

Peuplements d'Ephéméroptères et de Trichoptères de l'oued Laou (Rif occidental, Maroc) : distribution longitudinale et biotypologie

Majida EL ALAMI & Mohamed DAKKI

Mots-clés : Maroc, Rif, Trichoptères, Ephéméroptères, biotypologie.

ملخص

مجيدة العلمي و محمد داكمي: عشائر الياقوفات وشعرات الأجنحة في وادي لاو (الريف الغربي، المغرب): التوزيع العمودي والحينمطية.

مكن تتقيب 22 محطة على وادي لاو الذي يمثل واحدا من أهم الشبكات المائية في شمال الريف، من تعداد 30 نوعا من الياقوفات و 34 من شعرات الأجنحة، من ضمنهم 6 أنواع جديدة لفونة المغرب. تم التحليل الحينمطي العام للعشائر بواسطة التحليل العاملي للتاسبات على قاعدة للمعطيات ل 64 نوعا ممثلة بوفرتها القصوى السنوية. وتنظم البنية الحينمطية المحصل عليها حسب المحورين الأولين حسب ممال عالية-ساقلية النهر ويمكن تفسيره بالعوامل الأساسية الميزولوجية: الانحدار، المعدل الهندسي لدرجات الحرارة الدنيا والقصوى والارتفاع. وتتوزع المحطات والأنواع على أربع مجموعات تمثل 10 أنماط من العشائر. ومكنت المعالجة المقارباتية للأنماط الحينمطية المحصل عليها مع مثيلاتها في النموذج المبسط للحينمطية المغربية من التعرف على الأنماط العشائرية الثلاث الكبرى A و B و C. ويبدو النمط الرابع الذي يمثل مجاري المياه الموسمية غائبا في وادي لاو، وذلك نظرا إلى أن الأنواع الدالة على الموسمية لا تتواجد على الأقل عند المجموعتين الحيوانيتين الذين تمت دراستهما.

RESUME

La prospection de 22 stations représentatives de l'un des plus importants réseaux hydrographiques nord-rifains, le Laou a permis de recenser 30 espèces d'Ephéméroptères et 34 espèces de Trichoptères. Ces deux groupes zoologiques ont enrichi la faune marocaine de 6 espèces nouvellement citées du Maroc. L'analyse biotypologique globale des peuplements est réalisée à l'aide de l'analyse factorielle des correspondances d'une matrice où les 64 espèces sont représentées dans chaque station par leur abondance maximale annuelle. La structure biotypologique obtenue suivant les deux premier axes s'organise suivant un gradient amont-aval et s'explique par trois principaux paramètres mésologiques: la pente, la moyenne géométrique des maxima du mois le plus froid et le plus chaud et l'altitude. Les stations et les espèces se répartissent en quatre groupements correspondant à dix types de peuplements. Le rapprochement des biocénotypes ainsi définis avec ceux définis dans le schéma simplifié de la typologie marocaine a permis de retrouver les trois grands types de peuplements A, B, C. Le quatrième type, correspondant aux cours d'eaux temporaires semble être absent dans le Laou, étant donné que les espèces indicatrices de la temporarité ne sont pas présentes du moins dans les deux groupes zoologiques étudiés.

ABSTRACT

Populations of Ephemeroptera and Trichoptera of oued Laou (western Rif, Morocco): longitudinal distribution and biotypology. The prospecting of 22 representative stations of the most important northern Rif hydrographic system, the Laou, has allowed to count 30 species of Ephemeroptera and 34 species of Trichoptera. These two zoological groups have enriched the Moroccan fauna of 6 newly quoted species. The global biotypological analysis of communities is realized by correspondences analysis on a matrix where 64 species are represented in each station by the annual maximal abundance. The biotypological structure obtained following the two first axis shows a strong longitudinal organisation. The species-stations ordination on the first axis is explained by tree principal abiotic parameters: the slope, the geometrical means of the thermal maxima of the coldest month and the warmest month and the altitude. The comparison between Laou's distribution communities and the Moroccan typological diagram has allowed to find the three major types of populations A, B, C. In the Laou hydrological system, the temporary character of some stations is not expressed by particular species of the two zoological groups studies.

INTRODUCTION

En Europe, la structure verticale des cours d'eau a occupé une bonne place dans les recherches hydro-biologiques, en particulier entre les années 1950 et 1980.

En Afrique du Nord, l'étude biotypologique des cours d'eau est assez récente; la première tentative de biotypologie (DAKKI, 1979) a concerné le cours

central du haut Sebou. Depuis lors, de nombreux travaux ont été effectués sur différents réseaux atlasiques et du plateau central: Bouregreg (EL AGBANI, 1984), O. Ourika (MOHATI, 1985), O. Tensift (BADRI, 1985), tout le haut Sebou (DAKKI, 1986a,b, 1987), O. N'fis (AJAKANE, 1988), cours supérieurs et moyens des oueds Tensift, Dr'a et Souss (BOUZIDI, 1989) et oued Moulouya (BERRAHOU, 1995).

Le Rif a connu à son tour deux études biotypologiques menées sur l'un des plus grands réseaux hydrographiques débouchant en Méditerranée, l'oued Laou (EL ALAMI, 1989 ; TAYOUB, 1989) ; ces études réalisées, en parallèle avec les travaux précités, n'ont concerné que les peuplements d'Ephéméroptères et de Trichoptères.

Le présent travail combine les données des deux recherches sur l'oued Laou, et essaie de mettre en évidence l'intérêt de chacun de ces deux groupes d'insectes dans la structure biotypologique de ce cours d'eau.

LE BASSIN DE L'OUED LAOU

LOCALISATION GEOGRAPHIQUE

Le bassin versant de l'oued Laou, d'une surface d'environ 920 km², est entièrement situé dans la partie centrale de la chaîne rifaine, il prend naissance dans le haut Rif à 1300 m d'altitude, et atteint rapidement la Méditerranée, son lit central n'excédant pas les 35 km de longueur. La forte pente de son lit central constitue un caractère commun avec l'ensemble des cours d'eau du versant nord-rifain.

La plupart des affluents que reçoit l'oued Laou sont de faible débit ; les plus importants (oued Talembote, et oued Maggo) sont issus de jbel Lakraa, haut massif de la dorsale calcaire situé à l'est de la ville de Chefchaouen. Ces affluents, du SE vers le NE possèdent généralement des lits assez ombragés. Le cours moyen est également assez ombragé dans la mesure où sa plus grande partie se situe dans des gorges profondes.

Le cours inférieur se situe dans une large plaine agricole, laquelle le différencie des autres cours d'eau du Rif central qui n'ont guère de plaine alluviale.

Du point de vue géologique, le bassin de l'oued Laou chevauche les trois grands domaines paléogéographiques rifains (EL GHARBAOUI, 1981) :

- la Dorsale calcaire, constituée de massifs dolomitiques et calcaires du Trias-Lias, repose sur des argiles triasiques imperméables ; la plupart des affluents permanents du Laou sont alimentés par les eaux emmagasinées sous ces calcaires ;
- les croupes schisto-gréseuses paléozoïques (Dévonien) du Rif interne, constituent le soubassement de la basse plaine alluviale du Laou (cours inférieur), laquelle est formée de dépôts meubles sur un conglomérat quaternaire (Ouljien-Flandrien) ;
- le sillon d'érosion différentielle de Chaouen, formé de marnes sénoniennes ; il est occupé par le cours moyen du Laou, situé à l'ouest de Chefchaouen.

Le bassin versant du Laou est typiquement méditerranéen, caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers pluvieux. Sa proximité de l'Atlantique lui confère une certaine fraîcheur et des pluies abondantes ; toutefois, ses faibles altitudes font que ces pluies se concentrent plus dans les parties supérieures.

Sur le littoral méditerranéen, les précipitations ne dépassent jamais 550 mm ; le sillon de Chefchaouen, plus élevé, reçoit entre 620 et 730 mm ; ces valeurs augmentent sur les versants plus élevés (ville de Chefchaouen : 900-1000 mm), alors que le sommet des montagnes peut recevoir plus de 2000 mm.

La température de l'air est particulièrement influencée par l'altitude, l'exposition et la proximité de la mer. Ainsi, nous pouvons distinguer un climat doux et sec en basse altitude, frais ou tempéré en haute altitude.

Les températures minimales du mois le plus froid varient selon les régions ; elles sont élevées (5-7°C) en moyenne altitude et en bordure de mer, et baissent brutalement (2-3°C) sur les crêtes. Les maxima d'été sont entre 28°C (bord de mer) et 32°C (en altitude), avec une légère hausse (34°C) dans le sillon de Chefchaouen (BENABID, 1982).

Le bioclimat dominant est le subhumide à hiver tempéré ; le cours inférieur traverse une bande littorale semi-aride, alors que le bioclimat humide est restreint aux sommets des montagnes.

L'écoulement des oueds, fortement dépendant du régime des pluies, est marqué par des débits d'étiage très faibles, malgré la présence de quelques sources permanentes (source de Maggo), alors qu'en hiver un écoulement torrentiel caractérise la plupart de ces cours d'eau. Ce régime naturel a été très affecté par les prélèvements d'eau effectués par la population ; en effet, le bassin versant du Laou est soumis à diverses activités agricoles traditionnelles, notamment les cultures en sec et irriguées et les parcours. Les dérivations sont relativement nombreuses le long de tout le réseau, alors que deux barrages retiennent les eaux des deux principaux affluents supérieurs du Laou. La rétention des eaux en été abaisse fortement le débit des oueds, alors qu'elle met à sec certains tronçons. Par ailleurs, la plupart des agglomérations présentes dans le bassin sont de faible envergure et leur impact sur l'eau reste relativement faible.

