compagnie de *Leuctra geniculata* (YASRI, 2009).

Dans nos récoltes, *T. tangerina* est le Plécoptère le mieux représenté dans l'ordre des Plécoptères. Nous l'avons récolté dans 17 stations entre 1300 et 180 m d'altitude. Il est dominant, à la fois abondant et très fréquent. Il présente une large valence écologique et peuple tous les types d'habitats. Il peut être qualifié à la fois d'eurytope et d'eurytherme.

Les adultes émergent entre l'hiver et le printemps.

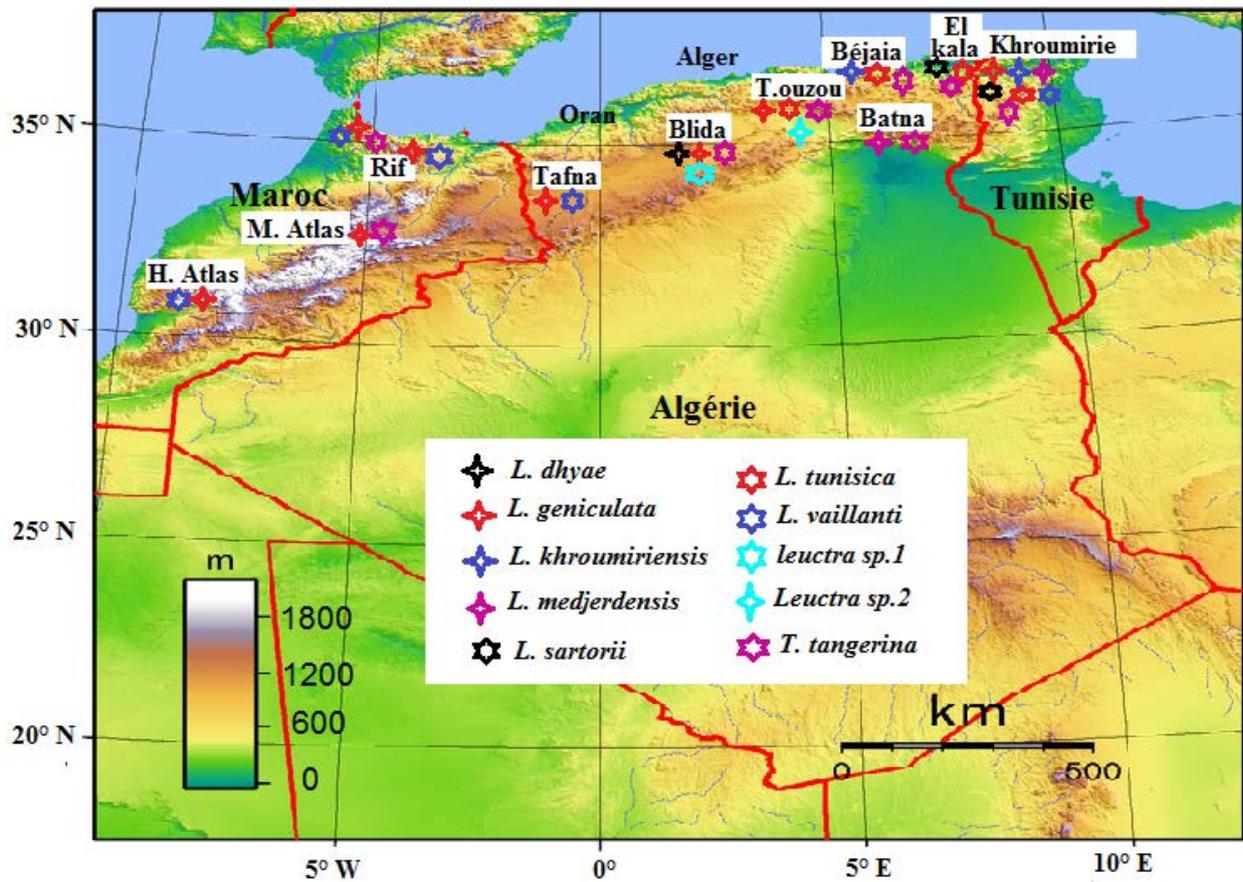


Figure 31 : Distribution géographique des Leuctridae dans le Maghreb.

### 3.-Distribution et endémisme des Plécoptères du Maghreb

Les investigations entreprises au cours des dernières décennies ont largement contribué à la connaissance des Plécoptères du Maghreb où actuellement sont connues 38 espèces, réparties en 8 familles et 15 genres. Le Maroc compte 28 espèces, l'Algérie 25 et la Tunisie 17. Signalons cependant que n'ont été pris en compte que les taxa identifiés au niveau spécifique.

Le Tableau 4 illustre la composition faunistique du Maghreb par pays et par région géographique en allant d'Ouest en Est. Sur la dernière colonne à droite est mentionnée la répartition globale de chaque espèce. Il a été établi à partir d'une synthèse des données faunistiques et taxonomiques; et de nos propres observations.

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 ; l'Ouest de l'Algérie (de la frontière marocaine à l'oued Chelif), le Centre de l'Algérie (de l'oued Chelif à l'oued Soummam) et Est de l'Algérie (de l'oued Soummam à la frontière tunisienne) pour l'Algérie ; la Khroumirie pour la Tunisie.

Les travaux ayant contribué à une meilleure connaissance de ce groupe d'insectes sont:

- pour le Maroc : AUBERT, 1956, 1961 ; MIRON & ZWICK, 1972 ; DAKKI, 1979, 1987 ; GIUDICELLI & DAKKI, 1984 ; MOHATI, 1985 ; BOUZIDI, 1989 ; EL AGBANI *et al.*, 1992 ; SANCHEZ ORTEGA & AZZOUZ, 1997 et 1998 ; VINÇON & SANCHEZ-ORTEGA, 1999 ; BERRAHOU *et al.*, 2001 ; TOUABAY *et al.* 2002 ; EROCHDI & EL ALAMI, 2008 ; VINÇON & MURANYI 2009 ; VINÇON *et al.*, 2014 ; ERROCHDI *et al.*, 2014a, b. ;

- pour l'Algérie : LESTAGE, 1925 ; AUBERT, 1956, 1961 ; GAGNEUR & ALIANE, 1991, LOUNACI *et al.*, 2000a, b ; MEBARKI, 2001 ; LOUNACI, 2005 ; LOUNACI & VINÇON, 2005 ; YASRI, 2009 ; VINÇON & MURANYI, 2009 ; HAOUCHINE, 2011 ; YASRI *et al.*, 2013 ; YASRI-CHEBOUBI *et al.*, 2013 ;

- pour la Tunisie : BERTHELEMY, 1973 ; PARDO & ZWICK, 1993 ; VINÇON & PARDO, 1998 ; BEJAOUI *et al.*, 2003 ; BEJAOUI & BOUMAIZA, 2004 ; VINÇON & PARDO, 2006 ; VINÇON & MURANYI, 2009 ; BEJAOUI & BOUMAIZA, 2009.

La richesse spécifique des Plécoptères du Maghreb décroît d'Ouest en Est ; elle est plus importante au Maroc (28 espèces), moyenne en Algérie (25 espèces) et faible en Tunisie (17 espèces). Ces disparités s'expliqueraient, outre les différences biogéographiques, par les différences de milieux prospectés d'un pays à un autre.

L'analyse de la composition faunistique dans les différentes aires géographiques montre d'importantes différences du nombre d'espèces inventoriés d'une région à une autre (tableau 4).

En Algérie, sur les 25 espèces recensées, 20 sont signalées de la région centre, soit 80 % du total des Plécoptères connue d'Algérie, 13 de la région Est (soit 52 %) et 7 de la région Ouest

(soit 28%). La forte richesse spécifique observée dans la région centre de l'Algérie serait liée, d'une part aux conditions favorables que présentent cette aire géographique et, d'autre part à l'hétérogénéité des habitats échantillonnés et à la grande prospection des stations de haute montagne.

De plus, elle se singularise essentiellement par un important contingent d'espèces qui ne sont pas représentées ou qui sont rares dans les autres zones géographiques d'Algérie telles que *Pepala cf. pallida*, *Amphinemura sp*, *Neoura sp*, *Leuctra sp2*, *Protonemura ruffoi*, *Leuctra geniculata*, *Eoperla ochracea*, *Afroperlodes lecerfi*.

De même pour le Maroc qui compte 28 espèces, 23 ont été observées dans le Rif, soit 82% du total des espèces connues du Maroc, 17 dans le Haut-Atlas (soit 60, 71%) et 16 dans le Moyen-Atlas (soit 57,14%). La forte richesse spécifique observée dans ces trois aires géographiques serait liée, d'une part aux réseaux hydrographiques du Maroc qui sont d'abord plus longs, à plus forte amplitude altitudinale et couvrent des superficies plus importantes, avec des reliefs de plus de 3000 m. Ils ont aussi été les mieux prospectés et apparaissent par conséquent comme les plus riches en espèces.

De plus, la présence au Maroc de neuf espèces inconnues du reste du Maghreb, dont deux exclusives du Rif, deux du Haut-Atlas, une du Moyen Atlas et quatre de deux ou trois régions du pays (tableau 4), témoigne une fois de plus de l'ample diversité des caractéristiques climatiques, hydrologiques et physiographiques de ce pays.

Quant à la Tunisie où les travaux ont été menés sur l'ensemble du pays, 17 espèces ont été inventoriées. En effet, en Tunisie, le petit nombre d'espèces observé est vraisemblablement dû à la faible amplitude altitudinale des stations prospectées (< 700 m) et à la faible superficie des massifs montagneux de ce pays.

Une analyse comparative de la faune Plécoptérologique entre les trois pays du Maghreb est illustrée dans le tableau 5. Elle montre que sur les 38 espèces de Plécoptères recensées, 17 (soit 45% du total) sont communes entre l'Algérie et la Tunisie, 14 (soit 37%) entre l'Algérie et le Maroc et 10 (soit 26%) entre le Maroc et la Tunisie. Cette faible similitude peut être imputable aux différences hydrologiques et physiographiques entre les trois pays qui ne comptent tous les trois que 10 espèces en commun, soit 26%, ainsi qu'aux barrières géographiques (zones arides ou désertiques) qui fragmentent le Maghreb, ce qui favorise le micro-endémisme pour des espèces comme les plécoptères, réputées peu aptes au vol.

En effet, l'analyse de la répartition des données faunistiques de Plécoptères montre qu'elles se répartissent dans l'ensemble des régions géographiques du Maghreb, mais de façon non uniforme.

### Chapitre III : Résultats et Discussions

**Tableau 4** : distribution et endémisme des Plécoptères de la région maghrébine.

**Abréviations** : N. Nord, S. Sud, OU. Ouest, ES. Est, CE. Centre, Alg. Algérie, Mar. Maroc, HA. Haut Atlas, MA. Moyen Atlas, Tun. Tunisie, Mag. Maghreb, Med. Méditerranée, Eur. Europe, Pyr. Pyrénées, Pib. Péninsule Ibérique, Pit. Péninsule italienne, END. Espèces endémiques, ♣ espèce endémique de l'Algérie, ♠ espèce endémique du Maroc, ♦ espèce endémique d'Algérie et de Tunisie, ◻ espèce endémique d'Algérie et du Maroc, ◼ espèce endémique du Maghreb.

Pays	Maroc (28)			Algérie (25)			Tunisie (17)	END Mag	Répartition
	HA	MA	Rif	OU	CE	ES			
<b>PERLODIDAE (3)</b>									
<i>Hemimelaena flaviventris</i>	+	+	+		+				Mar., Alg., Pib.
<i>Afroperlodes lecerfi</i>	+		+	+	+		+	◻	Mag.
<i>Isoperla cf. kir</i>		?♠	+♠					◻	Rif.
<b>PERLIDAE (3)</b>									
<i>Eoperla ochracea</i>	+	+	+	+	+		+		circum Med.
<i>Perla cf pallida</i>	+	+	+		+		+		Mag., ES. Eur
<i>Perla bipunctata</i>	+				+				Mar., Alg., Eur.
<b>CHLOROPERLIDAE (1)</b>									
<i>Siphonoperla lepineyi</i>	+♠	+♠	+♠					◻	Mar.
<b>TAENIOPTERYGIDAE (2)</b>									
<i>Brachyptera algerica</i>	+	+	+		+	+	+	◻	Mag.
<i>Brachyptera auberti</i>	+		+		+	+	+		OU. Med.
<b>NEMOURIDAE (14)</b>									
<i>Amphinemura berthelemyi</i>					+♦	+♦	+♦	◻	Alg., Tun.
<i>Amphinemura chiffensis</i>	+♠							◻	HA
<i>Amphinemura tiernodefigueroai</i>		+♠						◻	MA
<i>Amphinemura yasriarum</i>			+♠					◻	Rif
<i>Protonemura algerica algerica</i>					+♣	+♣		◻	Alg.
<i>Protonemura algerica bejaiana</i>						+♦	+♦	◻	ES. Alg., Tun.
<i>Protonemura berberica</i>			+♠					◻	Rif
<i>Protonemura dakkii</i>	+♠	+♠						◻	HA.,MA.
<i>Protonemura drahemensis</i>						+♦	+♦	◻	ES. Alg., Tun.
<i>Protonemura talboti</i>	+◻	+◻	+◻	+◻	+◻			◻	Mar., Alg.
<i>Protonemura ruffoi</i>					+				Alg.
<i>Nemoura fulviceps</i>			+		+				OU. Med.
<i>Nemoura lacustris</i>		+	+						OU. Med.
<i>Nemoura rifensis</i>			+						Betico-Rifaine

### Chapitre III : Résultats et Discussions

**Tableau 4** : distribution et endémisme des Plécoptères de la région maghrébine (suite)

Pays Région	Maroc (28)			Algérie (25)			Tunisie (17)	END Mag	Répartition
	HA	MA	Rif	OU	CE	ES			
<b>CAPNIIDAE (4)</b>									
<i>Capnia nigra</i>	+		+	?	+				Paléartique
<i>Capnioneura atlasica</i>	+♣							■	HA.
<i>Capnioneura petitpierrae</i>		+	+	+	+	+	+		Andalouse, Mag.
<i>Capniopsis schilleri schilleri</i>	+	+	+		+	+	+		Mag., Eur.
<b>LEUCTRIDAE (11)</b>									
<i>Leuctra dhyae</i>					+♣			■	CE. Alg.
<i>Leuctra franzi paenibaetica</i>		+	+						S. Pib., N. Mar.
<i>Leuctra geniculata</i>	+	+	+	+	+		+		Mag., OU. Eur.
<i>Leuctra ketamensis</i>		+♣	+♣					■	Rif, MA.
<i>Leuctra khroumeriensis</i>					+♦	+♦	+♦	■	ES. Alg., Tun.
<i>Leuctra maroccana</i>	+		+						Mar., Pib., Pyr.
<i>Leuctra medjerdensis</i>						+♦	+♦	■	ES. Alg., Tun.
<i>Leuctra sartorii</i>						+♦	+♦	■	ES. Alg., Tun.
<i>Leuctra tunisica</i>					+♦	+♦	+♦	■	ES. Alg., Tun.
<i>Leuctra vaillanti</i>	+		+	+			+	■	Mag.
<i>Tyrrhenoleuctra tangerina</i>		+	+		+	+	+		Mag., Pib.
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>23</b>	<b>7</b>	<b>20</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>22</b>	

**Tableau 5** : Nombres d'espèces de Plécoptères communes dans les trois pays de Maghreb.

	Maroc	Algérie	Tunisie
Maroc			
Algérie	14		
Tunisie	10	17	

Sur les 28 espèces connues du Maroc, 9 sont exclusives de ce pays dont :

- deux du Rif : *Amphinemura yasriarum*, *Protonemura berberica*,
- deux du Haut-Atlas : *Amphinemura chiffensis*, *Capnioneura atlasica* ;
- une du Moyen-Atlas : *Amphinemura tiernodefigueroai* ;
- une du Haut-Atlas et du Moyen-Atlas : *Protonemura dakkii*
- une du Rif et du Moyen-Atlas : *Leuctra ketamensis*,

- deux communes aux Rif, Haut-Atlas et Moyen-Atlas : *Isoperla* cf. *kir*, *Siphonoperla lepineyi* ;
- et deux sont Bético-rifaines : *Nemoura rifensis*, *Leuctra franzi paenibaetica*.

De même, sur les 17 espèces inventoriées en Tunisie, sept sont communes à la Tunisie et à l'Algérie : *Amphinemura berthelemyi*, *Protonemura algerica bejaiana*, *Protonemura drahemensis*, *Leuctra khroumeriensis*, *Leuctra medjerdensis*, *Leuctra sartori* et *Leuctra tunisica*.

En ce qui concerne l'Algérie, qui compte 25 espèces, trois sont exclusives : *Protonemura algerica algerica*, *Protonemura ruffoi*, *Leuctra dhyae*, et une commune au Maroc et à l'Algérie : *Protonemura talboti*.

Au sein des diverses zones géographiques du Maghreb, les similitudes dans la composition spécifique sont présentées dans le Tableau 6.

La comparaison du peuplement des différentes aires géographiques du Maghreb montre d'Est en Ouest, que :

- Sur les 17 espèces connues de Khroumirie, 12 sont communes avec la région Est de l'Algérie, 12 avec la région centre, 5 avec la région Ouest, 10 avec le Rif, 7 avec le Moyen Atlas et 8 avec le Haut Atlas.
- Sur les 25 espèces recensées en Algérie, 13 sont connues de la région Est, 20 de la région Centre et 7 de la région Ouest.
  - sur les 13 espèces inventoriées dans l'Est algérien, 9 sont communes avec la région centre, 1 avec la région Ouest, 5 avec le Rif, 4 avec le Moyen Atlas et 3 avec le Haut-Atlas;
  - sur les 20 espèces inventoriées dans le Centre algérien, 6 sont communes avec la région Ouest, 13 avec le Rif, 9 avec le Moyen Atlas et 11 avec le Haut-Atlas;
  - sur les 7 espèces inventoriées dans la région Ouest de l'Algérie, 7 sont communes avec le Rif, 4 avec le Moyen et 6 avec le Atlas Haut-Atlas.

Les différentes zones géographiques de l'Algérie présentent donc de plus fortes affinités avec le Rif et la Khroumirie, qu'avec le Moyen et le Haut-Atlas, ce qui peut s'expliquer par les conditions écologiques et climatiques assez proches entre les différents massifs bordant la côte méditerranéenne (Rif, Kabylie, Khroumirie). Les moindres similitudes avec le Moyen et Haut-Atlas sont probablement dues à l'éloignement géographique.

- La comparaison de la composition spécifique entre les zones géographiques du Maroc montre que sur les 28 espèces connues de ce pays, 8 espèces sont communes au Rif, au Moyen-Atlas et au Haut-Atlas, 14 sont communes entre le Rif et le Moyen-Atlas, 13 entre le Rif et le Haut-Atlas et 9 entre le Moyen-Atlas et le Haut-Atlas. Cette forte similitude peut être due aux caractéristiques écologiques et climatiques semblables entre ces trois régions et aussi à l'hétérogénéité des habitats échantillonnés et à la grande amplitude altitudinale des stations prospectées.

### Chapitre III : Résultats et Discussions

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

**Tableau 6 :** Nombres d'espèces de Plécoptères communes aux différentes régions du Maghreb.

		Maroc			Algérie			Tunisie
		Haut Atlas	Moyen Atlas	Rif	Ouest	Centre	Est	Khroumirie
Maroc	Haut Atlas	23						
	Moyen Atlas	9	16					
	Rif	13	14	17				
Algérie	Ouest	6	4	7	7			
	Centre	11	9	13	6	20		
	Est	3	4	5	1	9	13	
Tunisie	Khroumirie	8	7	10	5	12	12	17

#### 4.-Distribution et endémisme des Plécoptères dans la région Ouest - Méditerranéenne

Dans cette partie, nous avons retenu la famille des Leuctridae pour l'analyse de la distribution et de l'endémisme des Plécoptères dans la région Ouest – Méditerranéenne à cause de sa grande diversité spécifique en Afrique du Nord en général et en Algérie en particulier. De plus, c'est l'une des familles de Plécoptères pour laquelle nous disposons des données plus ou moins complètes dans le bassin méditerranéen.

Les chaînes montagneuses du Maghreb sont séparées au sud du reste de l'Afrique par le Sahara, barrière faunistique très efficace pour les insectes aquatiques. Par conséquent presque tous les plécoptères maghrébins et autres insectes aquatiques ont une origine européenne, raison pour laquelle le Maghreb est considéré comme un contrefort Sud-Ouest de la région Ouest Paléarctique. La connexion principale entre le Maghreb et l'Europe occidentale est jeté dans le système montagneux Bético-Rifain; en effet parmi les 11 Leuctridae Maghrébins, 4 espèces (36%) occurrent dans la péninsule ibérique : *Leuctra franzi paenibaetica*, *L. maroccana*, *L. geniculata* et *Tyrrhenoleuctra tangerina*.

### Chapitre III : Résultats et Discussions

La comparaison de la diversité des Leuctridae dans les principales chaînes montagneuses de la région Ouest méditerranéenne est donnée dans le tableau 7, après la compilation des travaux de SANCHEZ-ORTEGA *et al.* (2002); TIERNO DE FIGUEROA *et al.* (2003); FOCHETTI & TIERNO DE FIGUEROA (2008); VINÇON & GRAF (2011); VINÇON (2012); ainsi que des données non encore publiées.