La ville de Chefchaouen constitue cependant une source de pollution pour l'un des affluents supérieurs (Ras El Ma) qui, en plus, a été capté à sa source pour alimenter la ville en eau potable.

MATERIEL ET METHODES

Le réseau hydrographique a été découpé en sept secteurs, en nous basant sur trois paramètres : débit, altitude et température. Au sein de chaque secteur, le choix des stations est fait en fonction de l'emplacement des confluences principales, de la température et de la pente.

Un total de 22 stations a été retenu (Fig. 1) s'étalant de septembre 1987 à août 1988. Chaque

échantillon stationnel consiste en une série de six prélèvements de faune effectués dans divers types d'habitats, à l'aide d'un filet de type "Surber" de 250 cm² de surface de prélèvement.

Les résultats ont été exploités à l'aide de l'analyse factorielle des correspondances, technique de détermination des schémas biotypologiques devenue assez classique en écologie des eaux courantes.

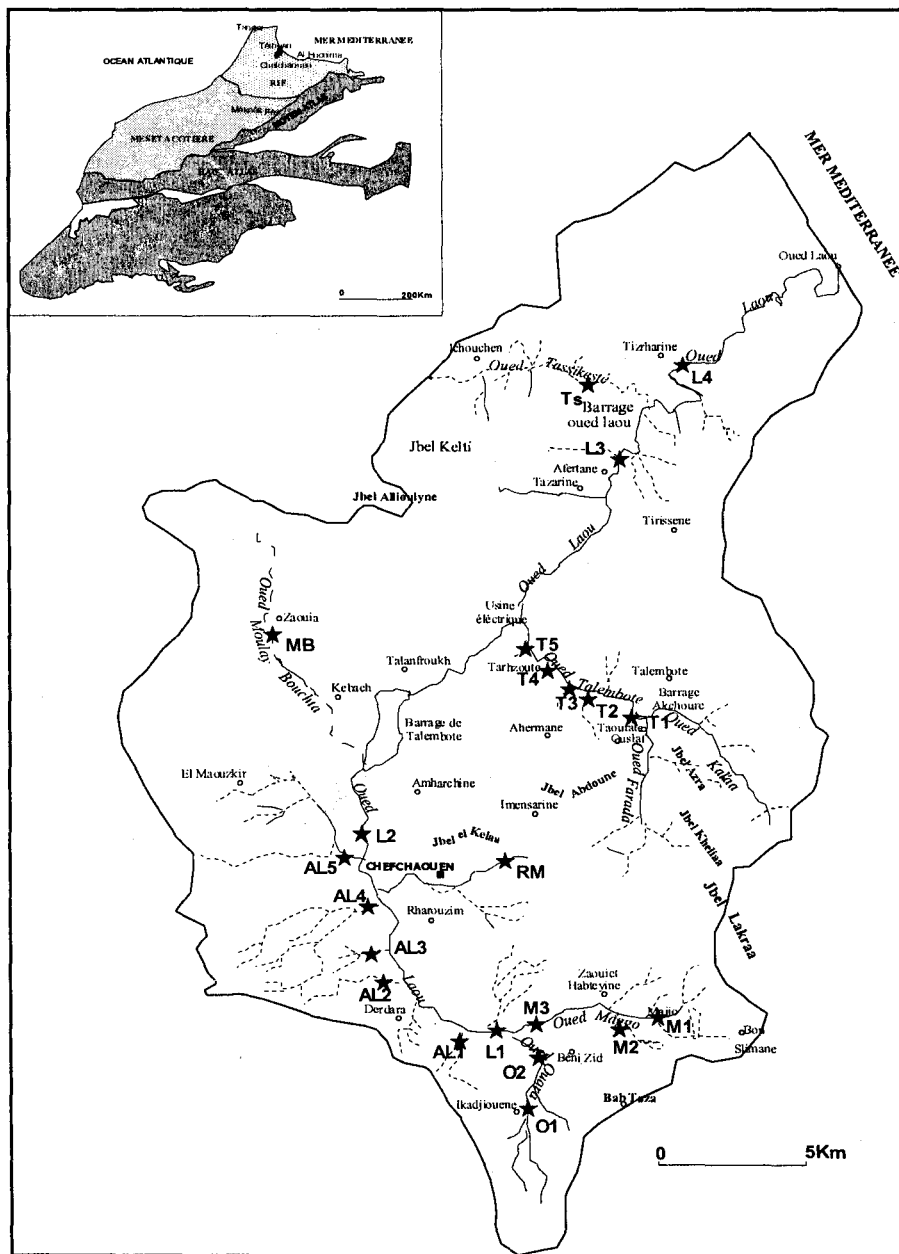


Figure 1 : Bassin du Laou ; localisation des stations étudiées (établie à partir de la carte topographique ; feuille Chefchaouen au 1/100 000).

A l'occasion de chaque campagne de prospection, des mesures et des appréciations de paramètres abiotiques ont été effectuées. Cependant, les analyses chimiques n'ont pu être faites qu'une seule fois (en juin 1988), période de stabilité hydrologique durant laquelle la richesse et la diversité spécifique sont optimales.

Au total, 17 descripteurs susceptibles de jouer un rôle dans la zonation longitudinale du réseau ont été retenus (Tabl. I).

La matrice des données biologiques traitée à l'A.F.C. (Tabl. II) contient 64 espèces (lignes) et 22 stations (colonnes). Chaque espèce est représentée par son abondance maximale annuelle. Cette méthode s'adapte bien à un échantillonnage incomplet et permet, entre autres, de traiter ensemble les peuplements de cours d'eau temporaires et permanents (DAKKI, 1986a).

Les abondances brutes ont été ensuite remplacées par des notes d'abondance correspondant aux classes logarithmiques dont les limites constituent les termes d'une progression géométrique de raison "2" (BOURNAUD & *al.*, 1980).

Une première analyse du tableau II a révélé la présence de deux stations particulières : MB et T₂ (avec leurs espèces caractéristiques ou exclusives) ; elles ont été considérées en éléments supplémentaires dans l'analyse suivante.

RESULTATS

PARAMETRES MESOLOGIQUES

Altitude et pente moyenne

Cette étude a été limitée à des altitudes comprises entre 25 et 900 m, sachant que des petits affluents existent à des altitudes supérieures (1000-1300 m).

Les pentes sont généralement faibles à moyennes, mais certains émissaires de sources, notamment les stations T₄, T₅ (affluents de l'oued Talembote) et RM (émissaire de la source Ras El Ma), présentent de très fortes pentes (27-29%).

CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES

Temporarité de l'écoulement et perturbation du débit

Le bassin du Laou assure l'alimentation en eau et en électricité d'une grande partie de la province de Chefchaouen. Les cours de la partie supérieure sont utilisés pour l'irrigation de cultures (notamment du kif) ; les prises d'eau à l'étiage représentent 10 à 50% du débit total des oueds.

Parmi les cours d'eau les plus perturbés existent des émissaires de sources et des affluents d'altitude connus pour les grandes originalités de leur faune (M₁, M₂, RM et T₅), et le bas Laou (L₄). L'usage des eaux conduit à l'assèchement de certains biotopes normalement permanents (cas des stations T₄, T₅, TS, et O₂).

L'assèchement de la majorité des affluents de la rive gauche du haut Laou (AL_{1,5} et MB) est naturel. Il est lié à la temporarité des résurgences qui jaillissent des terrains gréseux. La mise en eau de ces stations est sous l'étroite dépendance de la pluviométrie.

L'abondance des eaux dans le secteur de Maggo assure la pérennité du cours principal du haut Laou bien que les prélèvements d'eau sont parfois excessifs.

Selon le régime hydrologique des cours d'eau étudiés, nous avons trois types de biotopes : temporaires ; semi-temporaires ; et permanents.

Profondeur, largeur et section mouillée

Les profondeurs maximales à l'étiage peuvent atteindre 1 m dans certaines stations des cours moyen et inférieur de l'oued Laou. Cependant, la majorité des stations ont été choisies à des profondeurs moyennes au-dessous de 50 cm, convenables à la méthode utilisée pour le prélèvement de la faune benthique.

La largeur moyenne au début de l'étiage varie entre 0,2 et 27 m, augmentant de l'amont vers l'aval et plus particulièrement dans les zones de plaine (L₃ et L₄).

La section mouillée, qui donne une idée de l'étendue des biotopes sub-immersés, varie fortement dans la plupart des stations de moyenne et basse altitude ; les communautés vivantes s'y trouvent exposées à des conditions hydrologiques très variables, notamment dans les secteurs soumis à la dérivation des eaux.

Vitesse du courant

La vitesse du courant a été mesurée dans les endroits où sont effectués les prélèvements, loin des bords. Les valeurs relevées varient entre 0,08 m/s et 1,2 m/s ; dans certains affluents temporaires (O₂, AL_{1,5}, TS, T₄, T₅) la vitesse moyenne n'excède pas 0,5 m/s lors de l'écoulement en dehors des crues ; les valeurs les plus élevées (1 à 1,2 m/s) ont été obtenues dans les émissaires de sources rhéocrènes d'altitude (M₁, RM, T₂, T₃) et dans les deux stations du cours inférieur L₃ et L₄.