**Tableau 7** : distribution et endémisme des Leuctridae dans la région Ouest Méditerranéenne.

	<b>Leuctridae espèces et sous-espèces</b>	<b>Leuctridae espèces endémiques</b>	<b>Leuctridae taux d'endémisme %</b>
<b>Maghreb</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>64</b>
<b>Péninsule Italienne</b>	<b>58</b>	<b>25</b>	<b>43</b>
Apennins du Sud (Calabre, Pouilles, Basilicate, Campanie)	13	4	31
Apennin Central (Abruzzes, Latium, Ombrie, Marches, Toscane)	17	6	35
Apennins du Nord (Emilia, Apennin ligure)	23	8	35
Alpes Italiennes	55	22	40
<b>Sicile + Sardaigne + Corse</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>67</b>
Sicile	5	2	40
Sardaigne	4	3	75
Corce	6	5	83
<b>Péninsule Ibérique</b>	<b>53</b>	<b>34</b>	<b>64</b>
Cordillère Bétique (Ronda, Nevada, Cazorla, Alcaraz, Morena)	12	4	33
Cordillère Ibérique Central (Estrela, Gata, Gredos, Guadarrama)	18	9	50
Cordillère Cantabrique + Galicia	26	18	69
<b>Pyrénées françaises et espagnoles</b>	<b>33</b>	<b>16</b>	<b>48</b>

La famille des Leuctridae est beaucoup moins diversifiée dans le Maghreb (11 espèces et sous-espèces) que dans les autres principales régions montagneuses de la Méditerranée occidentale : Péninsule italienne 58 espèces, Péninsule ibérique 53 espèces, Pyrénées 33 espèces. Néanmoins, la diversité des Leuctridae du Maghreb est similaire à celle des 3 principales îles de la région Ouest Méditerranéenne (Sicile + Sardaigne + Corse avec 12 espèces et sous-espèces), à celle des Apennins du Sud (13 espèces) et de la Cordillère Bétique (12 espèces). Cette faible diversité est évidemment liée à la sécheresse du climat dans le Maghreb, dans les chaînes de montagnes du sud de l'Italie et de l'Espagne, un fort handicap pour l'installation des insectes aquatiques. En effet, la diversité des Leuctridae augmente rapidement à la fois, du sud au nord la péninsule italienne et ibérique, avec l'augmentation de l'humidité.

D'autre part, l'endémisme des Leuctridae est beaucoup plus élevé dans le Maghreb (64%) que dans les massifs voisins, Apennins du Sud (31%) et Cordillère Bétique (33%), ce qui est probablement dû à un degré plus élevé d'isolement géographique. En effet, la mer Méditerranée est un obstacle plus efficace pour la migration des insectes que les vallées transversales qui séparent les Apennins ou sierras ibériques du reste de l'Europe. Ce niveau d'endémisme est également supérieur à celui de Sicile (40%), mais inférieur à celui des îles Tyrrhénienne, Sardaigne (75%) et la Corse (83%), qui sont beaucoup plus isolées.

#### 5.-Biogéographie des espèces maghrébines

La faune plécoptérologique recensée dans ce travail est composée essentiellement d'éléments d'origine paléarctique. Les 38 Plécoptères Maghrébins appartiennent à 3 principaux groupes biogéographiques selon la largeur de leur aire de répartition :

##### ➤ Les espèces à large distribution géographique (11 espèces)

Elles sont au nombre de 11 dont certaines étendent leur aire de distribution à toute l'Europe, d'autres à l'Asie Mineure et à la Sibérie.

*Capnia nigra* : elle possède la zone géographique la plus large, elle couvre l'Europe, l'Afrique du Nord et l'Asie (jusqu'à la Mongolie). Signalons cependant que cette espèce est absente de Tunisie.

- *Perla bipunctata* et *Capniopsis schelleri* : elles couvrent l'Europe et l'Afrique du Nord.
- *Eoperla ochracea* : c'est une espèce circum-méditerranéenne. Le genre *Eoperla* est endémique à cette région.
- *Brachytera auberti*, *Protonemura ruffoi*, *Nemoura fulviceps*, *Nemoura lacutris*, *Leuctra maroccana* et *Leuctra geniculata* sont des espèces Ouest Méditerranéennes. Elles ont une aire de répartition plus ou moins large dans la partie Ouest de l'Europe Méditerranéenne.
- *Perla cf. pallida* : c'est une espèce bien répartie dans la région Est de la Méditerranée. Elle couvre l'Afrique du Nord et l'Europe de l'Est

➤ **Les espèces maghrébines extensives et bético-rifaines (5 espèces)**

- Espèces Ibéro-Maghrébines : elles sont au nombre de trois *Hemimelaena flaviventris*, *Capnioneura petitpierreae* et *Tyrrhenoleuctra tangerina*. Ce sont des espèces maghrébines extensives, s'étendant largement dans la Péninsule Ibérique.

- Espèces Bético-Rifaines sont représentées par deux espèces : *Leuctra franzi paenibaetica* et *Nemoura rifensis* dont l'aire de répartition recouvre le Rif marocain et la cordillère bétique dans le sud de la Péninsule Ibérique.

➤ **Les espèces endémiques (22)**

Les espèces endémiques, au nombre de 22, qui se répartissent en espèces macro-endémiques (3) largement répandues en Afrique du Nord et micro-endémiques (19) à aire de répartition restreinte.

- **Espèces macro-endémiques** : ce sont des Espèces endémiques du Maghreb dans son ensemble : *Afroperlodes lecerfi*, *Brachyptera algerica* et *Leuctra vaillanti*. Elles couvrent le Maroc, l'Algérie et la Tunisie.

Dans cet ensemble, l'espèce la plus remarquable est *Afroperlodes lecerfi* qui appartient à un genre endémique du Maghreb.

- **Espèces micro-endémiques de la bordure Est du Maghreb** : elles sont au nombre de sept : *Amphinemura berthelemyi*, *Protonemura drahemensis*, *Protonemura algerica bejaiana*, *Leuctra khroumiriensis*, *Leuctra medjerdensis*, *Leuctra tunisica* et *Leuctra Sartorii*. Elles couvrent la Khroumirie et s'étendent dans la partie Est de l'Algérie.

- **Espèces micro-endémiques de la bordure Ouest du Maghreb** : le Maroc abrite une espèce microendémique *Protonemura talboti* , qui s'étend dans la partie Ouest et centre de l'Algérie.

- **Espèces endémiques d'Algérie** : il s'agit de *Protonemura algerica algerica* et de *Leuctra dhyae*. La première couvre les massifs montagneux du Centre et de l'Est de l'Algérie, la seconde est limitée à l'Atlas blidéen.

- **Espèces endémiques du Maroc**: le Maroc abrite neuf espèces micro-endémiques : *Siphonoperla lepineyi*, *Isoperla cf kir*, *Amphinemura chiffensis*, *Amphinemura tiernodefigueroai*, *Amphinemura yasriarum*, *Protonemura berberica*, *Protonemura dakkii*, *Capnioneura atlasica*, *Leuctra ketamensis*, elles n'ont encore jamais été trouvées en dehors des massifs montagneux marocains le Rif, le Haut Atlas et le Moyen Atlas.

La faune Maghrébine, avec 38 espèces, apparaît typiquement Ouest-paléarctique : les 7 familles présentes en Europe de l'Ouest sont également présentes au Maghreb, de même que les principaux genres. Son originalité est marquée par la proportion élevée d'endémiques (57,89 %), caractère marquant de cette faune et témoignant ainsi d'un long isolement de l'Afrique du Nord

vis-à-vis de l'Europe et d'une ancienneté faunistique. La particularité la plus importante est le genre endémique *Afroperlodes*.

Le niveau d'endémisme des Nemouridae maghrébins semble très élevé (71 %) par rapport à celui de la famille des Leuctridae (64%) et même beaucoup plus élevé par rapport à l'ensemble des Plécoptères maghrébins (57,89). En comparaison le niveau global d'endémisme dans la péninsule ibérique, il apparaît aussi bien moindre (50 %) (Sánchez - Ortega & Tierno 1996). Ce taux élevé d'endémisme des Nemouridae pourrait être liée à l'isolement orophilique et crénophilique ; en effet la plupart des Nemouridae micro-endémiques fréquentent les petits ruisseaux et ruisselets des zones montagneuses.

Comme dans le reste de la région Ouest-paléarctique, le genre de loin le plus diversifié est *Leuctra* avec 10 espèces et un taux d'endémisme particulièrement élevé 70 % (soit 7 espèces), comme c'est le cas également dans d'autres régions montagneuses d'Europe : Pyrénées (41%), Alpes (44 %), Anatolie (64 %) et Caucase (50 %).

#### 6.-Clé d'identification des Plécoptères recensés

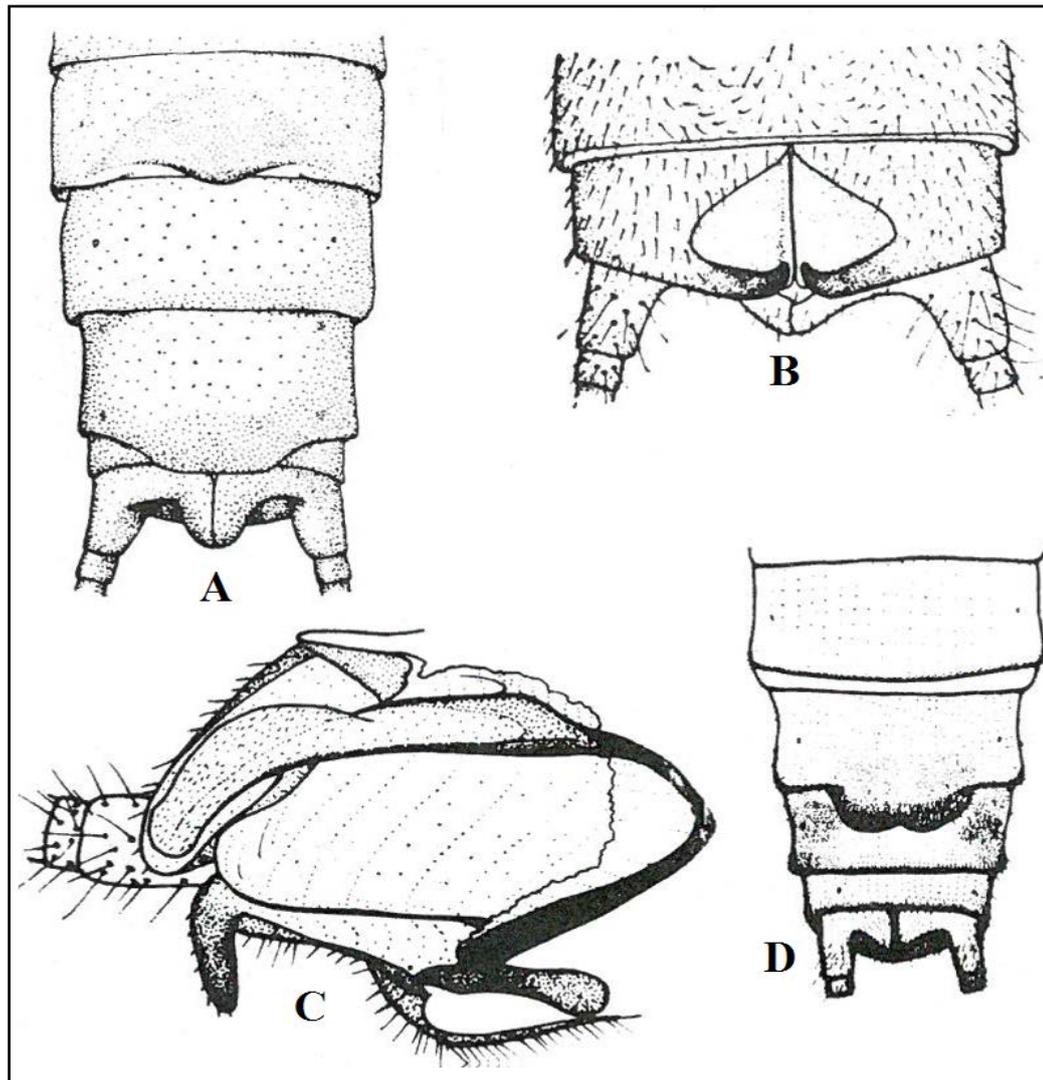
##### *Afroperlodes Lecerfi* (Navás, 1929)

Les organes génitaux sont décrits à partir du travail de MIRON & ZWICK (1972).

**Male** (fig. 32 A-C) : Sternite 7 avec une large plaque brune arrondie vers l'avant en demi-cercle et surpassant, en petite languette, un peu le bord postérieur du sternite. Sternite avec une faible prolongation tronquée distalement ; elle est plus foncée que le reste du segment et contient l'organe pénial, qui ne porte pas de sclérifications caractéristiques. Sternite 10 fortement réduit, paraproctes relativement larges, mous. Tergites postérieurs portant sur le bord caudal une pilosité hérissée et dirigée en avant surtout sur le 9<sup>ème</sup> tergite. Tergite 10 fendu, héli-tergites effilés en processus allongé, leur pointe élevée en crochet brun foncé ; pas de poils spécialisés comme spicules (32 A et B).

Dans la fente du tergite 10 s'observe l'appareil épiproctal inséré au bord antérieur du segment. Il consiste en une poche membraneuse dont les bords dorso-latéraux sont munis de plaques paragénitales larges mais peu pigmentées ; postérieurement, cette poche est ouverte, laissant sortir la pointe de la tigelle sclérifiée, qui est cependant couverte par les paraproctes. Tigelle de type normal, partie libre avec un fin sclérite longitudinal dorsal et un autre ventral, qui se réunissent distalement sur la pointe arrondie. La membrane latérale entre ces deux bandes sclérifiées forme un grand pli qui recouvre, en vue latérale, le sclérite ventral. Pas de stylets latéraux (fig. 32 C)

**Femelle** (fig. 32 D) : sternite 8 prolongé en plaque sous-génitale brune, occupant environ la moitié de la largeur du segment et recouvrant presque la moitié du 9<sup>e</sup> sternite. Plaque à bords arrondis, bord postérieur tronqué et plus ou moins profondément échancré au milieu.



**Figure 32 :** *Afroperlodes lecerfi*. ♂. A : extrémité abdominale, vue ventrale ; B : idem, vue dorsale ; C : appareil épiproctal, vue de profil. ♀. D : extrémité abdominale, vue ventrale (MIRON & ZWICK, 1972).

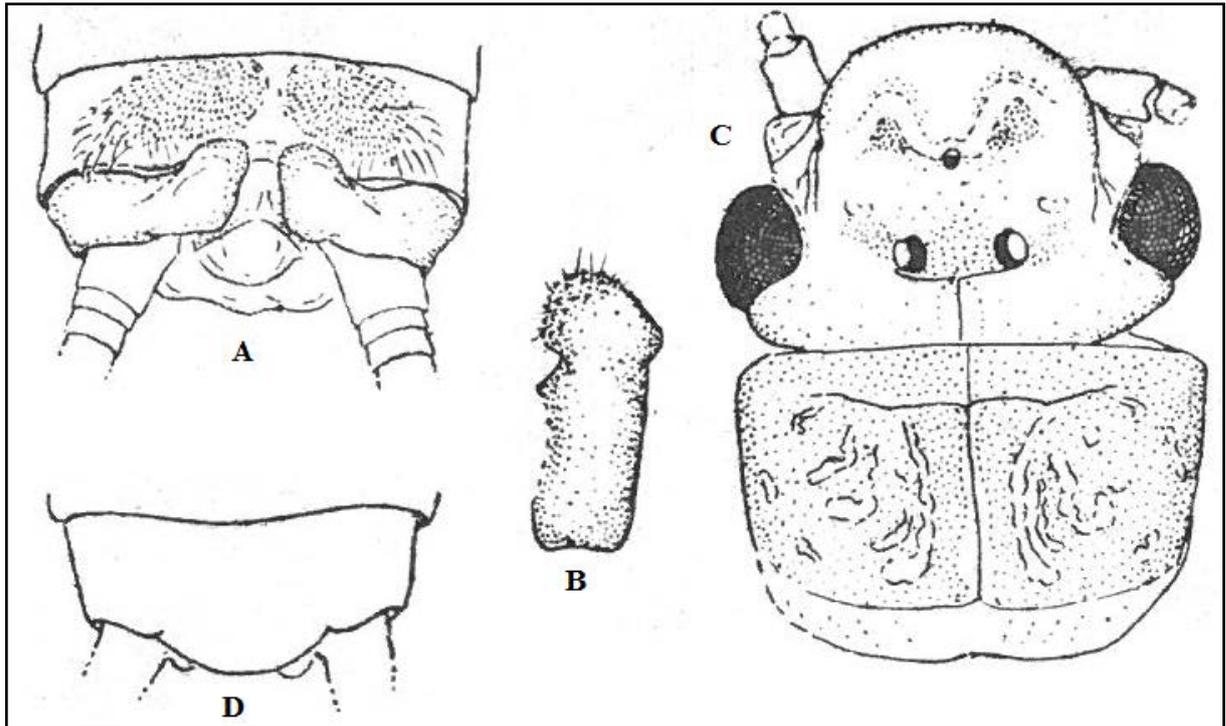
***Eoperla ochracea*** (Kolbe, 1885)

Les organes génitaux sont décrits à partir du travail de DESPAX (1951).

**Male** (fig 33 A-B) : il possède les mêmes aspects que la femelle mais il est de taille plus réduite. Tergite 9 sillonné sur la ligne médiane, avec de chaque côté, un massif de poils sensoriels en baguettes accompagnés, latéralement, de longs poils tégumentaires. Crochets du 10<sup>e</sup> segment à base allongée, presque rectangulaire, à bord postérieur presque droit ; portion distale en massure sub-quadrangulaire, arrondie à la face interne, spinuleuse ainsi que le bord antérieur. Pénis court, à gland en forme de mitre, gonopore en fente, bordé d'épines plates, longues et aigues ; titillateur composé d'aiguilles chitineuses en massif compact.

**Femelle** (33 C-D) : tête peu plus large que le pronotum, espace inter-ocellaire sub-égal à l'espace oculo-ocellaire. Coloration roux foncé ; clypéus sans macule médiane distincte, front avec deux taches antérieures sub-triangulaires, immédiatement en arrière de la ligne en M, rembruni entre les ocelles postérieurs et en arrière des tubercules frontaux, tempes rembrunies ; face inférieure jaune pâle. Pronotum plus foncé que la tête et que l'abdomen.

Bord postérieur du 8<sup>e</sup> sternite faiblement épaissi en bourrelet peu distinct, 10<sup>e</sup> tergite régulièrement arrondi en arrière. Cerques courts, ne dépassant pas les ailes en arrière, obscurément annelés.



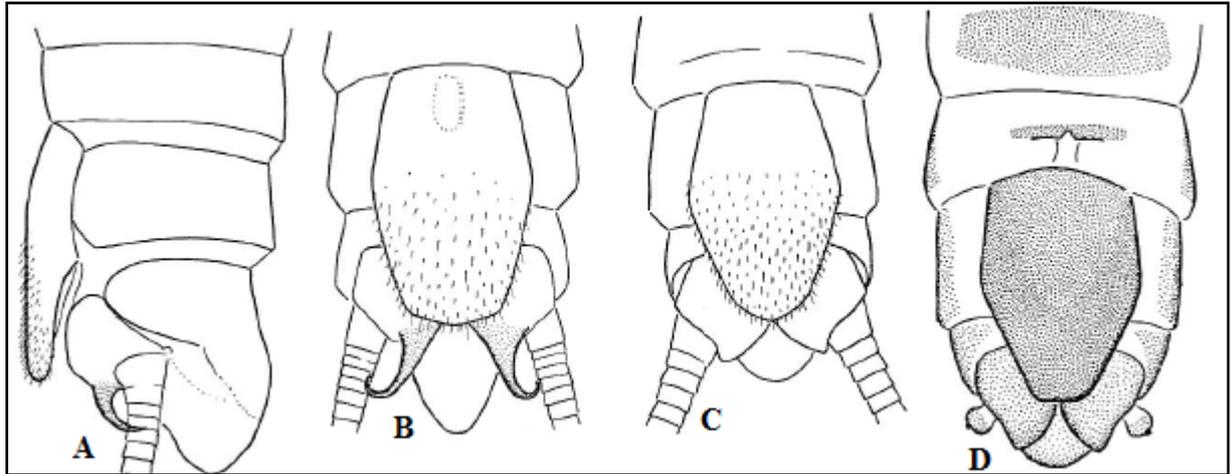
**Figure 33** : *Eoperla ochracea*. ♂. A : extrémité abdominale, vue dorsale ; B : crochet copulateur isolé du. ♀. C: tête et pronotum ; D : 10<sup>e</sup> tergite abdominale (DESPAX, 1951).

#### ***Brachyptera algerica*** Aubert, 1956

Les organes génitaux sont décrits à partir du travail d'AUBERT (1956)

**Male** (fig. 34 A-B) : Plaque ventrale plus longue que large, élargie dans sa partie médiane, tronquée à l'apex. Lobes sous-anaux prolongés chacun par une corne allongée orientée à la fois latéralement et dorsalement.

**Femelle** (fig. 34 C-D) : Plaque ventrale analogue à celle du ♂ (fig. 34 C), un peu plus arrondie à l'apex. Orifice génital (fig. 34 D) bordé en avant par une étroite bande chitinisée. Plaque ventrale uniformément brune, tronquée à son apex. Lobes sous-anaux courts et arrondis. Cerques petits et globuleux



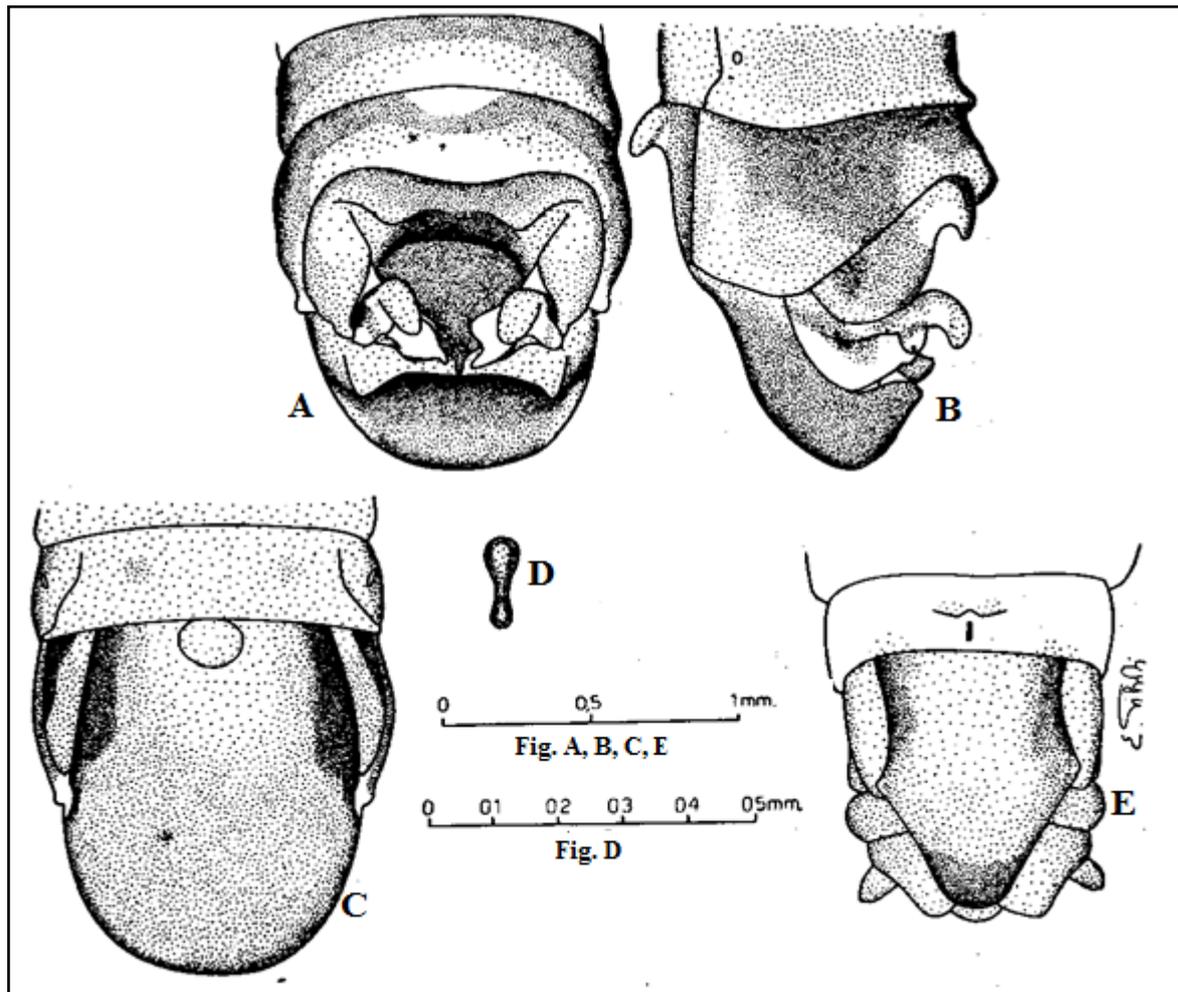
**Figure 34** : *Brachyptera algerica*. ♂. A : extrémité abdominale d'une nymphe, vue de profil ; B: idem, vue ventrale. ♀. C : extrémité abdominale, vue ventrale ; D: extrémité abdominale de la ♀, vue ventrale (AUBERT, 1956).

***Brachyptera auberti*** Consiglio, 1957

Les organes génitaux sont décrits à partir du travail de CONSIGLIO (1957).

**Male** (fig. 35 A-D) : tergites abdominaux 3-9 fortement pigmentés sur le bord avant, qui est fortement concave. Plaque sous-génitale en vue ventrale environ 1 fois et un tiers plus longue que large, largement arrondie en arrière; en vue de côté plié à un angle aigu vers le haut et l'avant. Petite vésicule ventrale circulaire. Tergite 10 avec bordure antérieure en contrebas et marge postérieure bilobé. Lobe supra-anal avec ampoule à base hémisphérique, allongée dans la direction antéro-postérieure, dilatée aux deux extrémités, et plus à l'extrémité avant, sans aucune incision médiane. Cerques à lobe basal court et un peu plus long que large, légèrement incurvée aux extrémités.

**Femelle** (fig 35 E) : marge antérieure de la plaque génitale avec deux petits lobes adjacents. Sternite 9 formant une plaque post-génitale pentagonale, atteignant à peu près la fin des paraproctes ; partie antérieure des marges latérales de couleur brun à franges, l'apex est brun, le reste de la plaque post-génitale est mal pigmentée. Au milieu du tergite 10 se trouve une tache brune allongée dans le sens antéro-postérieur. Paraproctes triangulaires avec marges latérales légèrement concaves. Cerques courts formés d'un seul article.



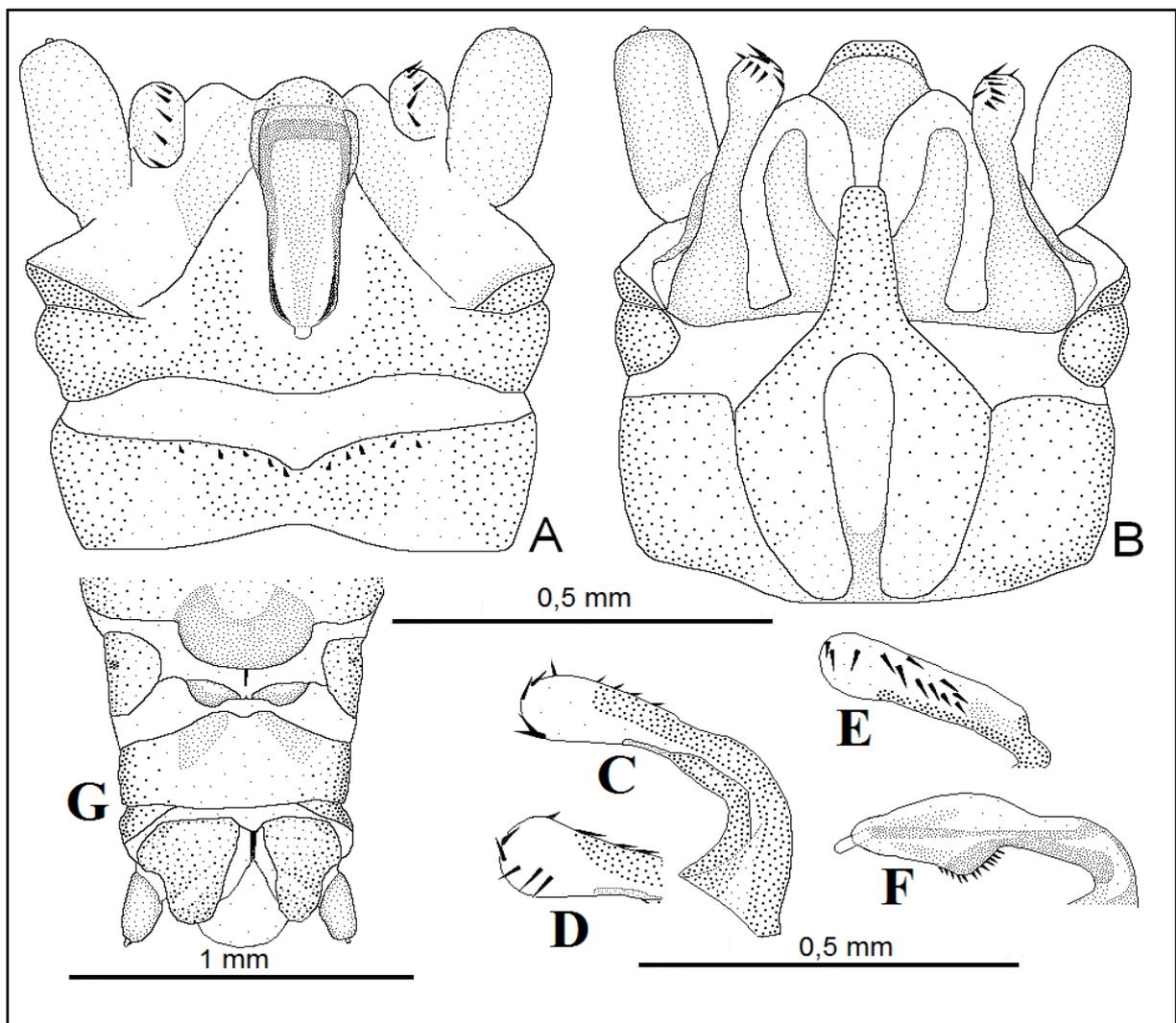
**Figure 35** : *Brachyptera auberti*. ♂. A : extrémité abdominale, vue dorsale ; B: Idem, vue latérale ; C: idem, vue ventrale ; D : lobe supra-anal. ♀. E : extrémité abdominale, vue ventrale (CONSIGLIO, 1957).

*Amphinemura berthelemyi* Vinçon, Yasri & Lounaci, 2013

Les organes génitaux sont décrits à partir du travail de YASRI *et al.* (2013).

**Male** (fig. 36 A-F) : Paraproctes : lobe interne long, cylindrique, légèrement recourbé vers l'intérieur, se rétrécissant vers son sommet (fig. 36 A). Lobe médian avec une base ronde (fig. 36 A), prolongée par une expansion digitiforme qui se courbe dorsalement le long du bord interne du cerque (fig. 36 A-B); expansion dorsale s'élargissant vers son sommet (fig. 36 C-D), couverte de fines soies et d'un premier groupe de 8-9 fortes épines (fig. 36 E), suivi par un second groupe de 5-6 fortes épines placées autour du sommet du lobe (fig. 36 A, B, C et D). Lobe externe long fortement recourbé dorsalement, étroitement connecté au bord externe du lobe médian, se rétrécissant dans sa partie apicale (fig. 36 C). Cerque sub-cylindrique, à peu près 2 fois plus long que large, couvert de longues soies fines.

Épiprocte allongé, avec un bombement dorso-médiane prononcé et un apex arrondi en vue latérale (fig. 36 F); en vue dorsale il s'élargit dans son premier tiers, puis se rétrécit progressivement vers son apex tronqué (fig. 36 A). Filament transparent court, incliné vers le bas, non ouvert à son extrémité, s'étendant à l'intérieur de l'épiprocte, de moins en moins visible par transparence (fig. 36 A et F). Le sclérite dorsal de l'épiprocte est à peu près rectiligne, s'étendant de la base de l'épiprocte vers son sommet (fig. 36 F). Le sclérite ventral est fortement renflé, couvert d'une rangée d'épines le long de la partie renflée; le renflement est placé près de la moitié de la longueur de l'épiprocte (fig. 36 F). Tergite 9 avec deux larges mamelons épineux fortement redressés et séparés par une échancrure médiane peu profonde. Les autres tergites sans épines le long de leur bord extérieur. Sternite 9 : Hypoprocte à peu près pentagonal, se terminant en une expansion digitiforme qui atteint la base de l'épiprocte. Vésicule ventrale membraneuse en forme de raquette, tige sclérifiée, s'élargissant légèrement près du sommet (fig. 36 B).



**Figure 36** : *Amphinemura berthelemyi* ♂. A: extrémité abdominale, vue dorsale ; B : idem, vue ventrale ; C: paraprocte, vue latérale ; D : idem spécimen provenant d'Aokas ; E : idem, vue dorsale ; F : épiprocte, vue latérale. ♀. G : abdomen, vue ventrale.

**Femelle** (fig. 36 G): Sternite 7: Plaque pré-génitale arrondie, couvrant à peu près la moitié de la largeur du segment, se projetant vers l'arrière sur le sternite 8, et n'atteignant pas la base des lobes de la plaque sub-génitale. Sternite 8: plaque sub-génitale avec 2 lobes sclérifiés sub-rectangulaires, séparés par une échancrure peu profonde prolongée vers l'avant par une étroite bande sclérifiée qui rejoint le bord postérieur du tergite. Sternite 9 avec deux taches triangulaires près du bord antérieur. Paraproctes à peu près triangulaires avec leur sommet arrondi. Cerques cylindriques, à peu près 2 fois plus longs que larges, et couvert de longues fines soies.

***Protonemura algirica algirica*** (Aubert, 1956)

Les organes génitaux sont décrits à partir du travail de VINÇON & MURANYI (2009).

**Male** (fig. 37 A-D et fig. 38 C-D) : Paraproctes: lobe médian avec une assez grande base sous-triangulaire et une extension en forme de lame continue. Sclérites des lobes extérieurs élargies à la pointe; avec environ deux épines sur l'extension dorsale et une ou deux épines sur l'extension ventrale (fig. 37 D et AUBERT 1956 : fig. 18) ; quelques épines dispersées (1-3) sont parfois situés entre les expansions dorsales et ventrales.

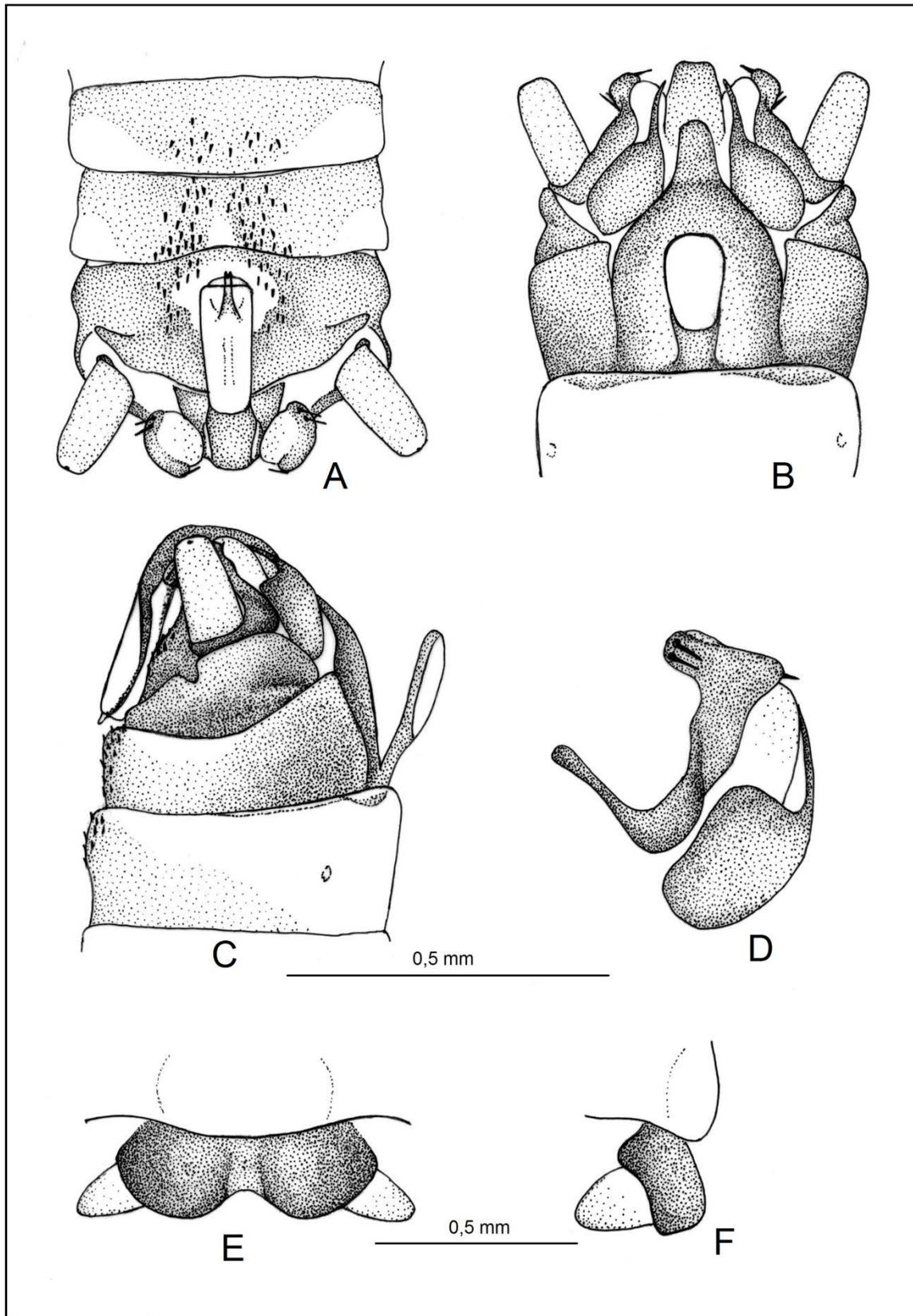
Epiprocte: fort, avec ses côtés environ parallèles, se terminant brusquement dans une pointe arrondie ; filament terminale plutôt court et bifide à la pointe (fig. 37 A et 38 C). En vue de côté, le filament terminal est à peu près parallèle à l'épiprocte (fig. 38 D). Le sclérite ventral avec un renflement de premier plan en partie couverte avec deux rangées de longues épines formant un «V» en vue ventrale. Sternite 9 : Vésicule longue et étroite (fig. 37-B et Aubert 1956: fig.16).

**Femelle** (Fig. 37 E-F) : plaque génitale large et bilobée. Lobes vaginaux principalement cachés par la plaque génitale et en partie visible sur chaque côté de la plaque. Plaque pré-génitale postéro-médian du sternite 7 sans pigmentation.

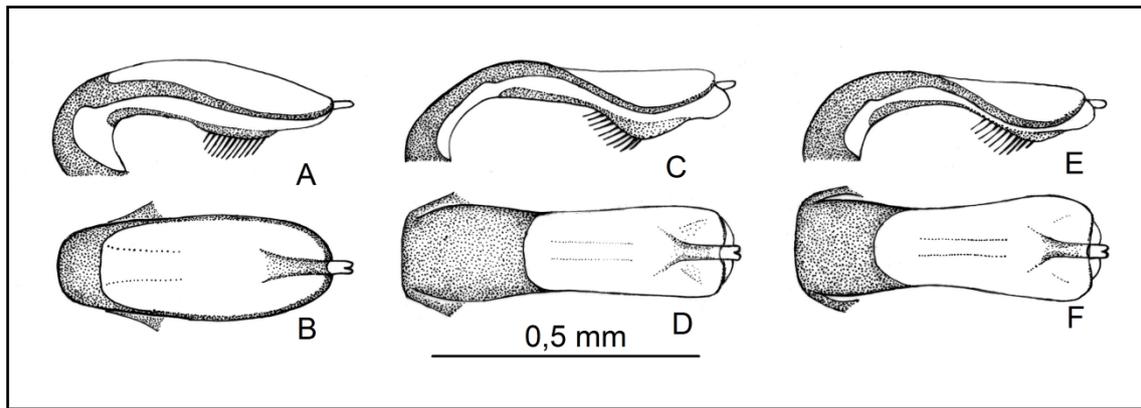
***Protonemura algirica bejaiana*** Vinçon & Murányi, 2009

Les organes génitaux sont décrits à partir du travail de VINÇON & MURANYI (2009).

**Male** (fig. 38 E-F et fig. 39 A-D) : Paraproctes (fig. 39 D) : lobe intérieur en forme de lame, en partie caché sous l'expansion de l'hypoprocte. Lobe médian large, avec un apex bien développé, membraneux globulaire couvert avec de minces soies; base sclérifiée légèrement plus long que large et se terminant par une expansion légèrement incurvée, en forme de lame qui est plus ou moins longue, au point d'atteindre la pointe du lobe extérieur. Sclérite du lobe extérieur élargie à la pointe et arrondie, avec une expansion lisse et lumineuse sans aucune épine; la partie antérieure du lobe se termine par une unique épine pointue, courbé vers l'intérieur.



**Figure 37** : *Protonemura algirica algirica* ♂. A : extrémité abdominale, vue dorsale ; B : idem, vue ventrale; C: idem, vue latérale; D : paraprocte, vue ventro-latérale. ♀ : E : plaque sous-génitale, vue ventrale ; F. idem, vue latérale (VINÇON & MURANYI, 2009).



**Figure 38** : Epiproctes des espèces algériennes du sous groupe de *Protonemura talboti* . A-B: *P. talboti*; C-D: *P. algerica algerica*; E-F: *P. algerica bejaiana* (VINÇON & MURANYI, 2009).

Epiprocte : Plutôt solide et pâle, se terminant abruptement en une pointe arrondie (fig. 38 F). Une expansion bilobée lisse est visible à la pointe. Le filament terminal de l'épiprocte est court, bifide à l'apex; en vue de côté le filament est à peu près parallèle à l'épiprocte. Le sclérite dorsal de l'épiprocte est fourchue, bien visible en vue dorsale. Les deux branches latérales proches et se rétrécissant vers la pointe de l'épiprocte, où elles se courbent vers le haut et se réunissent à proximité de la projection du filament terminal (fig. 38 F). Le sclérite ventral possède un renflement en partie couvert avec deux rangées de longues épines. En vue ventrale, les rangées d'épines se rapprochent vers le sommet, formant un «V». Sternite 9 : Hypoprocte arrondie distalement, se terminant par une longue extension effilée. Vésicule longue, avec ses côtés à peu près parallèles (fig. 38 B).