Tableau I. Matrice des données mésologiques utilisées pour l'établissement de la typologie des stations étudiées dans l'oued Laou.

paramètres mésologiques	Stations	M1	M2	M3	O1	O2	RM	L1	L2	L3	L4	AL1	AL2	AL3	AL4	AL5	MB	T1	T2	T3	T4	T5	TS
Altitude (m)		800	900	425	700	500	680	400	280	55	25	410	400	375	325	300	325	400	400	325	250	225	100
distance à la source (km)		3,5	8,5	9	5,5	9,5	4	11,5	27	49	56	4,5	4	2,5	2,5	9,5	25,5	3	0,5	5,5	1,5	1	9
Pente moyenne (‰)		150	80	10	100	2	270	1	12	3	5	30	10	70	20	10	15	100	60	160	290	270	15
largeur moyenne (m)		6,65	1,6	23	1,4	13	2,3	8,6	5,2	27	15	0,8	6,8	0,8	4,9	7	3,2	4	0,72	5,2	0,6	0,2	0,8
Vitesse moyenne (cm/s)		120	50	80	30	33	100	70	100	100	60	12	10	20	12	15	75	50	100	160	8	10	25
Temporarité	} Temporaire (1) Semi-temporaire (2) Permanent (3)																						
		3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	2	3	3	3	1	1	1
Perturbation du débit (%)		40	50	10	20	0	60	0	0	0	50	0	0	20	0	0	0	10	0	20	0	80	20
Substrat minéral dominant		3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	3	3	2	1	3	1	2	3
Phanérogames (%) de recouvrement		40	80	5	30	0	40	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	10	0	0	0
Pérlithon	} Impérceptible (1) Peu abondant (2) Abondant (3)																						
		2	2	3	1	2	1	2	3	3	3	2	1	2	2	2	3	1	1	2	1	1	1
moenne géométrique des maxima thermiques extrêmes (°C)		12,2	14	17	16,2	18,7	12,4	18	15	17,5	18,6	16,3	18	18,3	15,4	14,7	15,7	16,2	15,9	15,5	13,4	14,5	16
Ecart entre les maxima thermiques extrêmes (°C)		5	13	12	13	15,5	3	12,5	14,5	13,5	13,5	18,5	15	16	17,5	15	16,5	13	4	14	8	7,5	15,5
pH		8,14	8,4	8,26	7,6	8,21	8,11	8	8,39	7,98	7,98	8,12	8	7,9	7,9	8,26	8,26	7,87	7,89	8,33	8,12	7,92	8,37
Conductivité du laboratoire (us/cm)		400	430	415	80	300	410	420	395	445	800	347	330	550	291	390	369	430	350	450	503	445	335
Alcalinité (mg/l HCO ₃ ⁻)		205	221	173	25	111	171	191	130	195	187	151	153	201	123	130	149	199	181	185	285	221	179
Dureté calcique (mg/l)		166	168	136	28	98	150	136	122	126	206	142	138	202	118	128	122	156	108	130	126	140	104
Dureté magnésienne (mg/l)		42	43	86	16	32	44	66	48	72	92	4	2	8	32	22	16	101	84	88	100	96	100
Matière organique (mg/l)		2	5	5,4	5	2,4	2,4	4,7	5,7	4,8	1,9	4,3	2,7	6,3	3,7	5,7	3,6	1,6	2,6	3,9	7,1	3,9	3,2
Oxygène dissous (mg/l)		11,5	12	12,8	8,8	8,5	9,2	10,4	12,8	11,6	12,4	6,4	9,7	11,1	9,7	12,4	9,9	4,7	8,4	9,2	5	8	9,5

Substrat

Le substrat minéral est souvent grossier (galets et cailloux dominants) ; les dépôts fins (sables et graviers avec des limons localement) prédominent dans les stations semi-temporaires et temporaires pendant les basses eaux (O₂, AL₁₋₅, TS, T₄, T₅).

Les 2/3 des stations prospectées ne comportent guère de phanérogames, alors que les émissaires de sources de l'oued Maggo (M₁, M₂), l'émissaire de source de Ras El Ma (RM) et le cours moyen de l'oued Talembote (T₂, T₃) présentent un tapis végétal recouvrant 30 % et 80 % du lit des oueds. Les algues filamenteuses et les microorganismes recouvrant le substrat minéral abondent surtout dans les stations du cours central et dans l'affluent de l'oued Moulay Bouchta (MB). Dans les stations de l'oued Talembote, le périphyton est très peu abondant.

Composantes thermiques

La température joue un rôle capital dans la zonation longitudinale des communautés biologiques des eaux courantes.

Les maxima journaliers (généralement atteints entre 12 h 00 et 17 h 00) ont été relevés à chaque campagne de prospection. En hiver (décembre à février), ils varient entre 9 et 14°C, aussi bien dans les émissaires de sources que dans les cours d'eau, sachant que la valeur la plus élevée (14°C) a été obtenue dans un émissaire de source (T₂). Les maxima d'été sont plus élevés dans les stations temporaires (27 à 28°C) que dans les cours d'eau permanents (24 à 16,5°C).

La réduction du débit d'été par évaporation ou dérivation des eaux est à l'origine de l'augmentation des maxima d'été (juillet à septembre pour les stations permanentes, mai-juin pour les temporaires). Ainsi, les amplitudes thermiques annuelles peuvent atteindre 18,5°C.

Dans les émissaires de sources, les écarts entre les maxima thermiques extrêmes sont plus ou moins faibles (3 à 8°C), à l'exception des stations M₂, O₁, T₁ et T₃ où les amplitudes thermiques annuelles peuvent atteindre 13 à 14°C, en raison de l'absence d'ombrage et/ou du faible débit d'été.

Composantes chimiques

Parmi les paramètres chimiques connus par leur influence sur la faune aquatique, n'ont été retenus dans cette étude que ceux qui enregistrent des variations importantes le long du réseau : conductivité électrique, alcalinité, dureté calcique, dureté magnésienne, matière organique, oxygène dissous. Les cinq autres paramètres (pH, chlorures,

nitrites, sulfates, matières en suspension) ont été également mesurés mais non retenus dans l'analyse mésologique en raison de leurs faibles variations le long du réseau.

Conductivité électrique à 20°C.

Les eaux de l'oued Laou montrent une assez forte minéralisation ; leurs conductivités varient généralement entre 290 et 500 µS/cm ; les valeurs extrêmes ont été enregistrées dans les stations O₁ (80 µS/cm) et L₄ (800 µS/cm).

Alcalinité

La valeur minimale (25mg/l de HCO₃⁻) a été relevée à la station O₁, laquelle présente également la plus faible teneur en calcium. Dans le reste du réseau, l'alcalinité est élevée (111 à 285 mg/l de HCO₃⁻), le maximum étant noté dans le tronçon inférieur de l'oued Talembote.

Dureté calcique

Les teneurs en calcium des eaux de l'oued Laou sont relativement très élevées dans la quasi-totalité des stations ; la prédominance des terrains calcaires et marneux drainés par ces eaux explique ces valeurs qui varient entre 98 et 206 mg/l de Ca⁺⁺. La plus faible concentration a été mesurée dans un petit affluent (O₁) traversant probablement un terrain de nature siliceuse.

Dureté magnésienne

Les teneurs en magnésium toujours inférieures à celle de Ca⁺⁺, varient entre 2 et 101 mg/l ; plus de la moitié des valeurs dépasse 40 mg/l, notamment dans les eaux issues des terrains calcaro-dolomitiques de la rive droite et du cours supérieur.

Matière organique

Selon l'échelle utilisée par NISBET & VERNAUX (1970), deux stations uniquement (AL₃ et T₄) indiquent un état de pollution, avec des valeurs supérieures à 6 mg/l d'oxygène consommé. Ces deux stations sont très fréquentées par le bétail et reçoivent les rejets des activités domestiques des agglomérations Dhissa et Tarhzoute ; notons aussi que ces deux stations possèdent un faible débit, favorisant le développement d'algues.

Teneur en oxygène

Les teneurs en oxygène ont été relevées entre 9 et 18 heures, au moment où a lieu la photosynthèse. Elles se situent entre 4,7 mg/l et 12,8 mg/l. Les fortes teneurs connues dans certaines stations sont liées soit à l'abondance de la végétation (M₂, AL₂₋₅, TS), soit à la forte turbulence des eaux (M₁, M₃, L₁, RM, MB, T₃, L₁₋₄).

Approche auto-écologique

Ce répertoire comporte 64 espèces. Si le peuplement des Ephéméroptères (30 espèces) paraît plus diversifié que celui du haut Sebou (DAKKI, 1987) ou du Bouregreg (EL AGBANI & *al.*, 1992), celui des Trichoptères (34 espèces) semble plus appauvri. Cette faible richesse peut s'expliquer par la diversité réduite des habitats, notamment dans le cours inférieur ; de même, il est possible que les efforts de capture des adultes n'aient pas été suffisants.

Cette liste comporte plusieurs espèces non identifiées ; cinq d'entre elles au moins sont reconnues nouvelles pour la Science, alors que l'identification des autres nécessite encore un effort de capture et d'identification.

Nos commentaires sont limités à une brève description de la répartition écologique de chaque taxon, dans le réseau étudié avec parfois des comparaisons avec d'autres réseaux hydrographiques.

O. EPHEMEROPTERES

F. BAETIDAE

C'est la famille la plus représentée dans l'oued Laou, elle est présente dans toutes les stations prospectées :

Baetis sp.3

Elle pullule surtout dans les ruisseaux temporaires et semi-temporaires du cours moyen de l'oued Laou, dans une marge altitudinale variant entre 25 et 560 m.

Alainites muticus Linné 1758

Les larves de cette espèce préfèrent, apparemment, les émissaires de sources. La plus forte densité s'observe au niveau de la station T₃ dont le substrat est constitué de galets encroûtés recouverts de mousses, d'algues filamenteuses et dont le courant est modéré par endroits.

Baetis fuscatus Linné 1761

Elle a nette une préférence pour les eaux tempérées temporaires (moyenne de 15 à 19°C) et permanentes du Laou (M₃, O₂, L₁, L₂, MB, AL₁, AL₅).