**Femelle** (Fig. 39 E-F) : abdomen typique du genre. Sternite 7: plaque pré-génitale non sclérifiée et donc à peine visible. Sternite 8: plaque génitale bien sclérifiée et clairement bilobée; lobes vaginaux fort s'étendant de chaque côté de la plaque génitale.

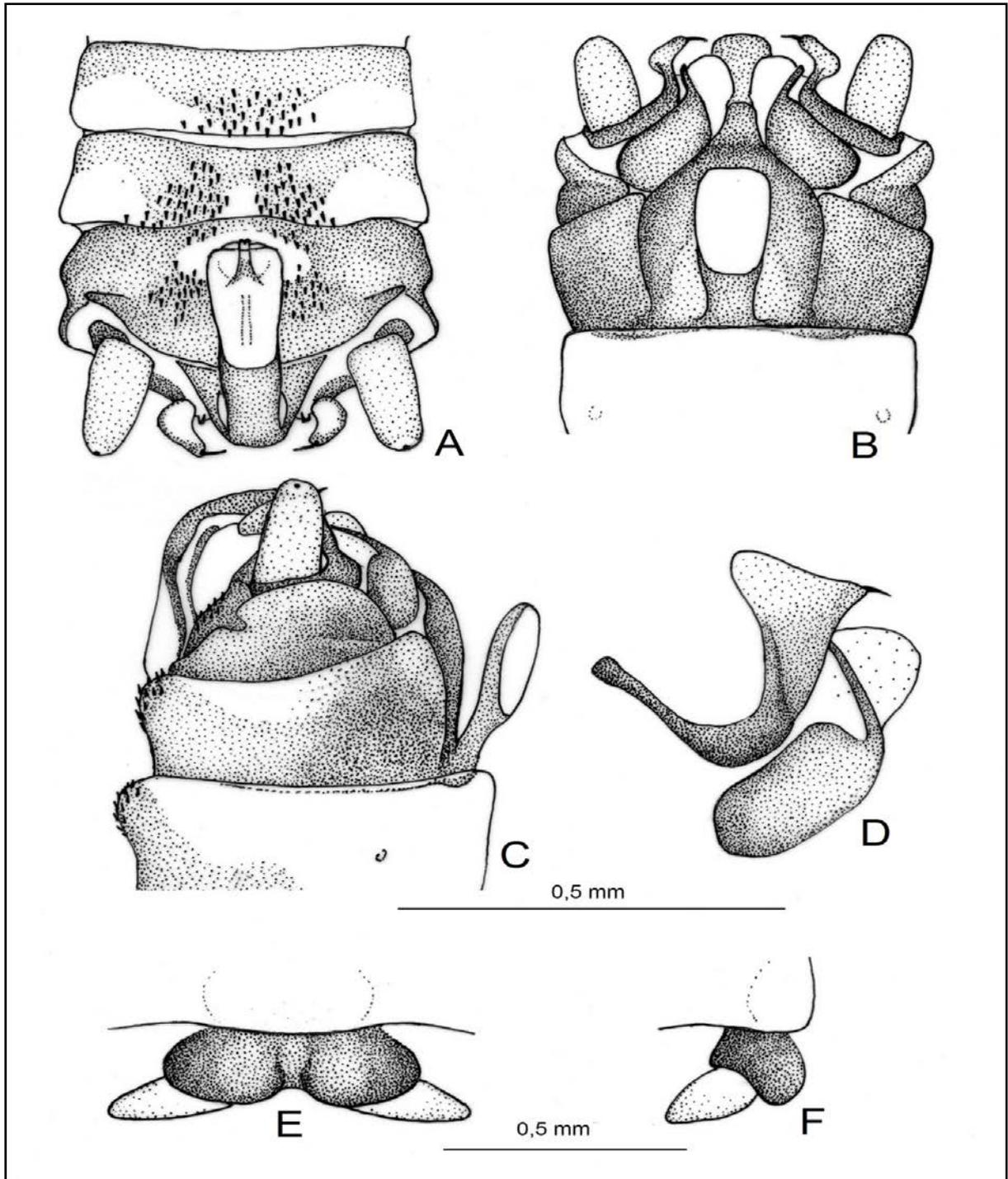
***Protonemura ruffoi*** Consiglio, 1961

Les organes génitaux sont décrits à partir du travail de CONSIGLIO (1961).

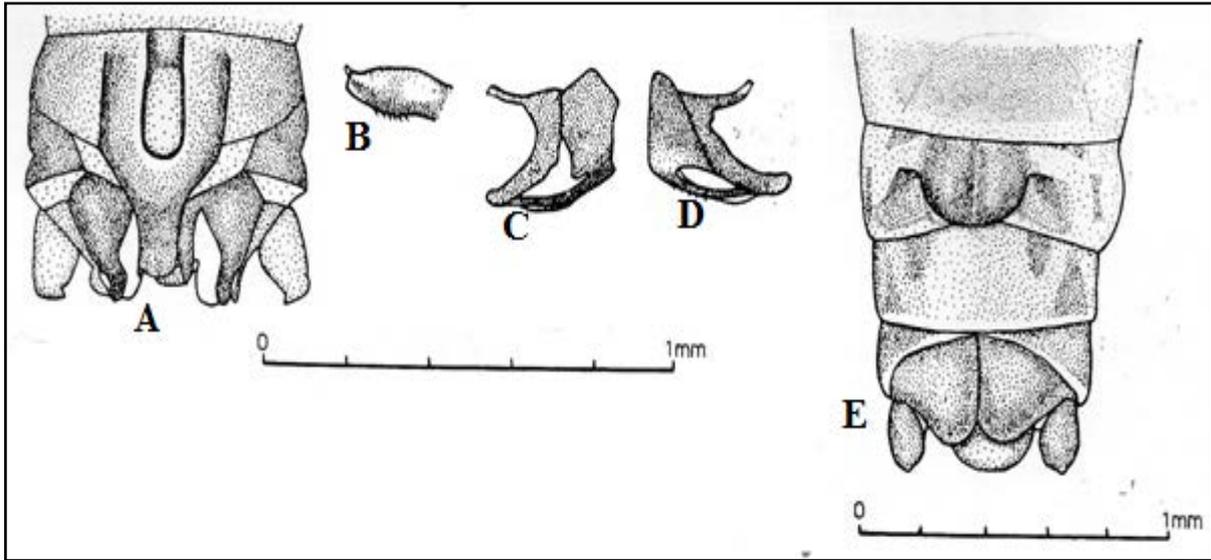
**Male** (fig. 40 A-D) : plaque sous-anale en forme d'un pentagone irrégulier, coin postéro-latéral courbé vers le haut, bord postéro-latéral droit ; prolongement de la plaque sous anale se détachent au niveau de l'angle postéro-médiane, base brusquement incurvé vers le haut, en vue de profil faiblement et régulièrement courbée avec un gonflement arrière, depuis la base jusqu'au milieu d'une plus grande épaisseur et renforcée avec la marge arrière d'une série d'épines, partie distale mince et glabre, se terminant par une épine ; appendices externes larges, édenté

**Femelle** (fig. 40 E) : Sternite 7 avec plaque pré-génitale légèrement sclérifiée, couvrant à peu près la moitié de la largeur du segment, avec bord arrière légèrement convexe. Sternite 8: plaque génitale modérément sclérifiée, couvrant à peu près la moitié de la largeur du segment, bord

arrière convexe vers le centre, les côtés s'étendant transversalement pour atteindre le bord externe des lobes vaginaux qui restent largement découverts.



**Figure 39:** *Protonemura algerica bejaiana*. ♂. A : abdomen, vue dorsale; B: idem, vue ventrale; C: idem, vue latérale ; D: paraprocte, vue ventro-latérale. ♀. E: plaque génital, vue ventrale, F : idem, vue latérale (VINÇON & MURANYI, 2009).



**Figure 40:** *Protonemura ruffoi*. ♂. A : abdomen, vue ventrale ; B: lobe supra anal, vue latérale ; C: paraprocte, vue ventro-latérale ; D : paraprocte, vue latérale. ♀. E: abdomen, vue ventrale (CONSIGLIO, 1961).

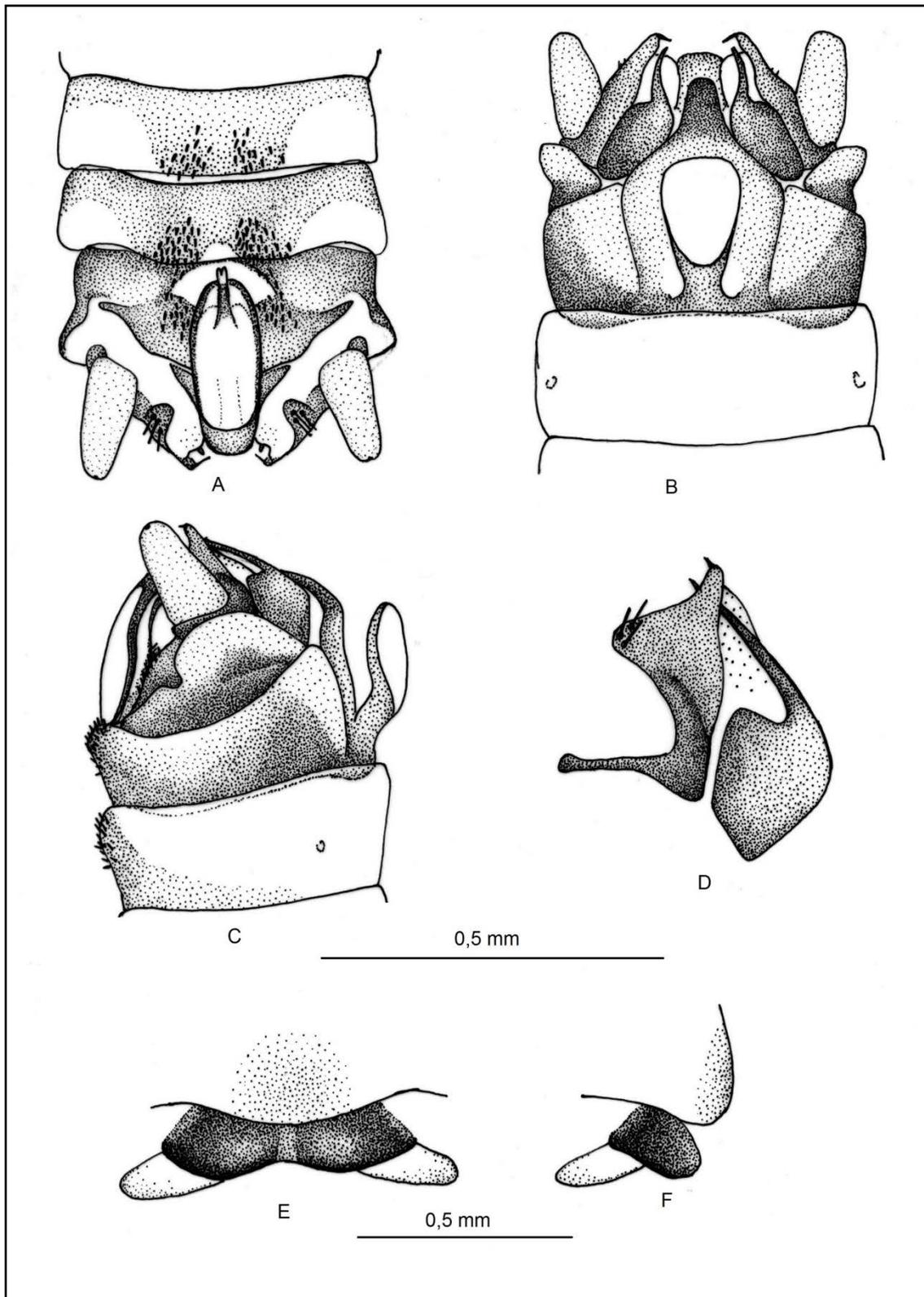
***Protonemura talboti*** (Navás, 1929)

Les organes génitaux sont décrits à partir du travail de CONSIGLIO (1961).

**Male** (fig. 41 A-D et 38 A-B) : Paraproctes : lobe médian avec une base arrondie et une expansion en forme de lame de longueur variable (Aubert 1956 : Fig. 9-10); sclérite du lobe externe largement agrandi à la pointe, avec une expansion dorsale arrondie portant quelques épines solides (1-7) et une expansion ventrale assez longue et mince, courbé vers l'intérieur, se terminant en une ou deux épines (fig. 41 D et Aubert 1956: fig. 9).

Epiprocte : Mince, avec ses côtés légèrement convexe, se terminant progressivement en pointe ovale; filament terminale de taille modérée et bifide à la pointe (fig. 38 B et 41 A). En vue latérale, le filament terminal est à peu près parallèle à l'épiprocte (fig. 38 A). Sclérites latéraux minces, visibles par transparence, et vers le haut légèrement incurvées de chaque côté de la pointe de l'épiprocte. Sclérite ventral avec un renflement de premier plan en partie couvert avec deux rangées de longues épines formant un «V» en vue ventrale.

**Femelle** (fig 41 E-F) : plaque génitale légèrement concave, à lobes vaginaux arrondis. Sternite 7 avec une plaque pré-génitale pigmentée.



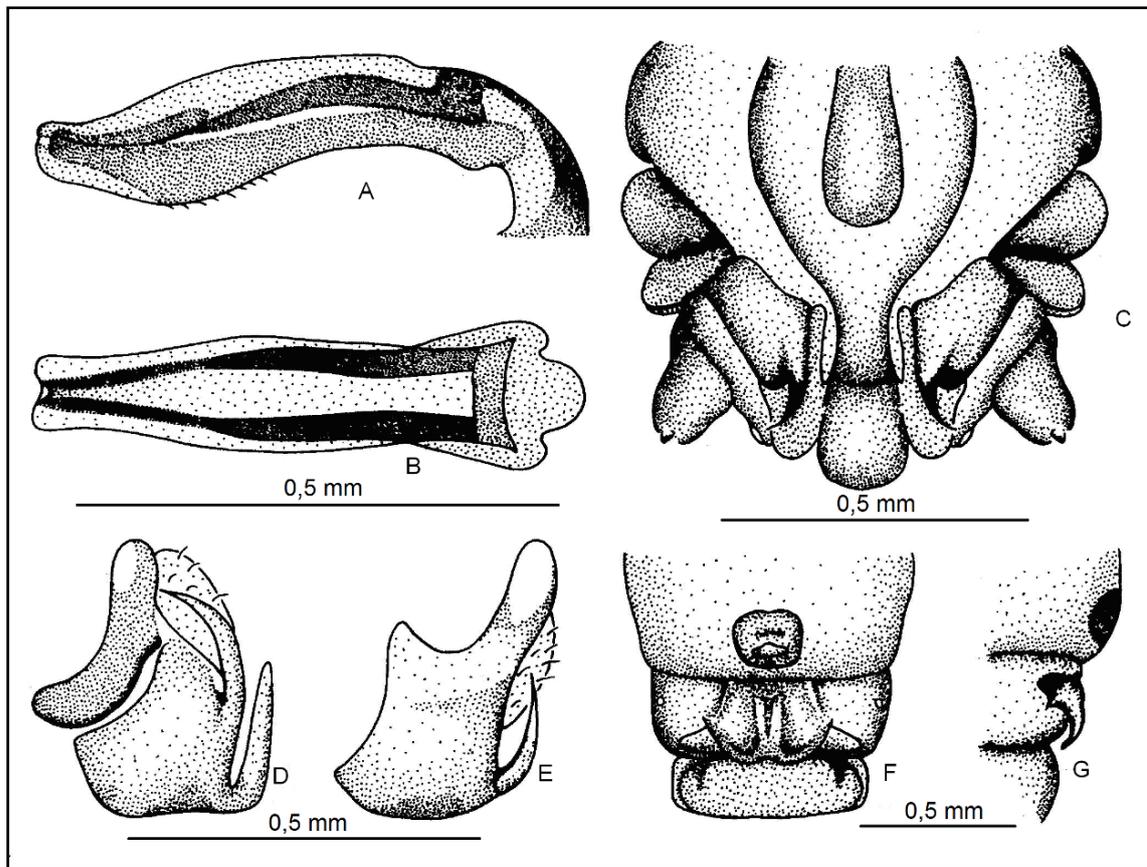
**Figure 41** : *Protonemura talboti* ♂. A : abdomen, vue dorsale ; B : idem, vue ventrale ; C: idem, vue latérale; D: paraprocte, vue ventro-latérale. ♀. E : plaque génitale, vue ventrale, F : idem, vue latérale (VINÇON & MURANYI, 2009).

*Protonemura drahamensis* Vinçon & Pardo 2006

Les organes génitaux sont décrits à partir du travail de VINÇON & PARDO (2006)

**Male** (fig. 42 A-E) : filament terminale situé au niveau du sommet de l'épiprocte. Il est à peine visible, car il est souvent rétracté dans le sommet de l'épiprocte (Fig. 42 A-B). Il est très similaire à *P. ruffoi* dans tous les aspects; sauf que chez *P. ruffoi* le filament terminale est plus long et exposé en permanence au niveau de l'épiprocte. *P. drahamensis* diffère très sensiblement par les styles des paraproctes plus courts, cambrant librement sur le lobe médian (Fig. 42 C-E).

**Femelle** (fig. 42 F-G) : chez la femelle de *P. drahamensis*, le sternite 7 avec plaque pré-génitale étroite et arrondi alors que cette plaque est grande chez la femelle de *P. ruffoi* (fig. 42 E).



**Figure 42** : *Protonemura drahamensis*. ♂. A : épiprocte, vue latérale, B : idem, vue dorsale ; C : abdomen, vue ventrale ; D: paraproctes, vue ventrale ; E: idem, vue latérale. ♀. F : sternite 7-9, vue ventrale ; G: idem, vue latérale (VINÇON & MURANYI, 2009).

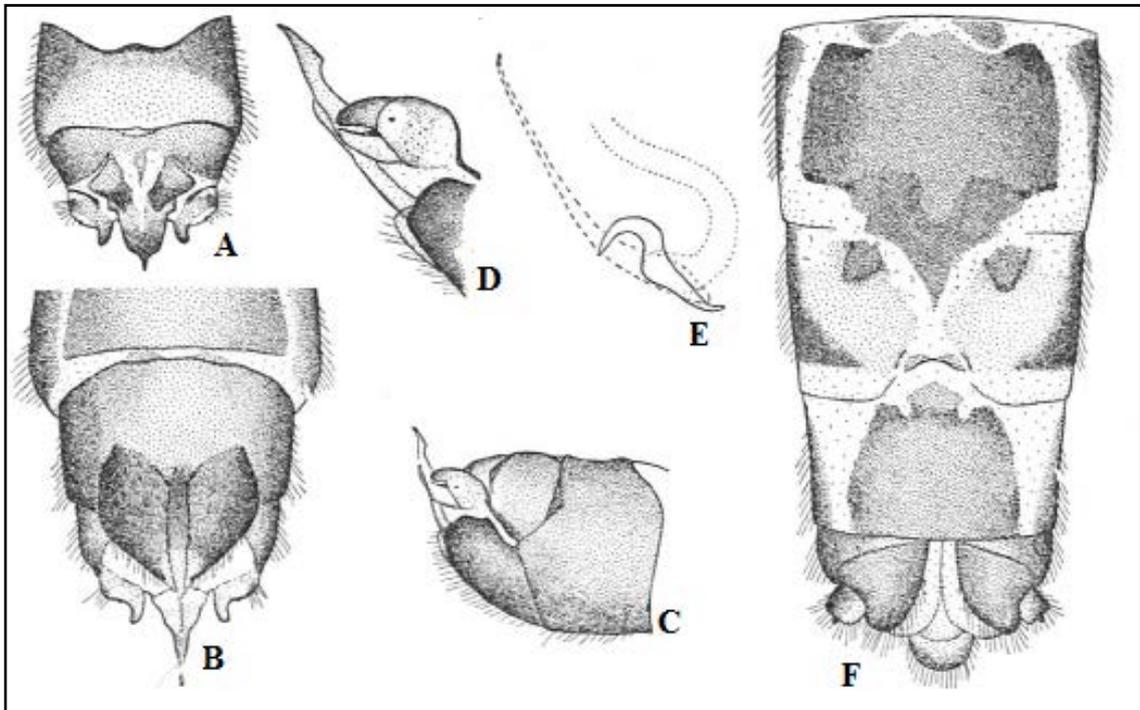
*Capnioneura petitpierreae* Aubert, 1961

Les organes génitaux sont décrits à partir du travail d'AUBERT (1961).

**Male** (fig. 43 A-E) : segmentation abdominale fortement marquée. Tergites et sternites séparés sur les segments 2 à 8. Segment 9 sans lamelle ventrale (fig.43 B). Tergite 10 avec une aire

médiane blanchâtre en forme de Y (fig. 43 A). Cerques courts, plus larges que longs, avec une forte dent au bord interne et un rudiment de second article très petit (fig. 43 A-D). Epiprocte mince et allongé, aussi long que le tergite 10, terminé par une sorte de pied renversé. Styles des paraproctes minces, rectilignes, peu visibles, glissant dans une gouttière ventrale de l'épiprocte et s'arrêtant vers le milieu de celui-ci. Paraprocte en forme de bandelette sclérifiée, noirâtre, cachée par le sternite 9 (fig. 43 E, en pointillé).

**Femelle** (fig. 4 F) : les tergites abdominaux sont membraneux dans leur partie centrale et se limitent à une bande chitinisée de chaque côté. Les sternites sont séparés des tergites. Sternites 7 et 8 soudés dans leur partie médiane. Le sternite 7 est prolongé sur le 8 par une zone pigmentée triangulaire. Orifice génital bordé en avant par deux petites aires pigmentées. Sternite 9 uniformément coloré.



**Figure 43** : *Capnioneura petitpierreae*. ♂. A : Abdomen, vue dorsale; B : idem, vue ventrale; C : idem, vue de profil ; D : idem, grossissement plus fort ; E : Spécillum (en traitillé, le style du paraprocte et en pointillé, le paraprocte). ♀. F : Abdomen, vue ventrale (AUBERT, 1961).

#### *Capniopsis schilleri* (Rostock, 1892)

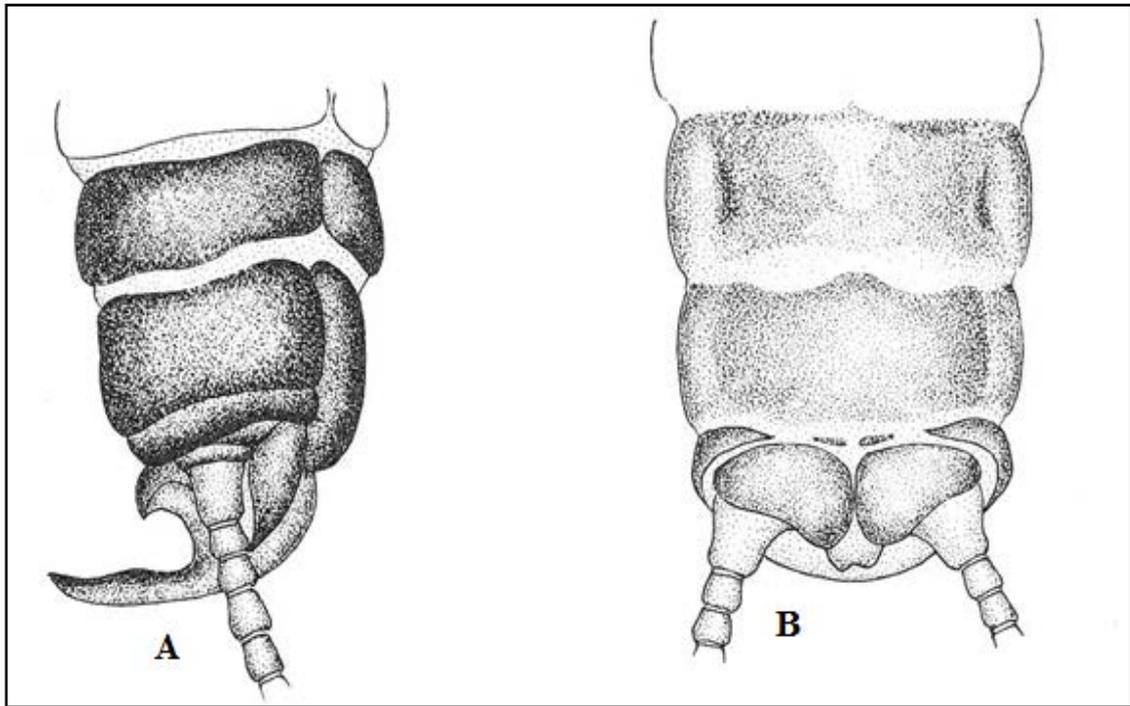
Les organes génitaux sont décrits à partir du travail de TIERNO DE FIGUEROA *et al.* (2003).

Le genre *Capniopsis* est un petit insecte, avec des ailes translucides, qui en position de repos reste à plat sur le ventre. Le sternite 9 du male forme une plaque sous-génitale.

**Male** (fig. 44) : épiprocte simple. Aucun renflement dans les tergites abdominaux. Plaque sous-génitale fortement sclérifiée avec paraproctes simples.

**Femelle** (fig. 44) : plaque sous-génitale mal développée, presque indiscernable.

**Figure 44** : *Capnopsis schilleri*. : A : Extrémité de l'abdomen ♂, vue latérale, B : Abdomen de



la ♀, vue ventrale (TIERNO DE FIGUEROA *et al.*, 2003).

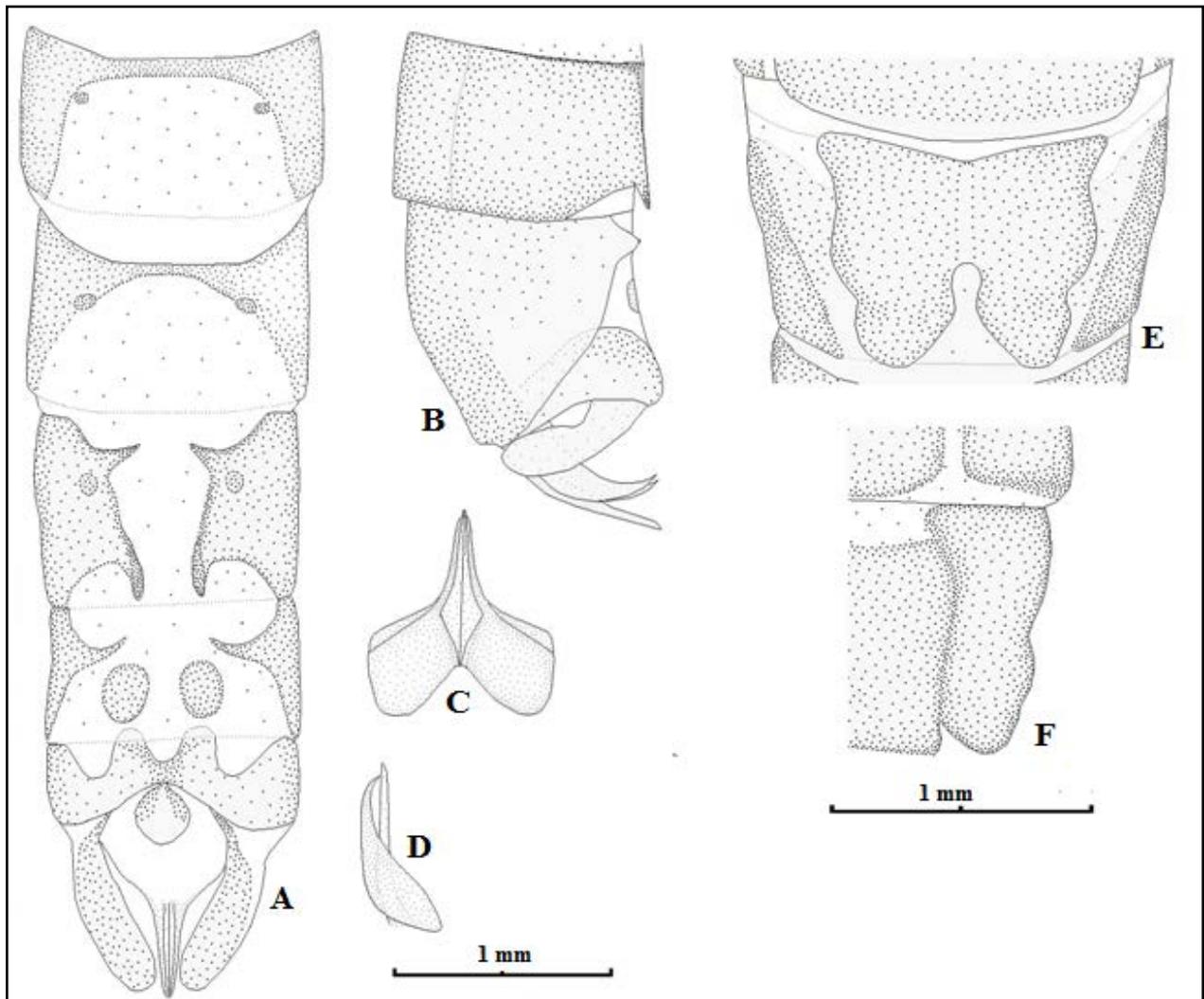
***Leuctra dhyae*** Vinçon, Yasri & Lounaci, 2013

Les organes génitaux sont décrits à partir du travail de YASRI-CHEBOUBI *et al.* (2013).

**Male** (fig. 45 A-D) : Tergite 6 avec marge antérieure membraneuse en forme de cloche et deux taches pigmentaires sur le coin antérieur interne des bords latéraux. Tergite 7 similaire, avec deux taches sombres sur le coin interne antérieur des bords latéraux. Tergite 8 avec marge antérieure membraneuse ; appendices séparés par environ  $1/5^{\circ}$  de la largeur du segment; extrémités internes de forme triangulaire, convergeant médialement. Les bords latéraux avec deux expansions digitiformes, convergeant en arrière et à peine saillie en vue latérale (fig. 45 B). Deux taches sombres présentes sur la partie antérieure des bords latéraux. Appendices du tergite 9 situés pré du tiers de la longueur du segment ; zone médiane membraneuse avec deux sclérites arrondis, séparés l'un de l'autre d'environ la largeur de l'un d'entre eux. Tergite 10 bilobé antérieurement avec une large encoche postérieure arrondie qui supporte l'épiprocte. Epiprocte arrondie, principalement membraneux, à l'exception des bandes latérales qui sont pigmentées; sa tige est très courte (fig. 45 A). Styles en forme de faux en vue latérale (fig. 45 C-D) et un petit sclérite

sous le bord postérieur de chaque base (fig. 46 C). Specilla légèrement plus longs et plus minces que les styles, rectiligne, qui deviennent plus minces vers la pointe et se terminant en pointe saillante (fig. 45 C-D). Sternite 9 sans vésicule (fig. 45 B).

**Femelle** (fig. 45 E et F) : sternite 7 large. Plaque sous-génitale presque trapézoïdale, plus longue que large, avec des bords sinueux et un gonflement médiane antérieure plus visible en vue latérale (fig. 45 F). Plaque sclérifiée à l'exception de la bande lumineuse médiane; plaque un peu plus pigmentée sur les bords que la médiane (fig. 45 E). Postérieurement, la plaque se termine par deux lobes arrondis, plus long que large, légèrement divergeant, séparés par une encoche triangulaire suivie d'une profonde incision en forme de U (fig. 45 E).



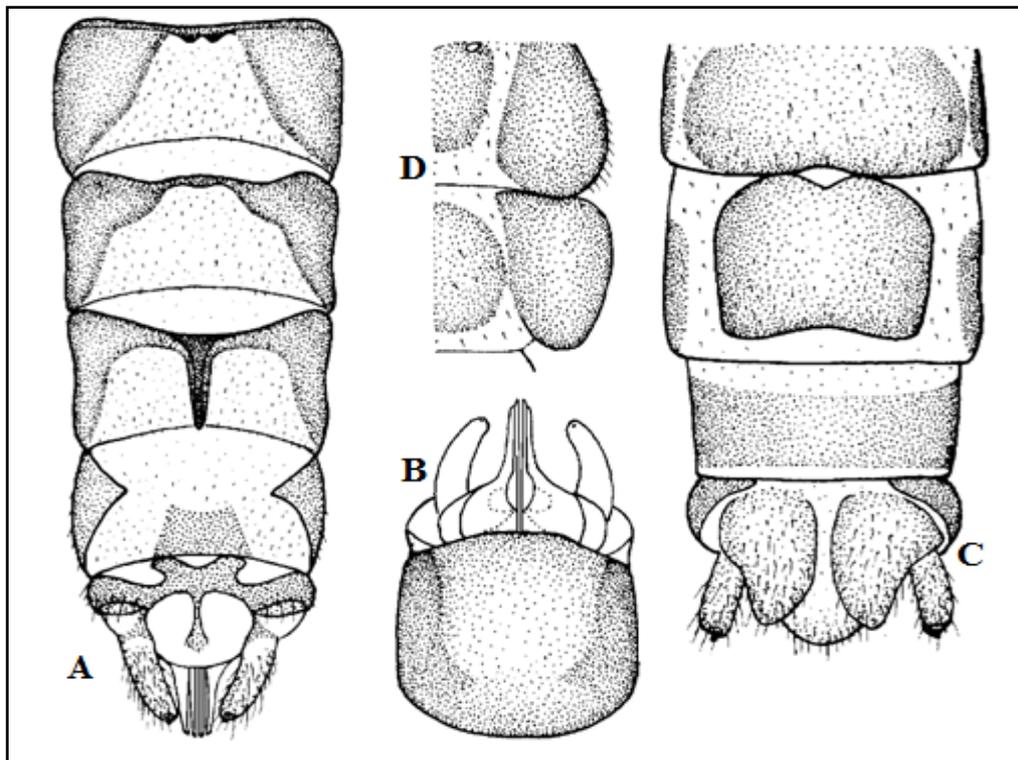
**Figure 45** : *Leuctra dhyae* : ♂. A : Abdomen, vue dorsale ; B : idem, vue latérale ; C : paraproctes, vue ventrale ; D : idem, vue latérale. ♀. E : plaque subgénitale, vue ventrale ; F : idem, vue latérale (YASRI-CHEBOUBI et al., 2013).

*Leuctra geniculata* Stephens, 1836

Les organes génitaux sont décrits à partir du travail de RAVIZZA & VINÇON (1998).

**Male** (fig. 46 A et B) : corps à pilosité normale. Pas de lamelle ventrale sur le sternite 9 ; un appendice unique médiane grand et long, en forme de baïonnette, sur le tergite 8.

**Femelle** (fig. 46 C et D) : plaque sous-génitale de forme quadrangulaire à angles arrondis et lobes non différenciés. Bord postérieur subrectiligne ou faiblement concave.



**Figure 46** : *Leuctra geniculata*. ♂. A : Abdomen, vue dorsale ; B : idem, vue ventrale. ♀. C : abdomen, vue ventrale ; D : idem, vue de profil (RAVIZZA & VINÇON, 1998).

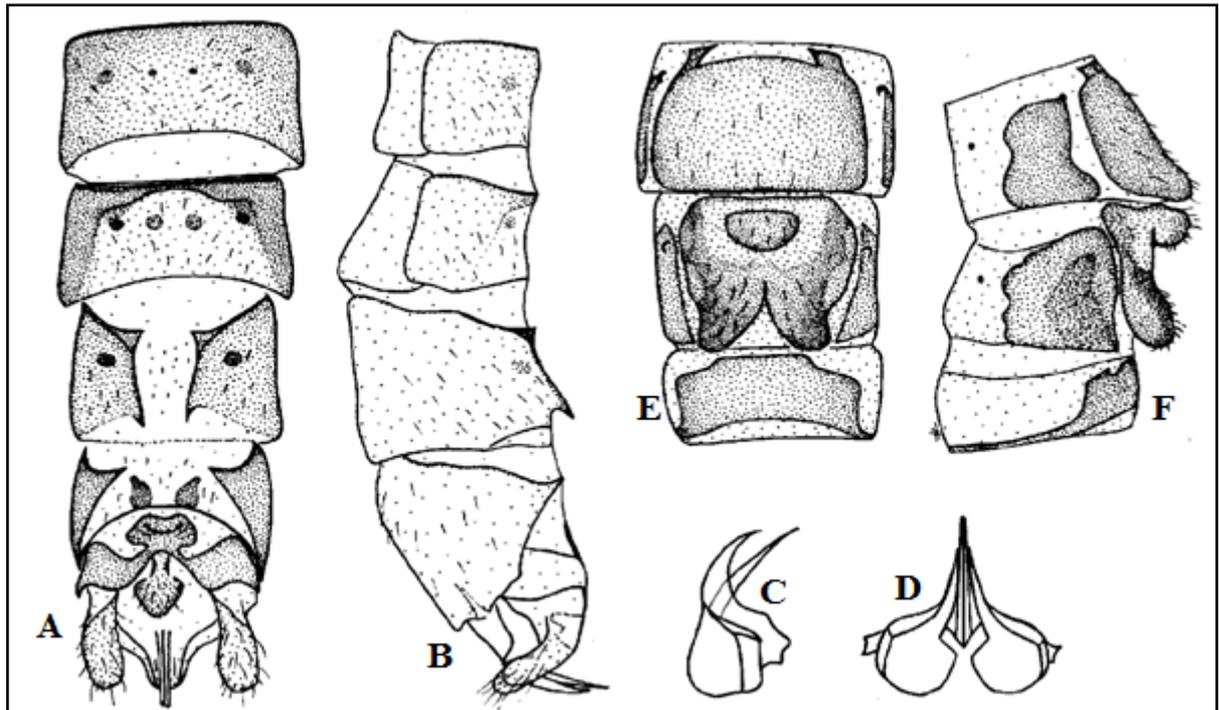
#### *Leuctra khroumiriensis* Vinçon & Pardo, 1998

Les organes génitaux sont décrits à partir du travail de VINÇON & PARDO (1998).

**Male** (fig. 47 A-D) : Tergite 6 sclérifié, marge antérieure membraneuse, pas bien délimitée en raison de ses bords latéraux diffus. Présence d'une rangée transversale de quatre taches pigmentaires (fig. 47 A). Tergite 7 similaire, mais avec une marge antérieure membraneuse en forme de cloche et bien délimitée latéralement. Tergite 8 membraneux au centre. Appendices séparés par environ  $\frac{1}{4}$  de la largeur du segment. Les bords latéraux convergeant se terminant par une expansion triangulaires pointus en vue latérale (fig. 47 B). Appendice du tergite 9 situés près de la moitié de la longueur du segment ; marge antérieure membraneuse avec deux petits sclérites rectangulaires, séparés l'un de l'autre d'environ la largeur de l'un d'entre eux. Tergite 10 bilobé antérieurement et profondément entaillé en arrière. Epiprocte en forme de cœur avec une tige courte de la même longueur (fig. 47 A). Styles en forme de faux en vue latérale (figures 47 C), avec une base arrondie et des petites sclérites latéraux sous le bord postérieur de chaque base (fig.

47 D). Specilla plus longs et plus minces que les styles, se terminant en pointe saillante. Sternite 9 sans vésicule, couvert d'une pilosité fine.

**Femelle** (fig. 47 E-F) : sternite 7 large recouvrant souvent la marge antérieure du sternite 8 (fig. 47 E-F). Plaque sous-génitale entièrement sclérifiée à l'exception de la marge antérieure qui est membraneuse. Prés du bord antérieur du sternite, une protubérance poilue bien développée visible latéralement (fig. 47 F). Postérieurement, la plaque se termine par deux lobes arrondis plus longs que larges, divergeant et séparés par une profonde encoche presque triangulaire.



**Figure 47** : *Leuctra khroumiriensis*. ♂. A : Abdomen, vue dorsale ; B : idem, vue latérale ; C : paraproctes, vue latérale ; D : idem, vue ventrale. ♀. E: abdomen, vue ventrale ; F : idem, vue latérale (VINÇON & PARDO, 1998).

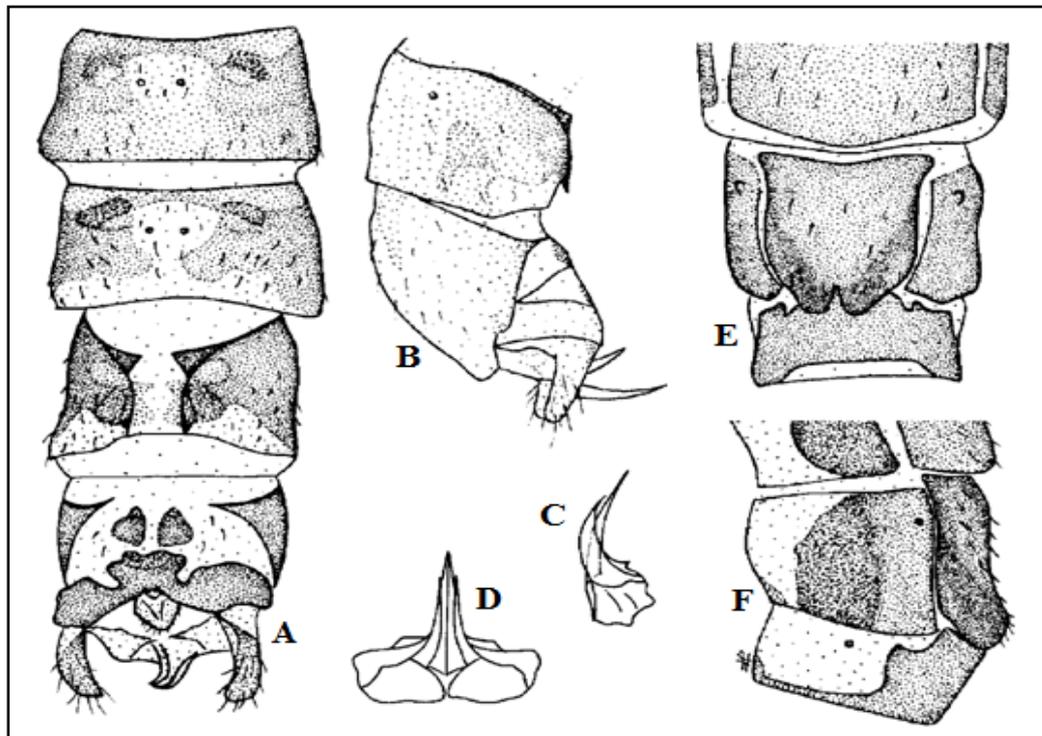
#### *Leuctra medjerdensis* Vinçon & Pardo, 1998

Les organes génitaux sont décrits à partir du travail de VINÇON & PARDO (1998).