Baetis sp.2 gr. *alpinus* (Pictet 1834)

Nous l'avons rencontrée dans les stations permanentes et temporaires, particulièrement durant le printemps, lorsque les vitesses d'écoulement sont encore assez fortes, mais semble trouver aussi son biotope favori dans les émissaires de sources de haute et moyenne altitude. Elle a été trouvée dans

une marge altitudinale assez large oscillant entre 55 et 900 m.

Baetis sp.4 gr. *alpinus* (Pictet 1834)

Dans le Laou, cette espèce semble préférer les ruisseaux et les émissaires de sources de hautes et moyennes altitudes (280 et 800 m). Elle apparaît surtout durant la période hivernale lorsque les vitesses d'écoulement sont assez fortes.

Baetis sp.1

Elle présente une répartition moins large que celle des autres *Baetis*. Elle a été récoltée, dans les stations du cours moyen et inférieur du Laou (55-500 m d'alt.) où les écarts thermiques sont assez importants (15,5-16,5°C).

Baetis pavidus Grandi 1949

Ce taxon est présent dans toutes les stations à l'exception des stations M₂, RM, AL₃, AL₅ et T₄ à cause, probablement, de la fraîcheur de leur eau.

Baetis rhodani Pictet 1984

Elle est la plus eurypote des espèces récoltées et se rencontre dans des biotopes très variés (sources, émissaires de sources, rivières) et à toutes les altitudes. Elle ne régresse que dans les eaux tempérées de basse altitude.

Centroptilum luteolum Müller 1776

Elle a été récoltée sporadiquement dans les eaux calmes des bordures, durant la saison estivale. Il semble que la répartition de cette espèce soit liée aux substrats meubles, aux faibles courants, à des températures élevées et à des biotopes riches en algues filamenteuses et en mousses du cours supérieur (ALBA-TERCEBOR & JIMENEZ, 1978).

Cheleocloeon dimorphicum (Soldán et Thomas, 1985)

En Algérie, ce taxon peuple surtout les cours d'eau permanents où il préfère les zones à fond pierreux, riches en débris de plantes et à courant relativement fort (SOLDAN & THOMAS, 1985). Dans le bassin du Laou, nous n'avons pas affirmé ses préférences ; un seul individu a été trouvé dans un cours d'eau temporaire (TS).

Cloeon dipterum Linné 1761

Il a été récolté dans une seule station semi-temporaire (MB) avec de très faibles densités alors que, généralement, il peuple les biotopes calmes des rivières à été tempéré et des sources chaudes.

Procloeon concinnum (Eaton 1885)

Il est également très rare dans nos récoltes et présente une distribution discontinue, affectionnant les eaux tempérées et chaudes des stations

temporaires et permanentes de basse et moyenne altitude.

***Procloeon pennulatum* (Eaton 1870)**

Cette espèce a été trouvée dans une seule station (L₅) du cours inférieur du Laou, caractérisé par un fond sableux, riche en végétaux aquatiques.

***Pseudocloeon neglectus* (Navás, 1913)**

Dans le Laou, cet Ephéméroptère thermophile pullule dans une petite rivière (MB) semi-temporaire du cours moyen (325 m). Les larves de cette espèce apparaissent vers la fin du printemps et abondent lorsque la température de l'eau dépasse 25°C.

F. OLIGONEURIIDAE

***Oligoneuriopsis skhounate* Dakki et Giudicelli 1980**

Thermophile et rhéophile, cette espèce a été représentée à l'oued Laou par une seule larve récoltée dans la station L₂ à 280 m d'altitude en juin (EL ALAMI, 1989). Ce biotope du cours principal est caractérisé par un fond pierreux, un courant assez fort et une couverture alguaire assez dense. Dans les Atlas et le Plateau central, ce taxon préfère les grandes rivières chaudes à forte vitesse du courant et ne commence son développement que lorsqu'il reçoit une somme thermique relativement importante (DAKKI, 1986b). A l'oued Laou, cette somme n'est probablement atteinte qu'en début d'été, période durant laquelle on assiste à une diminution très importante de la vitesse du courant qui ne favorise pas la prolifération de ce taxon.

F. HEPTAGENIIDAE

Nous en avons récolté sept espèces rhéophiles appartenant à trois genres différents :

***Epeorus sylvicola* Pictet 1865**

Il se cantonne dans les émissaires de sources du cours supérieur et moyen du Laou (M₁, M₂, O₁, T₃, TS) et n'apparaît qu'accidentellement dans les cours de basse altitude (L₂, L₄).

***Ecdyonurus ifranensis* Vitte et Thomas, 1988**

Dans le bassin de l'oued Laou, ce taxon vit dans les stations fraîches de haute et de moyenne altitude (800-100), à vitesse d'écoulement assez forte.

***Ecdyonurus rothschildi* Navás 1929**

C'est l'espèce la plus thermophile des *Ecdyonurus*. Elle est remplacée par sa congénère *E. ifranensis* et par *E. sylvicola*, *Rhithrogena* sp.1 et *Rhithrogena* sp.2 dans les eaux fraîches des émissaires de sources. A l'oued Laou, elle est très

répandue dans les stations temporaires et permanentes de basse et moyenne altitude (25-400 m) à courant fort ; toutefois, elle est moins alticole que dans les autres réseaux hydrographiques marocains.

***Rhithrogena* sp.1**

Cette espèce est localisée dans les stations permanentes des cours supérieurs du Laou situées entre 500 et 700 m d'altitude à l'exception de la station O₂ caractérisée par une temporalité "artificielle". Cette espèce hivernale atteint son optimum écologique au printemps, surtout dans la station O₁ caractérisée par une eau très peu minéralisée, fortement oxygénée et un lit à fond pierreux.

***Rhithrogena* sp.2**

Moins alticole que la précédente, dans le Laou *Rhithrogena* sp.2 a une certaine préférence pour les émissaires de sources à eau tempérée et riche en algues filamenteuses.

***Rhithrogena* sp.3**

C'est l'espèce la plus thermophile des Heptageniidae. Dans le Laou, elle est confinée aux faciès de grandes rivières eurythermes des cours moyen et inférieur (L₂₋₃, AL₃, MB). Elle tolère plus les grandes variations de la température (12-24°C) et de la minéralisation de l'eau.

***Rhithrogena* sp.4**

Elle affectionne essentiellement les affluents permanents et temporaires du cours moyen et inférieur du Laou (500-200 m d'alt.). Elle présente une répartition voisine de celle de *E. rothschildi* mais moins thermophile que cette dernière.

F. CAENIDAE

***Caenis luctuosa* (Burmeister, 1839)**

Eurytpe et eurytherme, à l'oued Laou ce taxon pullule comme dans les autres réseaux marocains (DAKKI & EL AGBANI, 1983), tunisiens (BOUMAIZA & THOMAS, 1986) et algériens (GAGNEUR & THOMAS, 1988) dans les eaux minéralisées des cours moyen et inférieur.

***Caenis pusilla* Navás, 1913**

Dans le Laou cette espèce présente une distribution altitudinale assez importante variant entre 25 et 800 m. Elle habite les stations permanentes et temporaires ; néanmoins, elle semble être moins tolérante aux variations thermiques que *C. luctuosa* (GAGNEUR & THOMAS, 1988) et s'adapte mieux aux écoulements rapides.

F. LEPTOPHLEBIIDAE

Habrophlebia sp.

A l'oued Laou, c'est l'espèce de Leptophlebiidae la plus alticole (900 m), mais elle peut descendre jusqu'à 25 m d'alt.(L₄). Elle atteint son optimum écologique dans la station O₁ correspondant au biotope le moins minéralisé du Laou. De même, nous l'avons récoltée dans les stations temporaires, mais avec de très faibles densités.

Choroterpes (Choroterpes) atlas Soldan et Thomas 1983

C'est une espèce thermophile qui a été localisée dans trois stations temporaires (AL₂, AL₃, AL₅) du cours moyen caractérisé par une vitesse d'écoulement assez faible.

Choroterpes (Choroterpes) volubilis Thomas et Vitte, 1988

Cette espèce se répartit dans le bassin de l'oued Laou entre 100 et 700 m d'altitude et présente une nette préférence pour les faciès des grands ruisseaux temporaires de moyenne altitude à écoulement lent et à eaux tempérées.

Choroterpes (Euthraulius) lindrothi Peters 1980

Ce taxon est bien plus abondant dans l'oued Laou que dans les autres réseaux hydrographiques marocains. Il pullule dans la station MB située sur une petite rivière eurytherme semi-temporaire d'altitude moyenne (325 m).

F. EPHEMERELLIDAE

Serratella ignita Poda 1761

Cette espèce est inféodée essentiellement aux émissaires de source permanents ou temporaires. Elle atteint son optimum écologique dans les eaux fraîches, peu minéralisées, riches en mousses et en algues filamenteuses ; toutefois, elle a été récoltée dans les grands ruisseaux temporaires (AL₅, MB, TS) où la température est de 24°C (vers la fin de la phase inondée) mais avec de très faibles densités.

F. POTAMANTHIDAE

Potamanthus luteus Linné 1789

C'est une espèce thermophile qui se cantonne dans les stations où la moyenne thermique varie entre 16 et 19,5°C (M₃, TS, L₃, L₄). Elle présente une abondance très faible dans les faciès de grande rivière de basse et moyenne altitude (DAKKI, 1987).

F. POLYMITARCIDAE

Ephoron virgo Olivier, 1791

Elle semble être plus sténotherme d'eau chaude puisqu'elle présente une nette préférence pour le cours inférieur (25-55 m) central du Laou (L₃, L₄) et pour le petit affluent temporaire TS (100 m).

O. TRICHOPTERES

F. RHYACOPHILIDAE

Rhyacophila munda oreina Navás 1935

Cette espèce est largement distribuée dans notre réseau ; seule la station la plus basse L₄ et la moins pentue, en est dépourvue. Elle est rare dans les stations T₂, T₄ et T₅ où l'écoulement est très lent.