**Male** (fig. 48 A-D) : Tergite 6 entièrement sclérifié, avec marge antérieure membraneuse, à peine sclérifiée en arrière (fig. 48 A). Cette marge n'est pas bien délimitée en raison de ses bords latéraux diffus. Présence d'une rangée transversale de quatre taches pigmentaires. Tergite 7 similaire, mais avec une marge antérieure membraneuse plus large. Appendices 8 séparés par environ  $1/8^{\circ}$  de la largeur du segment. Les bords latéraux légèrement incurvés, formant deux expansions longues et minces, se terminant en pointe. Les expansions divergeant distalement, ne faisant pas saillie en vue latérale (fig. 48 B), séparées par une plaque médiane presque membraneuse. Appendice 9 situés pré de la moitié de la largeur du segment ; marge antérieure

membraneuse avec deux petits sclérites à peu près triangulaire, étroitement séparés. Tergite 10 bilobé antérieurement et profondément entaillé en arrière. Epiprocte court en forme de diamant, latéralement sclérifié, sans tigelle (fig. 48 A). Styles en forme de faux en vue latérale (fig. 48 C), avec une base sub-rectangulaire, et des expansions latérales sclérifiées dépassant largement les bases arrière (fig. 48 D). Specilla plus longs et plus minces que les styles, dont les côtés sont presque parallèles médialement, se rétrécissant vers la pointe. Sternite 9 sans vésicule, avec quelques poils longs.

**Femelle** (fig. 48 E-F) : sternite 7 large, recouvrant la marge antérieure du sternite 8 (fig. 48 E-F). Plaque sous-génitale large, longue, aplatie en vue latérale, à l'exception des lobes postérieurs qui sont légèrement proéminents (fig. 48F). La plaque porte deux bandes latérales sclérifiées longeant les lobes et recouvertes d'une fine pilosité. Les lobes sont plus longs que larges, arrondis distalement, séparés par une encoche triangulaire.



**Figure 48** : *Leuctra medjerdensis*. ♂. A : abdomen, vue dorsale ; B : idem, vue latérale ; C : paraproctes, vue latérale ; D : idem, vue ventrale. ♀. E : abdomen, vue ventrale ; F : idem, vue latérale (VINÇON & PARDO, 1998).

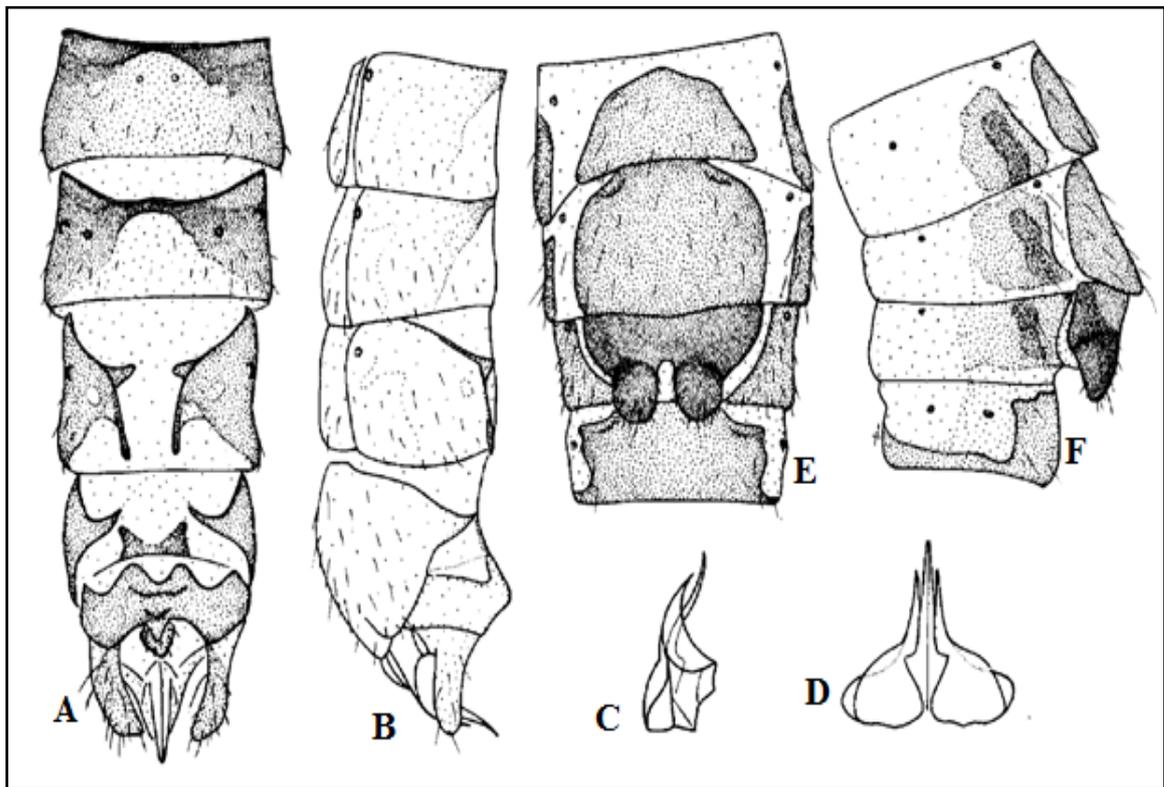
#### *Leuctra sartorii* Vinçon & Pardo, 1998

Les organes génitaux sont décrits à partir du travail de VINÇON & PARDO (1998).

**Male** (fig. 49 A-D) : appendices des tergites 6 et 7 entiers, délimités postérieurement par une marge antérieure membraneuse demi circulaire (fig. 49 A). Bords latéraux du segment 6 diffus, et

ceux du segment 7 sont bien délimités. Appendices 8 séparés par environ  $1/5^{\circ}$  de la largeur du segment. Les bords latéraux légèrement convergeant postérieurement, formant deux petites expansions, se terminant en pointe arrondie, ne faisant pas saillie en vue latérale (fig. 49 B). Appendice 9 situés pré du tiers de la largeur du segment ; marge antérieure membraneuse avec deux petits sclérites triangulaire, souvent reliés par une bande pigmentée. Tergite 10 bilobé antérieurement et profondément entaillé en arrière. Epiprocte court en forme de diamant, latéralement sclérifié, sans tigelle (fig. 49 A). Styles en forme de faux en vue latérale (fig. 49 C), avec une base triangulaire, et des expansions latérales sclérifiées situées sous le bord postérieur de chaque base (fig. 49 D). Specilla légèrement plus longs que les styles, incurvés distalement en arrière (fig. 49 C), se terminant en pointe aiguë. Sternite 9 sans vésicule, avec quelques poils longs.

**Femelle** (fig. 49 E-F) : sternite 7 large, fréquemment suspendu sur la marge antérieure du sternite 8 (fig. 49 E et F). Plaque sous-génitale courte, aplatie en vue latérale (fig. 49 F), recouverte d'une pilosité longue et fine. Centre de la plaque légèrement pigmenté, entouré par des bandes plus sclérifiées que les bords latéraux. Lobes sclérifiés arrondis distalement avec des côtés intérieurs presque parallèles, séparés par une encoche profonde en forme de U.

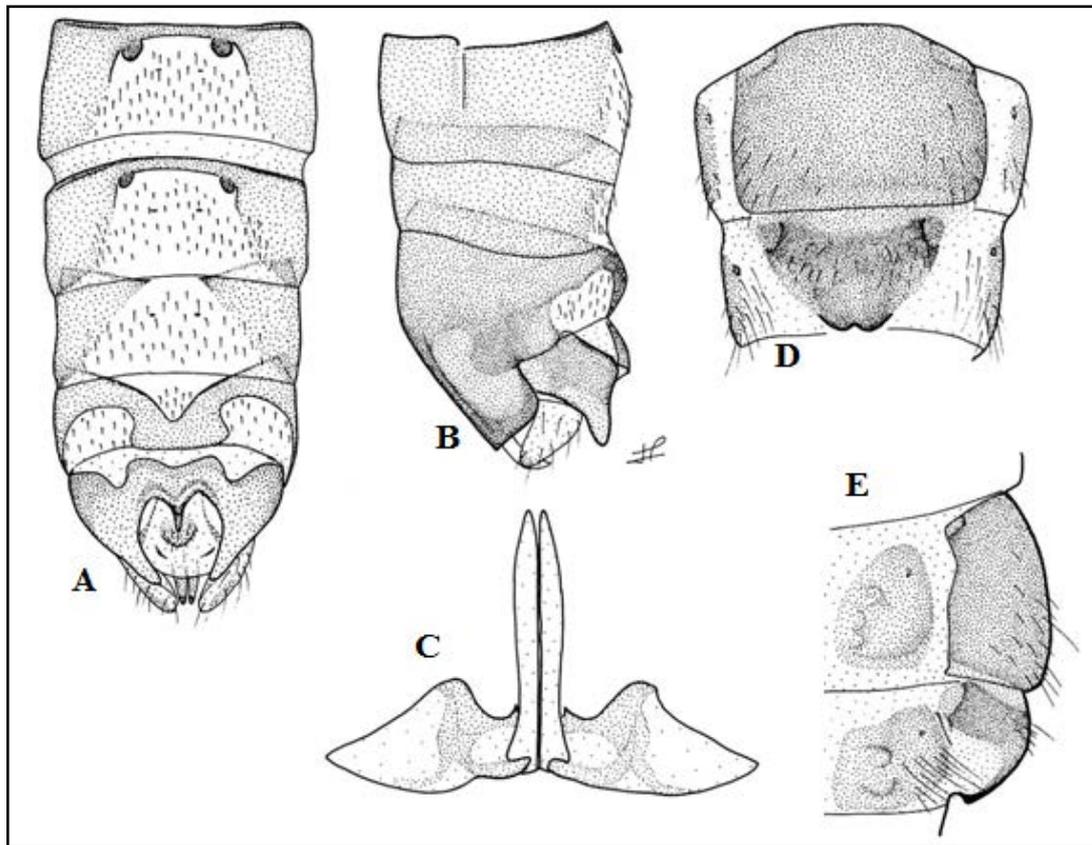


**Figure 49** : *Leuctra sartorii*. ♂. A : Abdomen, vue dorsale ; B : idem, vue latérale ; C : paraproctes, vue latérale ; D : idem, vue ventrale. ♀. E : abdomen, vue ventrale ; F : idem, vue latérale (VINÇON & PARDO, 1998).

*Leuctra tunisica* Pardo & Zwick, 1993

Les organes génitaux sont décrits à partir du travail de PARDO & ZWICK (1993).

**Male** (fig. 55 A-C) : appendices des tergites 6 avec deux bords arrondis séparés par environ trois fois et demi la largeur du segment ; ils sont très proches de la marge du segment antérieur. Derrière eux, une zone centrale membraneuse en forme de cloche, pâle, recouverte d'une fine pilosité, seule la moitié antérieure de ses côtés qui est bien définie. Tergite 7 similaire, avec des appendices plus petits, aussi largement séparés que les appendices antérieurs. Appendices 8 séparés par environ  $\frac{1}{4}$  de la largeur du segment, avec une large zone centrale triangulaire, pâle, douce, finement velu. Les bords latéraux se terminant en pointe aigüe prononcée. Appendice du tergite 9 constitués de deux bras latéraux incurvés vers l'arrière, se rejoignant au milieu pour former une barre centrale sclérifiée. Tergite 10 avec marge antérieure formée de 4 lobes, et une marge postérieure formée par deux expansions latérales sclérifiées qui s'étendent sur les bases des cerques. Epiprocte constitué d'une zone ovale sombre autour d'une tige longue sclérifiée portée par le tergite 10. Styles absents. Specilla bien développées, relativement simple. Sternite 9 sans vésicule.



**Figure 50** : *Leuctra tunisica*. ♂. A : Abdomen, vue dorsale ; B : idem, vue latérale ; C : paraprocte, vue ventrale. ♀. D : abdomen, vue ventrale ; E : idem, vue latérale (VINÇON & PARDO, 1998).

**Femelle** (fig. 50 D-E) : Sternite 7 large, avec un renflement ventral, bord postérieur moins pigmenté que le reste ; minces poils longs se localisant principalement en vue postéro-latérale. Sternite 8 large, hémisphérique, entièrement sclérifiées à la base, avec des empreintes latérales de l'insertion musculaire. Au delà de la troisième base, la sclérification se rétrécit et forme deux

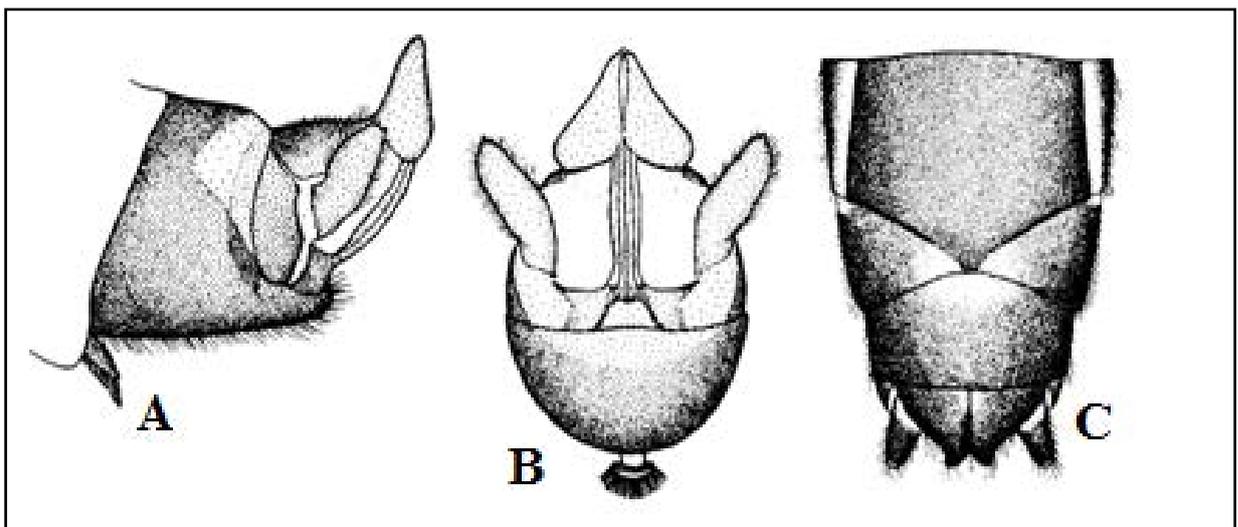
bandes paramédianes distinctes se terminant par une plaque sclérifiée bilobée. En vue de côté, l'ensemble du segment est régulièrement incurvée en demi-cercle, le bord postérieur sclérifié est dirigé obliquement vers le haut. Les bords latéraux du segment 8 avec de longs poils raides. Sternite 9 simple avec zone antéro-médiane pâle et des poils longs épars.

***Tyrrhenoleuctra tangerina*** (Navás, 1922)

Les organes génitaux sont décrits à partir du travail d'AUBERT (1963)

**Male** (fig. 51 A et B) : Tergites et sternites abdominaux entièrement chitinisés, distinctement séparés sur les segments 1 à 8. Segment 9 d'une seule pièce, la partie ventrale prolongée en un cuilleron arrondi en arrière. Lamelle ventrale assez grande, aussi large que longue, régulièrement arrondie. Tergite 10 entièrement et régulièrement chitinisé, brun foncé, plus clair sur les bords. Epiprocte piriforme en vue de profil, triangulaire en vue de l'arrière, plus large que long (le rapport largeur : longueur varie de 10 : 9 à 10 : 8). Paraproctes et specillum ressemblant à ceux du genre *Leuctra*. La partie basale des paraproctes forme une bande transversale s'élargissant de chaque côté. Les deux styles sont longs et minces, accolés aux deux branches du specillum qui sont également longues et minces. La partie terminale de l'ensemble styles-specillum est engagée dans l'épiprocte et le dépasse légèrement.

**Femelle** (fig. 51 C) : tergites abdominaux blanchâtres, membraneux avec une étroite bande médiane légèrement chitinisée. Plaque génitale (sternite 7) occupant toute la largeur du segment. Son bord postérieur est triangulaire et se prolonge jusqu'au bord postérieur du sternite 8. Qui est membraneux et blanchâtre dans sa moitié médiane. Paraproctes triangulaires, plus ou moins arrondis. Cerques cylindro-coniques.



**Figure 51** : *Tyrrhenoleuctra tangerina*. ♂. A : Abdomen, vue de profil ; B : idem, vu par l'apex.  
♀. C : abdomen, vue ventrale (AUBERT, 1963).

### Conclusion

Le but de cette étude était de réaliser un inventaire faunistique aussi exhaustif que possible sur les Plécoptères des cours d'eau d'Algérie, et d'étudier les caractéristiques des écosystèmes lotiques et la répartition des éléments de ce groupe d'insectes dans les différents cours d'eau prospectés.

Trente sept stations, réparties sur quatre grandes aires hydrographiques du Nord de l'Algérie (l'Algérois, la Kabylie, le Parc National du Belezma, le Parc National d'El Kala), entre 1680 m et 140 m d'altitude, ont été prospectées. Certaines d'entre elles présentent un écoulement permanent, d'autres subissent un assèchement plus ou moins long pendant les étés secs et d'autres coulent juste au moment de la fonte des neiges.

Le contraste, au cours du cycle annuel, des conditions climatiques, hydrologiques et thermiques constitue le principal élément qui différencie les cours d'eau algériens de la majorité des cours d'eau européens.

Les caractéristiques physiques et climatiques des cours d'eau étudiés, notamment l'irrégularité des écoulements et l'importance du réchauffement des eaux en été, se font ressentir au niveau des zones de basses altitudes 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 différentes perturbations se traduisent par la destruction des biotopes lotiques induisant de grandes variations dans la composition faunistique.

Les prospections réalisées ont permis d'inventorier un total de 3175 individus de Plécoptères appartenant à 25 espèces, 6 familles et 11 genres. Deux espèces sont nouvellement décrites (*Amphinemura berthelemyi* et *Leuctra dhyae*) et quatre sont de nouvelles citations pour l'Algérie (*Protonemura drahamensis*, *Protonemura algerica bejaiana*, *Leuctra sartorii* et *Leuctra khroumiriensis*).

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 ne sont pas importantes à 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, ce qui confirme les caractères sténotherme et rhéophile connus pour ce groupe d'insectes. Ces derniers dominent dans les biotopes d'altitude comprise entre 500 et 1300 m, en nombre d'espèces et d'individus, illustrant ainsi le caractère rhithrophile de la plupart des espèces. Inversement, les ruisseaux de haute altitude (> 1300 m) et les cours d'eau de basse altitude (< 500 m) aux conditions hydrologiques et écologiques bien différentes, n'hébergent que très peu d'espèces.

Les Nemouridae et les Leuctridae, avec 9 espèces chacune, sont de loin les familles les plus diversifiées parmi les Plécoptères recensés. Quantitativement, elles forment l'essentiel du peuplement. Elles sont les plus abondantes et les plus fréquentes, totalisant à elles seules 2455 individus, soit 77,33% du total.

La faune des Plécoptères des plus grands massifs d'Algérie est assez différente. Le peuplement des cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura, comparativement à celui des autres domaines algériens, paraît le plus diversifié (Kabylie du Djurdjura 16 espèces, Kabylie de la Soummam 10, région de l'Algérois 9, Belezma 5, El kala 9). Il se singularise essentiellement par un important contingent d'espèces qui ne sont pas représentées ou qui sont rares dans les autres zones géographiques : cas de *Perlactf. pallida*, *Amphinemura sp.*, *Nemoura sp.*, *Leuctra sp.2* qui semblent être des espèces à aire de répartition restreinte qui n'ont jamais été trouvées en dehors des cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura, et de *Leuctra geniculata*, *Eoperla ochracea*, *Afroperlodes lecerfi*, cortège d'espèces bien connues des cours d'eau du massif du Djurdjura qui s'étendent dans les régions de l'Algérois.

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

En Europe, comme en Afrique du Nord, les Plécoptères montrent, dans la plupart des réseaux hydrographiques, une nette complémentarité dans leur distribution : cas des éléments des genres *Leuctra* et *Protonemura*. Ils occupent des zones à amplitude altitudinale limitée : *Leuctra dhyaë*, *Leuctra khroumeriensis* et *Leuctra medjerdensis* sont sténothermes et alticoles (1300 – 1000 m), *Leuctra tunisica* est significative du rhithral (1000 - 810m), *Leuctra sartorii* et *Leuctra sp.1* sont des formes thermophiles et caractéristiques des cours d'eau de basse altitude (alt <500 m). Le remplacement altitudinale est tout aussi net pour les éléments du genre *Protonemura* : *Protonemura algirica algirica*, *Protonemura ruffoi* et *Protonemura sp.*, espèces à tendance sténotherme sont liées aux eaux froides et rapides de montagne, *Protonemura algirica bejaiana*, forme hémisténotherme, est caractéristique des ruisseaux de basse altitude.

Du point de vue biogéographique, la faune plécoptérologique recensée dans ce travail est composée essentiellement d'éléments d'origine paléarctique, et dominé par les éléments à distribution Ouest-méditerranéenne. Les régions les plus riches correspondent aux massifs montagneux élevés les plus humide, comme la Kabylie du Djurdjura par exemple. Son originalité est marquée par la présence d'une proportion élevée d'endémiques (48 %). La particularité la plus importante est le genre endémique *Afroperlodes*.