Son abondance maximale est atteinte dans la station T₃ où le courant est fort et les eaux sont fraîches.

F. GLOSSOSOMATIDAE

Parmi les cinq espèces connues au Maroc, deux seulement ont été récoltées dans le réseau de l'oued Laou. Elles préfèrent des habitats différents et ne cohabitent jamais ensemble.

Agapetus incertulus McL 1884

Elle habite trois ruisseaux de moyenne et basse altitude, avec une forte préférence pour le petit ruisseau de source T₂ où les températures sont constamment au-dessus de 14°C.

Agapetus beredensis Dakki et Malicky (1979-80)

Cette espèce paraît jusqu'à présent endémique du Rif ; elle se cantonne dans deux ruisseaux de sources de haute altitude M₁ et O₁, aux eaux fraîches ou tempérées, avec une légère préférence pour la station la plus fraîche (M₁).

F. HYDROPTILIDAE

Cette famille est bien diversifiée dans le bassin du Laou, avec dix espèces qui colonisent tout le réseau à l'exception de la station T₅, probablement en raison de l'absence totale de périlithon. Les abondances maximales des espèces coïncident avec le développement des algues durant la saison chaude.

Orthotrichia sp. cf. *angustella* (McL. 1865)

Les larves immatures récoltées occupent les cours moyen et inférieur de ce bassin, avec une nette abondance pour les stations à amplitude thermique assez forte (L₄, O₂ et MB).

Ithitrichia clavata Morton 1905

Elle a été trouvée dans 4 stations, dont trois ruisseaux frais (M₁, T₁ et T₃). Bien que sa préférence soit nette pour les stations de l'oued Talembote, son écologie reste encore mal définie au Maroc.

***Oxyethira unidentata* McL. 1884**

Elle prolifère dans un ruisseau semi-temporaire eurytherme à été chaud (MB), alors que son apparition dans d'autres ruisseaux reste sporadique.

***Oxyethira falcata* Morton 1893**

Cette espèce est cantonnée dans le ruisseau semi-temporaire Moulay Bouchta (MB), où abonde sa congénère *O. unidentata*.

***Hydroptila sp.cf. lotensis* Mosely 1930**

Cette espèce est assez fréquente, mais moins eurytope que *H. vectis* ; elle occupe les secteurs de basse et moyenne altitude (25 à 500 m), avec des préférences pour les biotopes à forte amplitude thermique et à été chaud.

***Hydroptila sp.gpe. kalonichtis* Malicky 1972**

Cette espèce a été échantillonnée exclusivement d'un grand ruisseau sténotherme frais de Maggo (M₁) et semble préférer les eaux fraîches des cours supérieurs.

***Hydroptila cintrana* Morton, 1904**

Elle est également exclusive du grand ruisseau sténotherme frais de Maggo (M₁) et semble préférer au Maroc les eaux fraîches des cours supérieurs, sachant que dans le haut Sebou, elle n'a été trouvée que dans une source (DAKKI, 1986a, 1987).

***Hydroptila vectis* Curtis, 1834**

C'est une espèce eurytope qui colonise presque toutes les stations, mais elle est surtout abondante dans les cours supérieurs ses effectifs les plus élevés étant dans les trois stations M₁, M₃ et MB. Elle devient rare dans les biotopes de rivière (L₂, L₃, L₄), correspondant au cours central inférieur et moyen.

***Hydroptila sp.cf. angulata* Mosely, 1922**

Cette espèce est récoltée dans un petit ruisseau de la plaine côtière de l'oued Laou à environ 0,20 m d'altitude. Sa présence dans ce biotope est probablement due au développement excessif d'algues et la présence d'un substrat fin.

***Allotrichia pallicornis* Eaton, 1904**

Assez fréquente dans l'oued Laou, elle réalise son optimum écologique dans son cours moyen (L₂), à périlithon très abondant.

F. PHILOPOTAMIDAE***Chimara marginata* Linné, 1767**

Elle se limite à deux stations de basse altitude : TS (100 m) et L₄ (25 m), où elle est très rare.

***Wormaldia* sp.**

Cette espèce a été récoltée uniquement dans un ruisseau frais permanent (M₂) à 900 m d'altitude.

F. HYDROPSYCHIDAE

Les populations larvaires d'Hydropsychidés présentent généralement de fortes densités dans l'oued Laou.

***Hydropsyche fezana* Navás, 1935**

Elle montre une distribution liée en grande partie au régime thermique. Elle pullule dans les ruisseaux de sources froides (M₁, RM) ou hémieurythermes à hiver froid ou tempéré (M₂, T₃). Sa densité maximale est obtenue à la station T₃ où la teneur importante en matière organique s'ajoute à la fraîcheur des eaux.

Dans les eaux chaudes, elle cède la place aux autres espèces d'Hydropsychidés, qui sont plus thermophiles.

***Hydropsyche lobata* Mcl., 1884**

Thermophile, *H. lobata* côtoie essentiellement les stations du cours central inférieur et moyen de l'oued Laou. Elle pullule dans la station L₃ aux eaux chaudes, rapides et riches en matière organique.

***Hydropsyche marrocana* Navás, 1935**

Contrairement à sa répartition d'espèce banale dans d'autres régions du Maroc, cet Hydropsyché se limite aux cours inférieur et moyen du Laou, où il semble moins prolifique que *H. lobata*.

***Hydropsyche pellucidula* Curtis, 1834**

Cette espèce constitue l'Hydropsyché le plus eurytope dans l'oued Laou, avec des abondances généralement fortes ; elle manifeste une nette préférence pour le ruisseau Moulay Bouchta, semi-temporaire et à été chaud, où les autres Hydropsychés sont quasi-absents.

***Cheumatopsyche sp.cf. atlantis* (Navás, 1930)**

Peu abondant dans le Laou, ce taxon est surtout présent à basse et moyenne altitude (25-500 m) ; sa densité maximale est obtenue dans la petite rivière semi-temporaire MB, où pullule *H. pellucidula*.

F. POLYCENTROPIDAE***Polycentropus kingi* McL., 1881**

Il a été récolté entre 100 et 900 m, mais il est abondant surtout dans les ruisseaux frais (M₁, M₂, RM, T₁). Il est absent dans les eaux chaudes en hiver.

***Plectronemia* sp.**

Seules des larves et des nymphes immatures ont été récoltées entre 100 et 900 m. Cette espèce présente sensiblement les mêmes préférences écologiques que *P. kingi* (sources et ruisseaux d'altitude frais).

F. PSYCHOMYIDAE***Psychomyia pusilla* Fabricius, 1781**

Ce taxon est abondant dans les deux stations de rivières les plus basses L₃ et L₄, mais son effectif reste également élevé dans la petite rivière d'altitude M₃, relativement chaude.

***Paduniella vandeli* Decamps, 1965**

Il s'agit d'un taxon thermophile (DAKKI, 1982, 1986a) est rare dans l'oued Laou ; il n'a été trouvé que dans trois ruisseaux à été chaud de basse et moyenne altitude, parmi lesquels la station T₂, représentant un émissaire de source à température voisine de 16°C.

***Tinodes* sp.**

Cette espèce inédite a été récoltée dans les affluents permanents ou semi-temporaires du haut et moyen Laou à (200-800 m d'alt.).

F. ECNOMIDAE***Ecnomus* sp.cf. *deceptor* McL., 1884.**

Elle se cantonne dans deux cours d'eau semi-temporaires O₂ (500 m d'alt.) et MB (325 m d'alt.). L'un de ces ruisseaux montre des courants très forts, mais l'espèce n'y apparaît qu'au moment des étiages où elle occupe alors un faciès lénitique et chaud.

F. BRACHYCENTRIDAE***Micrasema moestum* Hagen, 1868**

Elle montre une forte préférence pour l'émissaire de source froid M₁ et n'est récoltée que sporadiquement dans les autres émissaires de sources. Les algues et les mousses qui abondent dans la station M₁ constituent un habitat très favorable aux larves (DECAMPS & LAFFONT, 1974).

F. GOERIDAE***Silonella aurata* Hagen, 1864**

Des larves et des adultes ont été récoltés en nombre important à la station Maggo (M₁) à 800 m d'altitude ; elle est également présente, mais très rare à oued Ouara (O₁), proche de M₁.

F. LIMNEPHILIDAE***Limnephilus* sp.**

Cette espèce, très probablement nouvelle pour la science, a été récoltée dans trois stations qui sont des émissaires de sources : l'oued Maggo à l'amont (M₁, 800 m d'alt.), l'oued Ouara (O₁, 700 m d'alt.) et Ras El Ma (RM, 680 m d'alt.). De nombreux adultes ont été capturés dans la première localité.

***Allogamus* sp.**

Il s'agit également d'espèce inédite ; elle pullule dans deux émissaires de sources M₁ (800 m

d'alt.) et T₄ (250 m d'alt.). Des adultes (mâles et femelle) ont été capturés à la première station à l'aide d'un piège lumineux.

***Mesophylax aspersus* Rambur, 1842**

Un seul individu (nymphe mûre) a été récolté sporadiquement dans un affluent temporaire de l'oued Laou situé aux environs de Derdara (425 m d'alt.) à écoulement très lent.

F. SERICOSTOMATIDAE***Schizopelex festiva* Rambur, 1842**

Elle a été récoltée dans trois cours d'eau permanents et frais d'altitude (M₁, M₂, O₁ et RM), sa forte abondance étant dans l'émissaire de source Maggo (M₁).

F. CALAMOCERATIDAE***Calamoceras* sp.**

Il s'agit probablement d'une espèce nouvelle pour la Science, qui n'a été capturée que dans l'émissaire de source de Maggo (M₁).