Un important travail taxonomique reste à effectuer sur les Plécoptères d'Algérie. La prospection de nouveaux sites enrichira certainement le présent inventaire et permettra d'élucider certains problèmes taxonomiques restés en suspens, dus essentiellement à l'absence d'adultes mâles dans nos récoltes. A terme, elle permettra de mieux connaître la répartition et l'écologie des espèces, particulièrement celles rares et localisées.

Afin de mieux comprendre la complexité des relations faune-milieu et les impacts qu'induit l'anthropisation suite aux changements socio-économiques (développement de l'agriculture, industrialisation, tourisme...), il serait utile d'initialiser à l'avenir une ou plusieurs études sur les stratégies d'échantillonnage de type orienté sur des microhabitats, exploités par les protocoles de certaines méthodes d'évaluation et de suivi de la qualité biologique des cours d'eau.

### Références bibliographiques

- AJAKANE A., 1988.** Etude hydrobiologique du bassin versant de l'oued Nfiss: biotypologie, dynamique saisonnière, impact de l'assèchement sur les communautés benthiques. Thèse Doctorat de 3<sup>e</sup> cycle, Université Cadi Ayyad, Marrakech, 189 p.
- AIT- MOULOUD S., 1988.** Essais de recherches sur la dérive des macroinvertébrés dans l'oued Aissi: faunistique, écologie et Biogéographie. Thèse de Magister, U.S.T.H.B., Alger, 118 p.
- ALIANE N., 1986.** Contribution à l'étude des Plécoptères des monts de Tlemcen. Mémoire de D.E.S., Université de Tlemcen, 51 p.
- ANGELIER E., 2000.** Ecologie des eaux courantes. Edition Tec & Doc., 197 p.
- ANGELIER E., ANGELIER M. L., & LAUGA J., 1985.** Recherches sur l'écologie des Hydracariens (Hydrachnellae, Acari) dans les eaux courantes. *Annl. Limnol.*, **21** (1) : 25-64.
- ARAB A., 1989.** Etude des peuplements d'invertébrés et de poissons appliquée à l'évaluation de la qualité des eaux et des ressources piscicoles des oueds Mouzaia et Chiffa. Thèse Magister, U.S.T.H.B., Alger, 139 p.
- ARAB A., 2004.** Recherches faunistiques et écologiques sur les réseaux hydrographiques du Chelif et du bassin du Mazafran. Thèse de Doctorat, U.S.T.H.B., Alger, 174 p.
- A.P.N.A., 2006 (Atlas des parcs nationaux algériens).** Direction Générale des Forêts, Parc national de Théniet El Had. Imprimerie Ed-Diwan, 98 p.
- AUBERT J., 1956.** Contribution à l'étude des Plécoptères d'Afrique du Nord. *Mitt. Schweiz. ent. Ges.*, **29** (4): 419-436.
- AUBERT J., 1959.** Plecoptera. *Ins. Helv. Fauna*, **1**: 1-140.
- AUBERT J., 1961.** Contribution à l'étude des plécoptères du Maroc. *Mitt. Schweiz. ent. Ges.*, **33** (4): 213-222.
- AUBERT J., 1963.** Les Plécoptères des cours d'eau temporaires de la péninsule Ibérique. *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.*, **35** (3-4) : 301–315.
- AZZOUZ M., 1996.** Los Plécopteros (Insecta, Plecoptera) del Rif (Marruecos). Faúnistica, ciclos de vida y alimentación. Thèse Doctorat es Sci., Univiversité Grenade, 220 p.

- AZZOUZ M., & SANCHEZ-ORTEGA, 1992.** *Capniopsis schelleri* (Rostock, 1892) (Plecoptera : Capniidae). Nuevo componente de la fauna de Plecopteros de Marruecos. *Zoo. Beat.*, **3** : 201.
- AZZOUZ M., & SANCHEZ-ORTEGA, 1994.** Primera captura de *Leuctra franzi paenibeatica* Sanchez-ortega y Ropero-Montero, 1993 (Insecta, Plecoptera : Leuctridae) en el norte de Africa. *Graellsia*, **50** : 167 p.
- BADRI A, 1993.** Influence des crues sur les écosystèmes lotiques du Haut Atlas (Maroc): étude des perturbations et des mécanismes de recolonisation à travers les peuplements d'algues et d'invertébrés. Thèse d'état, Université Cadi Ayyad, Marrakech, 192 p.
- BAGNOULS F., & GAUSSEN H., 1953.** Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. soc. Hist. Nat. Toulouse*, **88** : 193-239.
- BARBAULT R., 1995.** Ecologie des peuplements. Structure et dynamique de la biodiversité. 2<sup>e</sup> édition Masson, Paris-Milan-Barcelone, 273 p.
- BARBAULT R., 2008.** Ecologie générale : structure et fonctionnement de la biosphère. 6<sup>e</sup> Edition Dunod, Paris, 390 p.
- 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.
- BEJAOU M. & BOUMAIZA M., 2002.** Cycle de vie d'*Eoperla ochracea* KOLBE, 1888 (Plecoptera, Perlidae) en Tunisie. *Bull. Soc. Zoo. France*, **127 (2)** : 95-101.
- BEJAOU M., & BOUMAIZA M., 2004.** Description de la larve mature d'*Amphinemura chiffensis* Aubert, 1956 (Insecta, Plecoptera, Nemouridae) de Tunisie. *Zoo. baetica*, **15**: 69-76.
- BEJAOU M. & BOUMAIZA M., 2009.** Additional records and a new description of *Protonemura khroumeirensis* sp. n. (Plecoptera., Nemouridae) from Tunisia. *Annl. Ser. Hist. Natur.*, **19 (2)**, 167–174.
- BEJAOU M. & BOUMAIZA M., 2010.** Emergence des Plécoptères (Insecta, Plecoptera) en Tunisie. *Actes de la CIFE VI, Tra.Inst. Scien., Série Zoologie*, Rabat, **47 (1)** : 11-14.
- BEJAOU M., BOUMAIZA M., & SANCHEZ-ORTEGA A., 2003.** Première citation d'*Amphinemura chiffensis* Aubert, 1956 (Plecoptera, Nemouridae) en Tunisie. *Zool. Bae.*, **13–14** (2002–2003) : 239–240.

## Références bibliographiques

---

- BENTOUATI A., 1993.** Première approche à l'étude de la croissance et de la productivité du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le massif de Bélezma. Thèse de Magister, Université de Batna, 63 p
- BENYACOUB S., 1993.** Écologie de l'avifaune nicheuse de la région d'El Kala (Nord- Est algérien). Thèse de doctorat, Université de Bourgogne, 271 p.
- BENYACOUB S. & CHABI Y., 2000.** Synthèse : diagnose écologique de l'avifaune du Parc National d'El Kala. Vigator communication, Annaba, 98 p.
- BERG K., 1948.** Biological studies on the river Susaa. *Folia limnol. Scand.*, **4** : 1-318.
- BERRAHOU A., CELLOT B., & RICHOUX P., 2001.** Distribution longitudinale des macroinvertébrés benthiques de la Moulouya et de ses principaux affluents (Maroc), *Annl. Limnol.*, **37 (3)** : 223-235.
- BERTHÉLEMY C., 1964.** Intérêt taxonomique des oeufs chez les Perlodes européens (Plécoptères). *Bull. Soc.Hist. Nat. de Toulouse*, **99(3-4)** : 529-537.
- BERTHELEMY C., 1973.** Données préliminaires sur les Plécoptères de Tunisie. *Vehr. Internat. Verein. Limnol.*, **18** : 1554-1548.
- BERTHELEMY C. & GONZALEZ DEL TANAGO M. G., 1983.** Les Taeniopterygidae du bassin du Duero (Insecta: Plecoptera). *Annl. Limnol.*, **19 (1)** : 9-16.
- BOUMAIZA M., 1994.** Recherches sur les eaux courantes de tunisie : faunistique, écologie et biogéographie. Thèse Docteur ès-sciences, Université Tunis II, 429 p.
- 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 d'Etat, Université d'Aix-Marseille III, 190 p.
- BOUZIDI A. & GUIDECCELLI J., 1994.** Ecologie et distribution spatiale des macroinvertébrés des eaux courantes du Haut Atlas marocain. *Rev. Fac. Sci. Marrakech*, **8** : 23-43.
- CAILLEUX A., 1954.** Limites dimensionnelles des noms des fractions granulométriques. *Bull. Soc. Géol. France*, **4** : 643-646.
- CHAUMONT M. & PAQUIN C., 1971.** Note explicative de la carte pluviométrique de l'Algérie au 1/5000.000<sup>e</sup>. Alger : *Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*. 24 p.
- CHERGUI H., CHAVANON G., BERRAHOU A. & MELHAOUI M., 1990.** A propos des Plécoptères du Maroc Oriental. *Bull. Inst. Scie. de Rabat*, **14** : 51-53.

## Références bibliographiques

---

- CONSIGLIO C. 1957.** Contributo alla conoscenza del Plecotteri di Sardegna. *Estratto della Mem. del Soc. Ent. Italiana.* **36** : 31-44.
- CONSIGLIO C. 1961.** Plecotteri di Sicilia e d'Aspromonte e classificazione delle *Isoperla* Europee. *Estr. Mem. Mus. Civ. Stor. Nat.*. Verona, **9**: 173-196 + pl. 1.
- CONSIGLIO C., 1963.** Plecotteri delle isole del Mediterraneo. *Moni.e Aool. Italiano*, **70-71** : 147-158.
- CONSIGLIO C., 1979.** La distribuzione dei Plecotteri italiani. *Lav. Soc. Ital. Biogeog., Italiana*, **6** : 383-393.
- CONSIGLIO C., 1980.** Plecotteri - Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne Italiane. C.N.R. Roma, **9** : 68 p.
- DAJOZ R., 1979.** Précis d'écologie. Edition Gauthier Villard, Paris, 549 p.
- DAJOZ R., 1985.** Précis d'écologie : Ecologie fondamentale et appliquée. 5<sup>o</sup> Edition Gauthier Villard, Paris, 505 p.
- DAJOZ R., 2000.** Précis d'écologie. 7<sup>o</sup> Edition Dunod, Paris, 615 p.
- DAJOZ R., 2006.** Précis d'écologie. 8<sup>o</sup> Edition Dunod, Paris, 630 p.
- DAKKI M. 1979.** Recherches hydrobiologiques sur un cours d'eau du Moyen Atlas (Maroc). Thèse Doctorat 3<sup>o</sup> cycle, Université Aix Marseille III, 126 p.
- DAKKI M., 1987.** Ecosystèmes d'eau courante du Haut. Sébou (Moyen Atlas) : études typologiques et analyses écologiques et biogéographiques des principaux peuplements entomologiques. *Trav. Inst. Sci.*, Rabat, **42** : 99 p.
- DE BELAIR G., 1990.** Structure, fonctionnement et perspective de gestion de quatre écosystème lacustres et marécageux (El Kala, Algérie), extrême orientale. Thèse de doctorat, Université de Montpellier II, 193p.
- DEGANI A. & WIENER E. L., 1993.** Cockpit checklists: Concepts, design, and use Human Factors. *Jou. Hum. Fac. and Ergon. Soc.*, **35(2)**, 345-359.
- DESPAX R., 1951.** Plécoptères, Faune de France, Paris, Lechevalier, **55** :1-280.
- EL AGBANI M.A., 1984.** Le réseau hydrographique du bassin versant de la Rivière Bou Regreg (plateau central marocain) : Essai de biotypologie. Thèse Doctorat de 3<sup>o</sup> cycle. Université Claude Bernard, Lyon I, 147 p.

- EL AGBANI M.A., 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.
- ERROCHDI, S. & M. EI ALAMI. 2008.** Contribution à la connaissance des Plécoptères (Insecta: Plecoptera) du réseau hydrographique Laou (Maroc nord-occidental). *Trav. Inst. Sci.*, Rabat, **5** : 37-45.
- ERROCHDI S., VINÇON G., & EL ALAMI M., 2014 (a).** Contribution to the Knowledge of the Rifan Stoneflies (Morocco). *Mitt. Schweiz. ent. Ges.*, **87**: 25-40.
- ERROCHDI S., EI ALAMI M., VINÇON G., ABDAOUI A. & GHAMIZI M., 2014 (b).** Contribution to the Knowledge of Moroccan and Maghrebin Stoneflies (Plecoptera). *Zootaxa*, **3838** (1): 46-76.
- FAURIE C., FARRA C., MEDORI P., DEVAUX J. & HEMPTINNE J. L., 2012.** Ecologie : Approche scientifique et pratique. 6<sup>e</sup> Edition Tec & Doc, Paris, 488 p.
- FEELEY H., BAARS J. R. & KELLY-QUINN M., 2009.** The life history of *Perla bipunctata* Pictet, 1833 (Plecoptera: Perlidae) in the upper River Liffey, Ireland. *Aqua. Insec.*, **31**(4) : 261-270.
- FERRITO V., 1994.** Les macroinvertébrés benthiques de la rivière Simeto (Sicile) et de quelques-uns de ses affluents. *Annls. Limnol.-Inter. Jour. Limnol.*, **30** (1) : 33-56.
- FLANDRIN J., 1952.** La chaîne du Djurdjura : monographies régionales. 19<sup>e</sup> Congrès géologique international, 1<sup>ère</sup> série 19 : 1-49.
- FOCHETTI R. & TIERNO DE FIGUEROA J. M., 2008.** Fauna d'Italia : Plecoptera. Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio, Calderini, **43** : 339 p.
- GAGNEUR J., & ALIANE N., 1991.** Contribution à la connaissance des Plécoptères d'Algérie. In : '*Overview and Strategies of Ephemeroptera and Plecoptera*' Grainesville. *San. Cra. Press.*, 311–324.
- GELARD J.P., 1979.** Géologie du Nord-Est de la Grande Kabylie (Algérie). Thèse Docteur es-Science, Université de Dijon, 335p.
- GENIN, B., CHAUVIN C. & MENARD F., 2003.** Cours d'eau et indices biologiques – Pollutions – Méthodes –IBGN. 2<sup>e</sup> Edition Educagri, 221 p.
- GIUDICELLI J., & DAKKI M., 1984.** Les sources du Moyen-Atlas et Rif (Maroc) : faunistique (description de deux espèces de Trichoptères), écologie, intérêt biogéographique. *Bijd. Dierk.*, **54** (1) : 83-100.

## Références bibliographiques

---

- GLANGEAUD L., 1952.** Histoire géologique de la province d'Alger. 19 congrès géol. *Inter.* Monographies régionales, Algérie 1<sup>ère</sup> série, n°25.
- GUEROLD F., VEIN d., & JACQEMIN G., 1991.** Les peuplements d'éphéméroptères, de plécoptères et de trichoptères des ruisseaux acides et non acides du massif vosgien : première approche. *Rev. Sci.Eau*, **4** : 299-314.
- GUYOT G., 1999.** Climatologie de l'environnement. 2<sup>o</sup> Edition Dunod, Paris, 525 p.
- HALIMI A., 1980.** L'Atlas Blidéen. Climat et étages végétaux. Office des publications univesitaires. Alger. 523p.
- HAOUCHINE S., 2011.** Recherche sur la faunistique et l'écologie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie. Mémoire de Magister, U.M.M. Tizi Ouzou, 116 p.
- HYNES H.B.N., 1970.** The ecology of running waters. University of Toronto Press, Toronto, Ontario, Canada, 555 p.
- HYNES H.B.N., 1976.** Biology of Plecoptera. *Ann. Rev.Entomo.*, **21**: 135–153.
- ILLIES J., 1978.** Plecoptera. In: Illies, J. (Ed.), *Limnof. Eur.*, **2** : 264–273.
- ILLIES J., & BOTOSANEAU L., 1963.** Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes considérées surtout du point de vue faunistique. *Mitt. Int. Verein. Théor. Angew. Limnol.*, **12** : 1-57.
- JACOBSEN D., SCHULTZ R. & ENCALADA A., 1997.** Structure and diversity of stream invertebrate assemblages: the influence of temperature with altitude and latitude. *Freshwat. Biol.*, **38** (2): 247-261.
- JOLEAUD L., 1936.** Etude géologique de la région de Bône et de la Calle. *Bull. serv. Carte géolog.* Algérie, Imp. Typo – Litho et Cie, Alger, 2<sup>o</sup> série, n°12, 185 p., 4 pl, 25 fig et tab.
- LAFITTE R., 1939.** Structure et relief des Aures (Algérie). *Bull. 'Asso. Géogr. Franç.*, **119** : 34-40.
- LAVANDIER P., 1979.** Ecologie d'un torrent pyrénéen de haute montagne: l'Estaragne. Thèse de Doctorat es Sciences, Université de Toulouse, 532 p.
- LESTAGE J.A., 1925.** Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères recueillis en Algérie par M.H Guathier et liste des espèces connues actuellement de l'Afrique du Nord. *Bull. Soc. Hist.Nat. Afrique Nord*, **16** : 8-18.

## Références bibliographiques

---

- LOUNACI A., 1987** – Recherches hydrobiologiques sur les peuplements d’invertébrés benthiques du bassin de l’oued Aissi (Grande Kabylie). Thèse Magister, Université d’Alger, 133 p.
- LOUNACI A., 2005.** Recherches sur la faunistiques, l’écologie et la biogéographie des macroinvertébrés des cours d’eau de Kabylie (Tizi Ouzou, Algérie). Thèse de Doctorat d’Etat. U.M.M. Tizi Ouzou, 209 p.
- LOUNACI A., & VINCON G., 2005.** Les Plécoptères de la Kabylie du Djurdjura (Algérie) et biogéographie des espèces d’Afrique du Nord [Plecoptera]. *Ephemera*, **6(2)**: 109-124.
- LOUNACI A., BROSSE S., THOMAS A., & LEK S., 2000 (a).** Abundance, diversity and community structure of macroinvertebrates in an algérian stream : the Sebaou wadi. *Annlis Limnol.*, **36 (2)** : 123-133.
- LOUNACI A., BROSSE S., AIT MOULOUD S., LOUNACI-DAOUDI D., MEBARKI N. & THOMAS A., 2000 (b).** Current knowledge of benthic invertebrate diversity in an Algerian stream : a species check list of the Sebaou River basin (Tizi-ouzou). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **136** : 43-55.
- LOUNACI-DAOUDI D., 1996.** Travaux sur la faunistique, l’écologie et la biogéographie des insectes aquatiques du réseau hydrographique du Sébaou. Thèse Magister, U.M.M. Tizi Ouzou, 152 p.
- MARRE A., 1987.** Etude géomorphologique du Tell Oriental Algérien de Collo à la frontière tunisienne. Université Aix-Marseille II U.E.R. de géographie, 559 p+cartes.
- MATHURIAU C., 2002.** Les macroinvertébrés des cours d'eau andins du Sud-Ouest de la Colombie: écologie et bioindication. Doctoral dissertation, Toulouse 3, 309 p.
- MEBARKI M., 2001.** Etude hydrobiologique de trois réseaux hydrographique de Kabylie (Parc National du Djurdjura, oued Sébaou et oued Boghni) : faunistique, écologie et biogéographie des macroinvertébrés benthiques. Thèse de Magister. U.M.M. Tizi Ouzou, 178 p.
- MEINANDER M., 1967.** A collection of Plecoptera from Morocco. *Not. Entomo. Hels.*, **48**: 45–46.
- MINSHALL G.W., 1984.** Aquatic insect substratum relationships. ‘*the ecology of aquatic insects*’. *Resh V.H. & Rosenberg D.M., Praeger*, New York, 358-400 p.
- MIRON J., 1972.** Note sur les Plécoptères du Maroc. *Bull. Soc. Sci. Nat. et Phys. du Maroc*, Rabat, **52 (3–4)** : 215–218.

## Références bibliographiques

---

- MIRON I., & ZWICK P., 1972.** Un nouveau genre de Plécoptère du Haut-Atlas marocain. *Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc*, **52 (3-4)** : 219-225.
- MOHATI A., 1985.** Recherches hydrobiologiques sur un cours d'eau du Haut Atlas de Marrakech (Maroc): L'oued Ourika, écologie, biotypologie et impact des activités humaines sur la qualité des eaux. Thèse de 3<sup>o</sup> cycle, Université Cadi Ayyad, Marrakech, 108 pp.
- NAVAS L., 1929.** Insectes névroptères et voisins de Barbarie. Plécoptères. *Bull.Soc.His. Nat. de l'Afrique du Nord*, **20** : 228–230.
- OSCOZ J. & DURÁN C., 2004.** Contribución al conocimiento de los plecópteros (Insecta: Plecoptera) en la cuenca del Ebro. *Cien. Natur.*, **55**: 183-196
- OULMOUHOUB S., 2005.** Gestion multi-usage et conservation du patrimoine forestier : cas des subéraies du Parc National d'El Kala (Algérie). Thèse de Master. Université de Montpellier, 129 p.
- PARDO I. & ZWICK P., 1993.** Contribution to the knowledge of Mediterranean *Leuctra* (Plecoptera, Leuctridae). *Mitt. Schweiz. ent. Ges.*, **66**: 434-471.
- P.A.C., 2005 (Programme d'Aménagement Côtier).** "Zone côtière algéroise"Activité: Gestion intégrée de la zone côtière, Rapport de synthèse final, 126 p
- QUEZEL P., 1957.** Le peuplement végétal des hautes montagnes d'Afrique du Nord. *Encycl. Biogéogr. Ecol.*, Edition le Chevalier, Paris : 463 p.
- RAMADE F., 2003.** Éléments d'écologie: Écologie fondamentale. 3<sup>o</sup> édition Dunod, Paris, 690 p.
- RAVIZZA C. & GERECKE R., 2003.** A review of the distribution of Plecoptera on Sicily. *Mem. Del. Soc. Entom. Ita.*, **70 (2)** : 9-31.
- RAYMOND D., 1976.** Evaluation sédimentaire et tectonique du Nord-Ouest de la Grande Kabylie au cours du cycle alpin. Thèse de Doctorat d'Etat, Paris, 154 p.
- RIVOIRARD R., 1952.** Données sur l'hydrogéologie Algérienne : Aperçu sur l'hydrogéologie de la Mitidja. 19<sup>o</sup> congrés géol. *Inter.*, Alger, **2** : 61-70.
- RODIER J., 1996.** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8<sup>o</sup> Edition Dunod, Paris, 1383 p.
- RUFFONI A., 2009.** Contribution à la connaissance des Plécoptères du Morvan-année 2007 (Insecta : Plecoptera). *Rev. Sci.*, Bourgogne-Nature, **9** : 27-34.