F. LEPTOCERIDAE

Dans le Rif, cette famille est représentée par trois espèces seulement, alors qu'elle est très diversifiée dans le haut Sebou (DAKKI, 1987).

***Athripsodes* sp.**

Les larves de cette espèce ont été trouvées dans l'émissaire de source Maggo à 800 m d'altitude, mais quelques individus ont été également récoltés dans les oueds Ouara (700 m) et Moulay Bouchta (325 m).

***Setodes acutus* Navás, 1935**

Elle est présente dans des cours d'eau semi-temporaires et permanents alors qu'elle est rare, voire absente, dans les rivières. Ce taxon occupe une large gamme de biotopes, mais il manifeste une forte préférence pour le petit ruisseau héli-eurytherme à hiver et été tempéré O₁ où le substrat contient une bonne proportion de sable à partir duquel les larves construisent leur étui.

***Setodes* sp.**

Les larves ont été récoltées sporadiquement dans un cours d'eau temporaire à 100 m d'alt. (TS).

COMMENTAIRES BIOGEOGRAPHIQUES

La liste précédemment établie ne présente pas un inventaire complet des Trichoptères et des Ephéméroptères du Rif ; les espèces qui se cantonnent dans les sources froides de haute altitude (plus de 1000 m) n'ont sans doute pas été recensées. Cependant, elle est suffisante pour rendre compte

des modes de répartition géographique de ces deux groupes zoologiques.

Nous avons retrouvé au moins cinq des six types de répartition déjà signalée par DAKKI (1986a) :

Endémiques marocaines ou nord-africaines

?*Baetis* sp.1, ?*Baetis* sp.2, ?*Baetis* sp.3, ?*Baetis* sp.4, *E. rothschildi*, *C. (Choroterpes) volubilis*, *C. (Choroterpes) atlas*, ?*Habrophlebia* sp. *E. ifranensis*, ?*Rhithrogena* sp.1, ?*Rhithrogena* sp.2, ?*Rhithrogena* sp.3, et ?*Rhithrogena* sp.4 ; *Rhyacophila oreina*, *A. beredensis*, *Hydroptila* sp.cf. *angulata*, *Hydroptila* sp.cf. *lotensis*, *Hydroptila* sp.gpe *kalonochtis*, ?*Wormaldia* sp., *H. fezana*, *H. maroccana*, ?*Cheumatopsyche* sp., *Tinodes* sp., *Limnephilus* sp., *Allogamus* sp., *Calamoceras* sp., ?*Athripsodes* sp., *S. acutus*, ?*Setodes* sp..

Ibéro-nord-africaines

O. skhounate, *P. concinnum*, *P. neglectus*, *A. incertulus*, *H. cintrana*, *H. lobata*, *S. festiva*.

Méditerranéennes strictes

B. pavidus, *P. vandeli*, *O. unidentata*, *S. aurata*.

Formes de Méditerranée et d'Europe centrale

C. dimorphicum, *E. sylvicola*, *P. luteus*,

E. virgo, *A. pallicornis*, *C. marginata*, *P. kingi*, *M. moestum*, *M. aspersus*.

Formes à dispersion latitudinale couvrant toute la zone paléarctique occidentale

B. rhodani, *B. fuscatus*, *A. muticus*, *C. pennulatum*, *C. luteolum*, *C. dipterum*, *S. ignita*, *C. luctuosa*, *I. clavata*, *O. falcata*, *H. vectis*, *H. pellucidula*, *P. pusilla* ;

Une espèce afro-tropicale remontant jusqu'en Europe occidentale

? *Ecnomus* sp.cf. *deceptor*.

STRUCTURE BIOTYPOLOGIQUE

Les trois premiers axes cumulent 48,3% de l'inertie totale du nuage des points, avec 25,02% pour l'axe F1.

L'axe F1 représente la succession amont-aval des stations (Fig. 2) et des espèces (Fig. 3) puisqu'en joignant les points-stations du cours central du réseau hydrographique du Laou suivant leur succession dans la nature, nous obtenons une courbe en forme de V reflétant la présence de ce gradient.

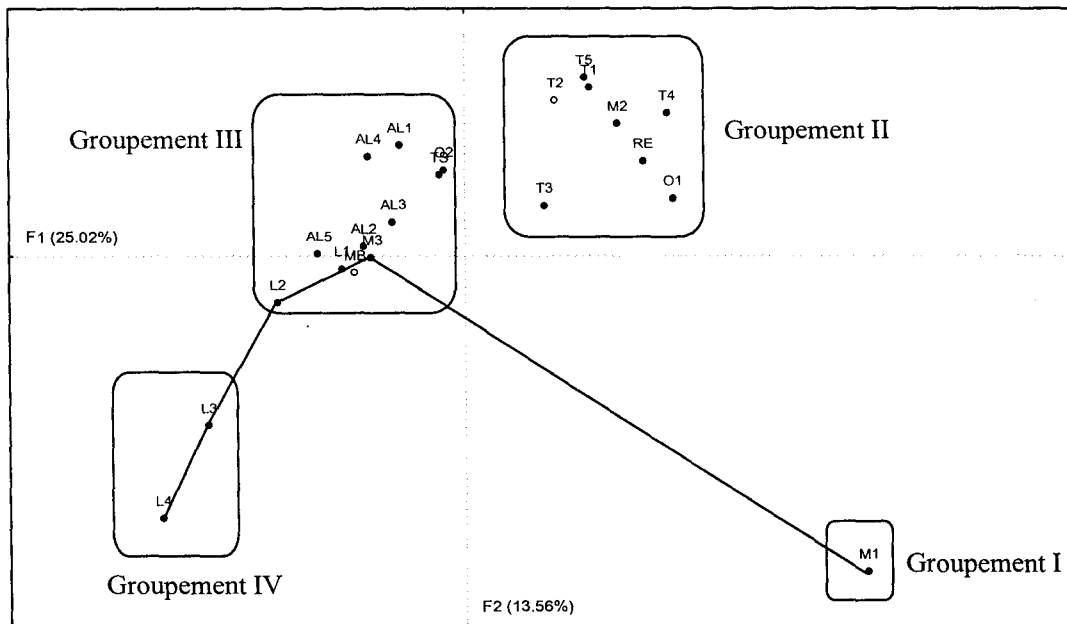


Figure 2 : Biotypologie du réseau hydrographique Laou : structure du nuage-stations dans le plan F1-F2 de l'AFC. (les stations T2 et MB projetées en éléments supplémentaires).

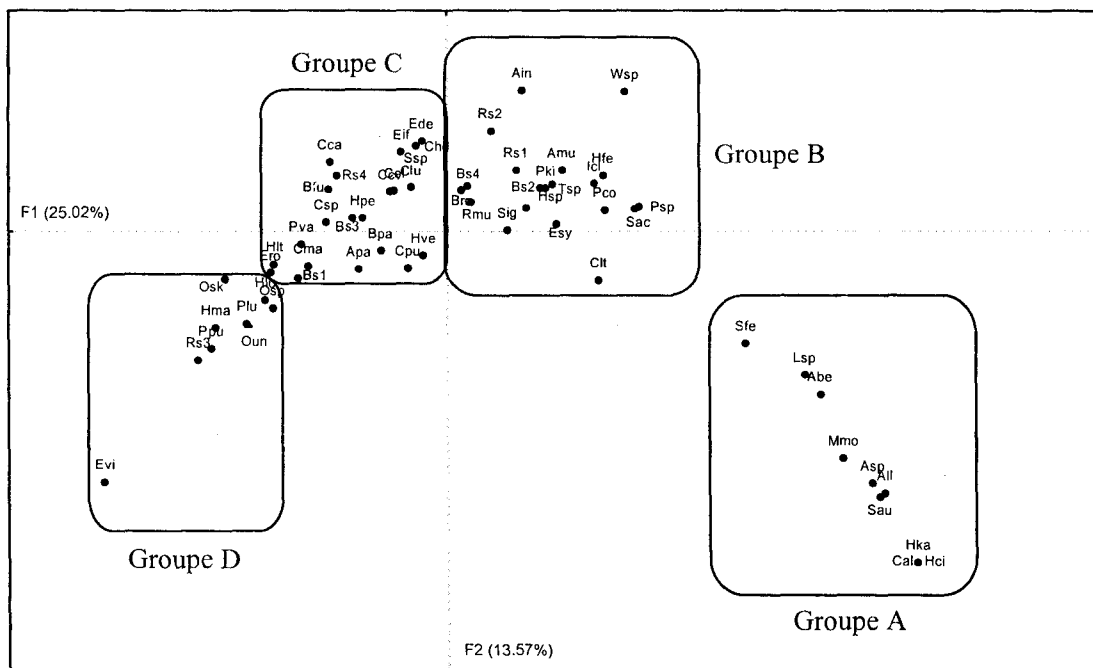


Figure 3 : Biotypologie du réseau hydrographique Laou : structure du nuage-espèces dans le plan F1-F2 de l'AFC.

Les représentations factorielles de la figure 6 montrent que trois principaux paramètres participent efficacement à l'explication de cette succession amont-aval :

La pente ($r = 0,73$). L'oued Laou est situé dans l'une des zones les plus abruptes de la chaîne rifaine où les cours d'eau sont généralement pentus et de faible parcours. Ainsi, dans ces oueds, la pente constituera l'un des principaux facteurs de répartition des espèces, rôle qui a été souligné dans d'autres régions européennes (RIBAUT, 1966 ; *in* BOTOSANEANU, 1979 ; HYNES, 1971 ; ANGELIER & *al.*, 1985).

La moyenne thermique ($r = -0,68$). Ce résultat est conforme aux travaux précédemment réalisés au Maroc, mettant l'accent sur le rôle essentiel des facteurs thermiques dans la macro-distribution des espèces le long des réseaux lotiques étudiés (DAKKI, 1987).

L'altitude ($r = 0,67$) qui interviendrait principalement par son influence sur la température mais aussi par le fait qu'elle crée une succession réelle amont-aval dans chaque cours d'eau.

L'axe F2 (Fig. 6 d,e) peut s'expliquer par la distance à la source ($r = -0,64$) et la largeur du lit (r

$= -0,56$). Les stations de haute altitude, situées en aval des sources possèdent, généralement, une largeur de lit modérée, alors qu'elle est assez importante le long du cours central, plus particulièrement dans les zones aval des principaux affluents, O. Maggo (M₃), O. Ouara (O₂) et le point de confluence de ces deux ruisseaux (L₁) et dans la partie inférieure du Laou.

L'axe F3 (Fig 4, Fig. 5 et Fig. 6 f, g, h) s'explique par certaines composantes chimiques, la dureté magnésienne ($r = -0,72$) et à moindre degré, le taux d'oxygène dissous ($r = -0,43$) et la vitesse moyenne du courant ($r = -0,42$).

Dans le plan F1-F2 (Fig. 2) les stations des cours d'eau temporaires (AL₁, AL₂, AL₃, AL₅, O₂, Ts) se regroupent à peu près vers le centre du plan factoriel, dans une position intermédiaire entre les émissaires de sources (M₁, M₂, O₁, T₁, T₂, T₃, T₄, T₅, RE) et les stations permanentes du cours moyen (M₃, L₁, L₂) et inférieur (L₃, L₄). En effet, les biotopes temporaires sont côtoyés à la fois par des taxons préférant les eaux fraîches et les espèces thermophiles qui apparaissent avec les changements brutaux de la température vers la fin du printemps.

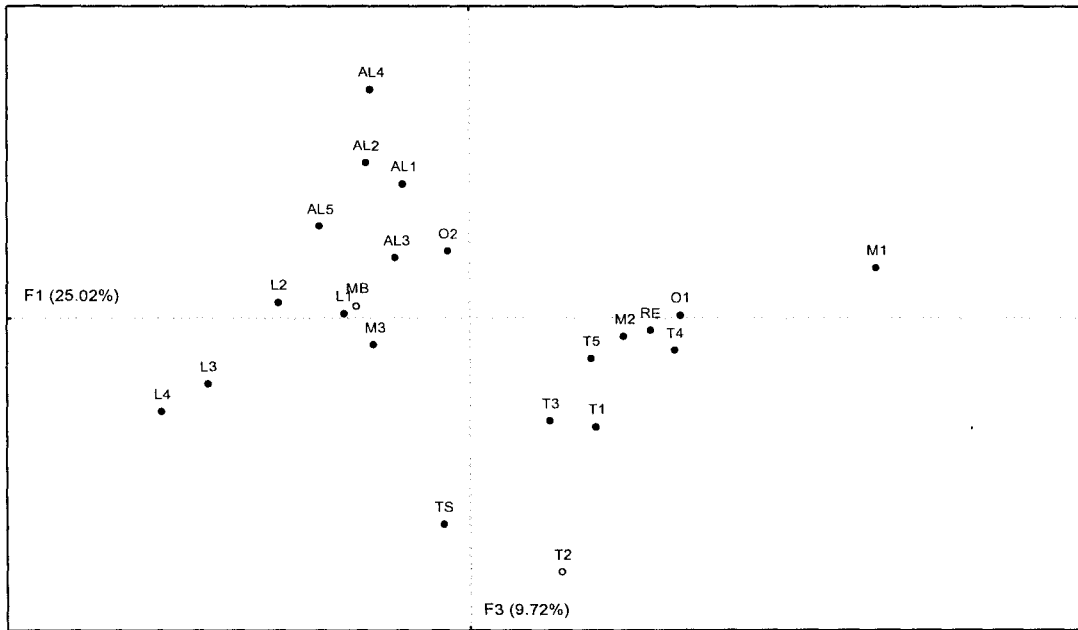


Figure 4 : Biotypologie du réseau hydrographique Laou : structure du nuage-stations dans le plan F1-F3 de l'AFC (les stations T2 et MB projetées en éléments supplémentaires).

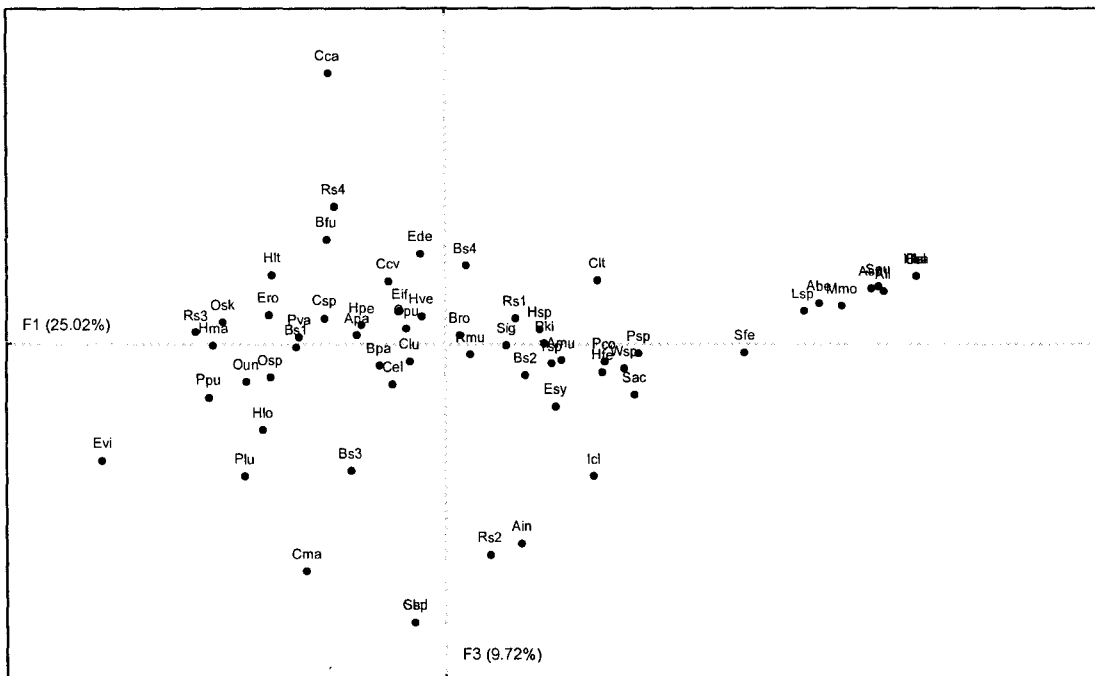


Figure 5. Biotypologie du réseau hydrographique Laou : structure du nuage-espèces dans le plan F1-F3 de l'AFC.

La distribution des espèces dans le plan F1-F2 (Fig. 3) montre une certaine continuité, qui exprime le remplacement progressif des espèces les unes par

les autres. Toutefois, il a été possible d'effectuer dans cette structure des regroupements d'espèces et de stations et d'obtenir une biotypologie du réseau.

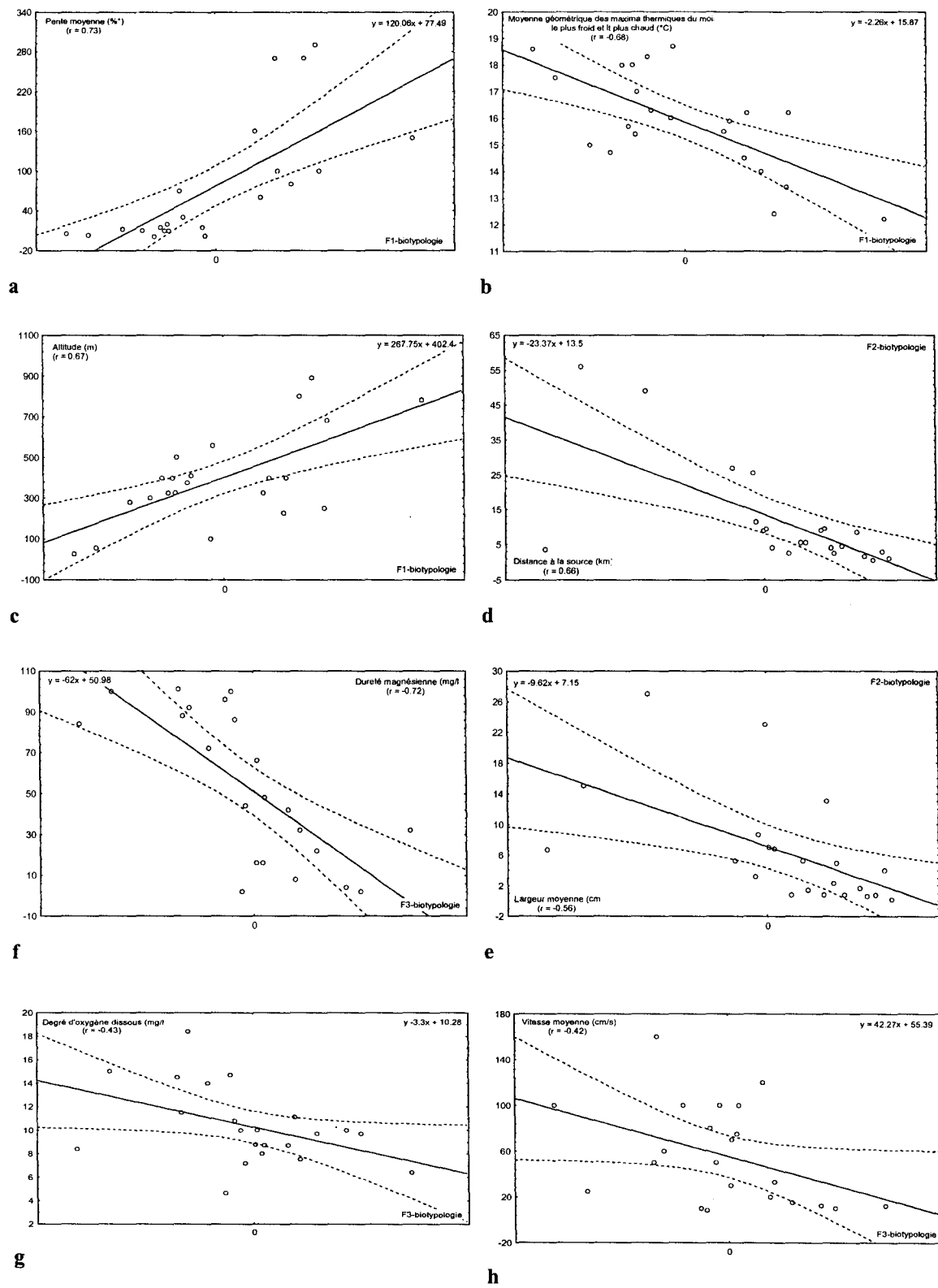


Figure 6. Corrélation et droite de régression de certains paramètres abiotiques avec des coordonnées des stations sur les axes F1, F2 et F3.