- SÁNCHEZ-ORTEGA A., & AZZOUZ M., 1997.** *Leuctra ketamensis*, a new species of Leuctridae from northern Africa (Insecta, Plecoptera). *Aqua. Ins.*, **19** (4) : 247-249.
- SÁNCHEZ-ORTEGA A. & AZZOUZ M., 1998.** Faunistique et phénologie des Plécoptères (Insecta, Plecoptera) du Rif marocain (Afrique du Nord) : Relations avec les autres aires de la région méditerranéenne occidentale. *Mitt. Schweiz. ent. Ges.*, **71**, 449–461.
- SÁNCHEZ-ORTEGA A. & TIerno J. M., 1996.** Current situation of stonefly fauna (Insecta: Plecoptera) in the Iberian Peninsula and the Balearic Islands. *Mitt. Schweiz. ent. Ges.*, **69**: 77-94.
- SÁNCHEZ-ORTEGA A., BAENA M., LUZÓN-ORTEGA, J. M. & TIerno DE FIGUEROA J. M., 2002-2003.** Contribución al conocimiento de los Plecópteros (Insecta, Plecoptera) de las Sierras Subbéticas Cordobesas y Sierra Morena (España). *Zool. Baetica*, **13**(4) : 111-129.
- SEKHI S., 2010.** Recherches sur la faunistique et l'écologie des macro-invertébrés des cours d'eau Tiout, Hadjadj et Moghrar (wilaya de Naâma). Mémoire de Magister, U.S.T.H.B. Alger, 118 p.
- SELTZER P., 1946.** Le climat de l'Algérie. *Trav. Inst. Meteor. Phys. Du Globe*, Université d'Alger. Fascicule hors série : 219 p.
- SHANNON C. E., & WEAVER W., 1963.** The mathematical theory of communication. Unbane : University of Illinois press : 117 p.
- SIVÉC I. & STARK B., 2002.** The Species of *Perla* (Plecoptera: Perlidae): Evidence from Egg Morphology. *Scopolia*, **49** : 1–33.
- SI ZOUBIR L., 1994.** Voyage au bout des peurs algériennes. *Le Monde diplomatique* : 18-19.
- TACHET H., RICHOUX P., BOURNAUD M., & USSEGLIO-POLATERRA P., 2000.** Invertébrés d'eau douce. *Systématique, biologie, écologie*. CNRS Editions, Paris, 577 p.
- THIEBAULT J., 1952.** Socle métamorphique en Grande Kabylie : Monographie régionale ; 19° Congrès géologique international, Algérie, **1**(4) : 43 p.
- TIERNEY 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.

- TIERNO DE FIGUEROA J. M., MARFIL-DAZA C. & LOPEZ-RODROGUEZ M.J., 2005.** *Perla bipunctata* Pictet, 1833 (Plecoptera, Perlidae) en el sur de la Península Ibérica. *Zool. baetica*, **16** : 161–163.
- TIERNO DE FIGUEROA J.M., PEREZ T. & SANCHEZ-ORTEGA A., 1996.** Composición faunística y fenología de los Plecópteros (Insecta, Plecoptera) de la Serranía de Ronda (Málaga). *Bol. Asoc. Esp. Entomo.*, **20** (3–4), 47–58.
- TIERNO DE FIGUEROA J. M., SÁNCHEZ-ORTEGA A., MEMBIELA IGLESIA P. & LUZON-ORTEGA J. M., 2003.** Plecoptera. *Faun. Iberica*, **22**:1-404.
- TOUABAY M ., AOUAD N., & MATHIEU J., 2002.** Etude hydrobiologique d'un cours d'eau du Moyen-Atlas : l'oued Tizguit (Maroc). *Annls. Limnl.*, **38** (1) : 65-80.
- TRENOUS J. Y., 1961.** Contribution à l'étude hydrogéologique de la plaine de la Mitidja. Thèse de docteur 3<sup>e</sup> cycle. Université de Paris : 1-20 pp.
- UBERO-PASCAL N. A., PUIG M. A., & SOLER A. G., 1998.** Los Plecópteros (Insecta, Plecoptera) de la cuenca del río Segura (SE de España) : estudio faunístico. *Graellsia*, **54** : 9-17.
- VINÇON G., 1996.** Les plécoptères des Alpes francaises. *Mitt. Schweiz. ent. Ges.*, **69** : 61-76.
- VINÇON G., 2012.** *Leuctra delmastroi* sp. n., a new Alpine species, with comments on the micro-endemism in the *Leuctra* genus in the southwestern Alps (Plecoptera, Leuctridae). *Mitt. Schweiz. ent. Ges.*, **85** : 201–208.
- VINÇON G. & GRAF W., 2011.** Two new alpine *Leuctra* in the *L. braueri* species group (Plecoptera, Leuctridae). *Illiesia: Int. Jour. Ston. Res.*, **7(9)** : 92-103.
- VINÇON G. & MURANYI D., 2009.** Contribution to the knowledge of the *Protonemura corsicana* species group, with a revision of the north African species of the *P. talboti* subgroup (Plecoptera: Nemouridae). *Illiesia*, **5** (7) : 51-79.
- VINÇON G., & PARDO I., 1998.** Three new *Leuctra* Species from Tunisia (Plecoptera, Leuctridae). *Aqu. Insects*, **20** : 109-123.
- VINÇON G. & PARDO I., 2004.** The Stoneflies (Plecoptera, Insecta) of the northwestern Iberian Peninsula. *Annls. Limnol.-Inter. Jour.Limnol.*, **40** (1) : 43-62.
- VINÇON G. & PARDO I., 2006.** A new species of *Protonemura* from Tunisia: *Protonemura drahamensis* sp. n. (Insecta: Plecoptera). *Nouv. Rev. Entomo.*, **22** (4) : 365-368.

## Références bibliographiques

---

- VINÇON G., & SÁNCHEZ-ORTEGA A., 1999. *Protonemura berberica*. A new species of Nemouridae from North Africa (Plecoptera). *Aqua. Insects*, **21** (3) : 231-234.
- VINÇON G., EL ALAMI M. & ERROCHDI S. 2014. Contribution to the knowledge of the Moroccan High and Middle Atlas stoneflies (Insecta, Plecoptera). *Illiesia*. **10** (3): 17-31.
- WILLIAMS D. D., & FELMATE B. W., 1992. Aquatic insects. Cab International, [Wallingford](#) UK, 358 p.
- WOHL D.L., WALLACE J.B. & MEYER J.L., 1995. Benthic macroinvertebrate community structure, function and production with respect to habitat type, reach and drainage basin in the southern Appalachians (U.S.A.). *Freshwat. Biol*, **34** (3) : 447-464.
- YAKOUB B., 1996. Le problème de l'eau en Grande Kabylie, le bassin versant du Sebaou et de la wilaya de Tizi ousou. U..M.M. Tizi Ouzou, 210 p.
- YASRI N., 2009. Diversité, écologie et biogéographie des macroinvertébrés de quelques affluents du Mazafran. Mémoire de Magister, U.S.T.H.B. Alger, 96 p.
- YASRI N., VINÇON G. & LOUNACI A., 2013. A new *Amphinemura* from Central Maghreb (Algeria, Tunisia): *A. berthelemyi* sp. n. (Plecoptera: Nemouridae). *Mitt. Schweiz. ent. Ges.*, **86** : 25-33.
- YASRI-CHEBOUBI N., VINÇON G. & LOUNACI A., 2013. A review of the Algerian Leuctridae with the description of *Leuctra dhyae* sp. n. from central Algeria (Plecoptera: Leuctridae). *Mitt. Schweiz. ent. Ges.*, **86** : 175–18
- YASRI-CHEBOUBI N., VINÇON G. & LOUNACI A., 2016. The Nemouridae from Algeria (Insecta: Plecoptera). *Zoosystema*, **38** (3): 295-308.
- ZOUGGAGHE F. & MOALI, A., 2009. Variabilité structurelle des peuplements de macroinvertébrés benthiques dans le bassin versant de la Soummam (Algérie, Afrique du Nord). *Rev. Écol. (Terre Vie)*, **64** (4) : 305-321.
- ZWICK P., 1972. Plecoptera aus dem Mittelmeergebiet, vor allem aus Portugal und Spanien. *Ciênc. Biológica*, **1** : 7 - 17.
- ZWICK P., 1980. Plecoptera. *Hand. Zoolo.*, Berlin, **4** (2) : 1 – 111.
- ZWICK P., 1984. Geographische Rassen und Verarbeitungsgeschichte von *Capnopsis schelleri* (Plecoptera : Capniidae). *Dt. Entom. Z.*, **31** (1-3) : 1-7.

## Annexes

Annexe 1-a : Précipitations moyennes annuelles (mm) des régions d'étude : période 2003-2012 (source : ONM de Dar El Beida).

Année	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Médéa	684,29	614,4	570,57	744,75	842,49	627,58	753,63	776,23	853,7	787,68
Blida	608,85	658,84	659,45	756,98	837,29	694,67	641,59	849,59	852,81	820,19
Tizi Ouzou	832,62	748,83	485,93	667,04	1125,25	648,74	1017,77	778,83	852,94	748,02
Béjaia	871,23	789,92	800,74	630,92	888,97	678,7	1015,7	779,71	788,91	1373,41
Batna	603,49	591,61	259,83	358,9	263,38	322,09	337,05	271,81	362,19	176,8
El Kala	570,97	800,88	668,37	427,01	460,35	647,31	696,24	658,9	767,9	717,82

Annexe 1-b : Précipitations moyennes mensuelles (mm) des régions d'étude: période 2003-2012 (source : ONM de Dar El Beida).

Régions	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Spembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Médéa	72,54	105,41	74,34	81,3	68,96	6,95	5,2	7,13	37,72	58,54	112,38	95,02	725,49
Blida	67,8	95,48	68,49	76,79	62,42	6,12	3,2	8,03	49,03	62,14	140,4	98,12	738,02
Tizi Ouzou	93,88	94,72	86,56	99,79	65,94	10,82	3,07	5,61	35,89	69,26	127,8	109,71	803,05
Béjaia	117,69	115,3	69,83	79,18	45	21,03	2,23	8,07	88,8	78,51	115,64	119,96	861,24
Batna	35,48	27,66	29,84	53,33	41,73	23,7	5,41	11,8	34,49	24,69	26,67	39,88	354,68
El Kala	85,89	92,94	55,58	59,89	25,53	6,13	1,01	3,56	54,96	49,75	96,49	112,34	644,07

Annexe 2 : Températures moyennes mensuelles des régions d'étude: période 2003-2012  
(source : ONM de Dar El Beida).

Régions	Températures	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Spembre	Octobre	Novembre	Décembre
Médéa	M	4,14	3,72	6,55	9	12,98	18,36	22,16	21,59	16,97	13,53	8,55	4,83
	M	9,34	9,23	13,33	16,45	21,33	27,57	32,77	32,06	26,19	21,22	13,37	9,76
	T	6,74	6,47	9,94	12,72	17,15	22,97	27,47	26,83	21,58	17,37	10,96	7,29
Blida	M	4,8	4,26	9,17	11,76	15,05	19,5	23	22,9	19,29	15,31	10,62	5,53
	M	13,23	12,91	15,45	18,42	21,58	27,1	31	31,2	26,31	23,08	16,97	13,98
	T	9,01	8,58	12,31	15,09	17,61	23,3	27	27,05	22,8	19,2	13,79	9,75
Tizi Ouzou	M	6,68	6,63	8,77	12,26	14,21	18,21	21,72	21,88	18,65	15,6	11,54	7,96
	M	15,34	15,79	18,16	21,4	26,12	32,02	35,94	36,19	32,16	27,25	20,96	16,31
	T	11,01	11,21	13,46	16,83	20,16	25,11	28,83	29,04	25,4	21,42	16,25	12,13
Béjaia	M	7,14	6,79	9,02	11,5	14,42	18,94	21,11	21,54	18,86	16,22	12,04	8,79
	M	16,47	16,31	18,81	21,13	23,39	26,49	30,29	31,64	28,49	25,94	21,56	18,37
	T	11,8	11,55	13,92	16,13	18,9	22,72	25,7	26,59	23,68	21,08	16,8	13,58
Batna	M	-0,23	0,89	3,6	6,16	9,45	14,33	17,65	17,3	13,69	9,95	4,94	0,99
	M	12,1	12,74	17,2	20,74	25,84	32,24	36,82	32,68	29,29	24,47	17,99	12,79
	T	5,93	6,81	10,4	13,45	17,64	23,28	27,24	24,99	21,49	17,21	11,46	6,89
El Kala	M	8,92	8,19	10,21	13,06	15,13	18,43	21,79	21,63	20,48	16,8	13,18	10,34
	M	15,9	15,62	17,85	20,39	23,97	27,89	30,9	31,92	28,29	26,03	20,66	16,81
	T	12,41	11,9	14,03	16,72	19,55	23,16	26,35	26,78	24,38	21,41	16,92	13,57

**m** : moyenne des minima (°C), **M** : moyenne des maxima (°C) et **T** : températures moyennes (°C).

Annexes

**Annexe 3** : Abondances et occurrences des Plécoptères dans les stations étudiées (les chiffres indiquent l'abondance moyenne par 0,09 m<sup>2</sup>).

Abond : abondance, Rs : ichesse spécifique.

Nom entier des espèces	Espèces	Algérois									Kabylie Djurdjura									Kablie Soummam						
		O. Mazafran			O. El Harrach			O. Aissi						R.A. Thala Guilef			O. Daas			O. Zitoun						
		Mou	Bel	Chi	Lak	Bou	Ben	Ha1	Bad	D1	D2	TK1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	TG1	TG2	TG3	Ad1	Ad2	Ad3	Ak1	Ak2
<b>F. Perlodidae (1)</b>																										
<i>Afroperlodes lecerfi</i>	<i>Afle</i>	6							6	17				3		90	3				3					
<b>F. Perlidae (2)</b>																										
<i>Eoperla ochracea</i>	<i>Eooch</i>	52		3	8	5	4		7							20	15									
<i>Perla cf. pallida</i>	<i>Pepal</i>									113			8	5	10											
<b>F. Taeniopterygidae (2)</b>																										
<i>Brachyptera algirica</i>	<i>Bralg</i>									19													3	3		
<i>Brachyptera auberti</i>	<i>Braub</i>										3	5							7		3	3				
<b>F. Nemouridae (9)</b>																										
<i>Amphinemura berthelemyi</i>	<i>Amber</i>			15			3														3					3
<i>Amphinemura sp.</i>	<i>Amsp</i>								30						3											
<i>Protonemura algirica algirica</i>	<i>Pralg</i>											60	70						3					3	7	
<i>Protonemura algirica bejaiana</i>	<i>Prbej</i>																									
<i>Protonemura drahemensis</i>	<i>Prdra</i>																									
<i>Protonemura talboti</i>	<i>Prtal</i>	4	3	4	4	5	8	4																		
<i>Protonemura ruffoi</i>	<i>Prruf</i>									3	50	50	30	3				80		11		23	3			
<i>Protonemura sp.</i>	<i>Prsp</i>								8	50	80								3							
<i>Nemoura sp.</i>	<i>Nesp</i>										3									15						
<b>F. Capniidae (2)</b>																										
<i>Capnioneura petitpierrae</i>	<i>Capet</i>	8	30	6		3				55	4	3	10								3	15	3			9
<i>Capniopsis schillerei schillerei</i>	<i>Casch</i>											3									3		3			
<b>F. Leuctridae (9)</b>																										
<i>Leuctra dhyae</i>	<i>Ledha</i>		19																							
<i>Leuctra geniculata</i>	<i>Legen</i>	30		8						3			8	33												
<i>Leuctra khroumeriensis</i>	<i>Lekhr</i>																							3	3	
<i>Leuctra medjerdensis</i>	<i>Lemed</i>																									
<i>Leuctra sartorii</i>	<i>Lesar</i>																									
<i>Leuctra tunisica</i>	<i>Letun</i>												30	43								15				
<i>Leuctra sp.1</i>	<i>Lesp1</i>	18		5	3	4	4	3																		
<i>Leuctra sp.2</i>	<i>Lesp2</i>									3			15	8		6				8						
<i>Tyrhenoleuctra tangerina</i>	<i>Tytan</i>	3				4	3										3				12	3	20	3		
	<b>Abond</b>	121	52	41	15	21	22	7	13	248	60	144	184	119	176	9	20	18	80	24	26	24	59	32	12	22
	<b>RS</b>	7	3	6	3	5	5	2	2	8	4	7	8	5	5	2	1	2	1	5	2	5	5	5	4	4

## Annexes

Annexe 3 : Abondances et occurrences des Plécoptères dans les stations étudiées (suite) (les chiffres indiquent l'abondance moyenne par 0,09 m<sup>2</sup>).  
 Abond : abondance, Ab R(%) : abondance relative, Oc : Occurrence, Oc R(%) : Occurrence relative, Rs : richesse spécifique.

Nom entier des espèces	Espèces	Batna				El Kala								Abon	Ab R (%)	Oc	Oc R (%)
		O. Hamla		O. Chaaba		O. El Eurg			O. El Kebir								
		Hm1	Hm2	Ch1	Ch2	ECW	Had	Des	Gh1	Gh2	Gh3	Gh4	Gh5				
<b>F. Perlodidae (1)</b>																	
<i>Afroperlodes lecerfi</i>	<i>Afle</i>													128	4,03	7	18,92
<b>F. Perlidae (2)</b>																	
<i>Eoperla ochracea</i>	<i>Eooch</i>													114	3,59	8	21,62
<i>Perla cf. pallida</i>	<i>Pepal</i>													136	4,28	4	10,81
<b>F. Taeniopterygidae (2)</b>																	
<i>Brachyptera algirica</i>	<i>Bralg</i>					4	4	3	8					44	1,39	7	18,92
<i>Brachyptera auberti</i>	<i>Braub</i>	16	5											42	1,32	7	18,92
<b>F. Nemouridae (9)</b>																	
<i>Amphinemura berthelemyi</i>	<i>Amber</i>						72	100						196	6,17	6	16,22
<i>Amphinemura sp.</i>	<i>Amsp</i>													33	1,04	2	5,4
<i>Protonemura algirica algirica</i>	<i>Pralg</i>	14	3	82	20									262	8,25	9	24,32
<i>Protonemura algirica bejaiana</i>	<i>Prbej</i>						20	88						108	3,4	2	5,4
<i>Protonemura drahemensis</i>	<i>Prdra</i>					40			4	3	3	10	7	67	7,97	9	24,32
<i>Protonemura talboti</i>	<i>Prtal</i>													32	1,01	7	18,92
<i>Protonemura ruffoi</i>	<i>Prruf</i>													253	2,11	6	16,22
<i>Protonemura sp.</i>	<i>Prsp</i>													141	4,44	4	10,81
<i>Nemoura sp.</i>	<i>Nesp</i>													18	0,57	2	5,4
<b>F. Capniidae (2)</b>																	
<i>Capnioneura petitpierrae</i>	<i>Capet</i>	36	17	7	4				3	5				221	6,7	18	48,65
<i>Capniopsis schilleri schilleri</i>	<i>Casch</i>								20	3	3			35	1,1	6	16,22
<b>F. Leuctridae (9)</b>																	
<i>Leuctra dhyae</i>	<i>Ledha</i>													19	0,6	1	5,4
<i>Leuctra geniculata</i>	<i>Legen</i>													82	2,43	6	13,51
<i>Leuctra khroumeriensis</i>	<i>Lekhr</i>													6	0,19	2	5,4
<i>Leuctra medjerdensis</i>	<i>Lemed</i>	82	58	90	12									242	7,62	4	10,81
<i>Leuctra sartorii</i>	<i>Lesar</i>					82	148	90						320	10,08	3	8,11
<i>Leuctra tunisica</i>	<i>Letun</i>								51	54	35	3	10	241	7,6	8	21,62
<i>Leuctra sp.1</i>	<i>Lesp1</i>													37	1,16	6	16,22
<i>Leuctra sp.2</i>	<i>Lesp2</i>													40	1,26	5	13,51
<i>Tyrrhenoleuctra tangerina</i>	<i>Tytan</i>	80	52	68	4	11	4	39	13	14	10	9	3	358	11,29	20	54,05
	<b>Abond</b>	228	135	247	40	137	248	320	99	79	51	22	20	3175			
	<b>RS</b>	5	5	4	4	4	5	5	6	5	4	3	3				