Groupements des stations

Dans le plan F1-F2, nous avons pu identifier quatre groupements ayant une faune et des caractères mésologiques communs ; les stations des cours temporaires (AL₁, AL₂, AL₃, AL₄, AL₅, O₂, TS) et semi-temporaires (MB) se regroupent à peu près vers le centre du plan factoriel, dans une position intermédiaire entre les émissaires de sources (M₁, M₂, O₁, T₁, T₃, T₄, T₅, RM) et les stations permanentes du cours moyen (M₃, L₁, L₂) et inférieur (L₃, L₄). En effet, les biotopes temporaires sont côtoyés à la fois par des taxons préférant les eaux fraîches et les espèces thermophiles qui apparaissent avec les changements brutaux de la température vers la fin du printemps.

Groupement (I) du grand émissaire de source froide de haute altitude (st. M1)

Il correspond au peuplement du grand émissaire de source froide, de haute altitude, à courant très fort et à substrat végétal abondant (pérlithon, Phanérogames) : il occupe une position éloignée de l'origine des axes liée à la spécialisation de son peuplement.

Rappelons que deux autres stations (MB et T₂) ont montré des peuplements particuliers, avec des espèces exclusives en MB (*O. falcata*, *C. dipterum*) et une autre très abondante en T₂ (*A. incertulus*) mais présente aussi en T₁ et T₃ avec une plus faible abondance. Ces deux stations se caractérisent par des paramètres mésologiques assez particuliers d'où leur éloignement de la station M₁ dans le plan F1-F2 (Fig. 2) et F1-F3 (Fig. 4) : T₂ est un petit émissaire de source sténotherme permanent, chaud de moyenne altitude, alors que la station MB est un grand ruisseau semi-temporaire, eurytherme du cours moyen du Laou

Groupement (II) des stations du cours supérieur qui englobe surtout des émissaires de sources

Les émissaires de sources pérennes sténothermes ou héli-eurythermes (M₂, RM, O₁). Ce sont les stations les plus hautes de ce cours d'eau. Seulement, l'amplitude thermique des stations O₁ et M₂ est importante (13°C) par rapport à celle de la station RM (4°C), ceci est du probablement à la perturbation du débit, par prélèvement d'eau.

Les émissaires de sources sténothermes et héli-eurythermes (T₁, T₄, T₃, T₅). Ce sont les stations les plus inclinées de ce cours d'eau. En dépit de leur temporalité les stations sténothermes T₄ et T₅ sont côtoyées par un peuplement préférant les eaux fraîches d'où leur emplacement près des stations M₂, RM, O₁, alors que le peuplement de la station T₃ est

plus riche en espèces thermophiles d'où sa position près des stations temporaires eurythermes.

Groupement (III) des stations du cours moyen

Ruisseaux et rivières temporaires héli-eurytherme et eurytherme (O₂, AL₁₋₅, TS). Ce groupement est proche du centre de gravité du nuage en raison de la prédominance d'espèces eurytopes dans ses peuplements.

Les stations permanentes du cours axial (M₃, L₁, L₂). Le changement rapide des conditions thermiques entre l'émissaire de source M₁ et les stations qui le succèdent favorisent la prolifération des espèces thermophiles d'où la position de ces stations près des biotopes du cours inférieur. Dans ce noyau on note la présence de la station semi-temporaire MB caractérisée par des espèces exclusives (*P. neglectus*, *C. dipterum* et *O. falcata*).

Groupement (IV) des stations du cours inférieur. (L₃, L₄)

Leur position typologique est éloignée de l'origine des axes, leurs peuplements renferment une espèce très sténotope *E. virgo* et une espèce fortement abondante *H. maroccana*.

Groupements d'espèces

La distribution des espèces dans le plan F1-F2 (Fig. 3) montre une certaine continuité, qui exprime le remplacement longitudinal progressif des espèces les unes par les autres. Toutefois, il a été possible d'effectuer dans cette structure des regroupements d'espèces et de stations et d'obtenir une biotypologie du réseau.

Groupe A

C'est un groupement assez individualisé et éloigné de l'origine des axes.

Il est constitué par un ensemble d'espèces sténotopes, peuplant l'émissaire de la grande source de Maggo (M₁). Il confère à ce biotope une grande originalité, avec trois espèces exclusives (*Calamoceras sp.*; *Hydroptila sp.gr. kalonichtis* et *H. cintrana*) et sept autres fortement abondantes dans cet habitat de source: (*M. moestum*, *S. aurata*, *Limnephilus sp.*, *Allogamus sp.*, *S. festiva*, *Athripsodes sp.* et *A. berdensis*).

Groupe B

Il correspond à un deuxième groupement d'espèces peuplant des émissaires de sources :

Rhithrogena sp.1, *Rhithrogena sp.2*, *Wormaldia sp.* et *A. incertulus*. Ce sont des espèces sténotopes caractérisant les stations du cours

supérieur du Laou. Ainsi Les deux premières se cantonnent dans les stations O₁, O₂, M₃, T₁ et T₃ alors que la dernière espèce habite préférentiellement l'émissaire de source T₂. *Wormaldia* sp. affectionne uniquement les eaux fraîches de l'oued Maggo (M₁).

P. concinnum, *C. luteolum*, *S. acutus*, *I. clavata*, *Plectronemia* sp. et *Hydropsyche fezana*, ces trois dernières espèces prédominent dans les stations M₂, O₁, RM alors que les autres espèces sont plus abondantes dans la station M₂, O₁ et T₃. La présence de ces deux Ephéméroptères lénilithophiles dans ce groupement est dû au fait que ces deux espèces ont été récoltées avec des abondances assez importantes dans les zones calmes des stations M₁ et O₁.

Tinodes sp., *P. kingi*, *P. munda oreina*, *A. muticus*, *E. sylvicola* et *Habrop. 'ebia* sp. atteignent leur optimum écologique dans les stations les plus hautes, riches en Phanérogames et en Périlithon : en effet, ces espèces ont été rattachées au rhithron par un certain nombre d'auteurs (GIUDICELLI, 1970 ; DAKKI, 1979 ; DIA, 1983 ; EL AGBANI, 1984 ; MOHATI, 1985...).

B. rhodani, *Baetis* sp.4 et *S. ignita*, la majorité de ces espèces sont plus ou moins eurytopes dont la majorité préfèrent habiter les eaux fraîches du cours supérieur.

Groupe C

Ce groupement est écologiquement hétérogène. Il occupe sur le graphique un espace important, en regroupant les peuplements des stations de ruisseaux, de rivières de moyenne et basse altitude. C'est un ensemble d'espèces assez diffuses, constitué de trois noyaux.

**E. ifranensis*, *Setodes* sp., *Ecnomus* sp.cf. *deceptor* et *C. dimorphicum* se cantonnent dans des stations des cours supérieur (M₁, T₁) et moyen (O₂, L₁, MB, TS) du Laou.

Baetis sp.3, *B. fuscatus*, *C. volubilis*, *C. atlas*, *C. lindrothi*, *C. luctuosa*, *Rhithrogena* sp.4, *Cheumatopsyche* sp., *H. Pellucidula*, sont des espèces qui côtoient à la fois les cours moyen et inférieur du Laou.

**B. pavidus*, *E. rothschildi*, *C. pusilla*, *H. vectis*, *Hydroptila* sp. cf. *lotensis*, *C. marginata*, *A. pallicornis* et *P. vandeli*, sont également des espèces des cours moyen et inférieur qui présentent des abondances assez élevées aussi bien dans les eaux temporaires que dans les eaux permanentes. Elles sont plus thermophiles, et se placent dans le plan factoriel plus en "aval" du noyau précédent.

Groupe D

Il est bien individualisé dans la structure biologique en occupant une position éloignée de

l'origine des axes. Le groupement de stations correspondantes est celui de rivière de basse altitude, L₃ et L₄ (*O. unidentata*, *Orthotrichia* sp., *H. lobata*, *O. skhounate*, *H. maroccana*, *Rhithrogena* sp.3, *P. luteus* et *P. pusilla*). Il regroupe plusieurs espèces thermophiles et potamobiontes qui vivent dans les cours moyen et inférieur, avec des maxima de densité dans ces derniers.

E. virgo, espèce sténotope, thermophile caractérise les stations du cours inférieur (L₃ et L₄).

DISCUSSION

Les peuplements des Ephéméroptères et des Trichoptères de l'oued Laou, comparée à d'autres cours d'eau marocains, ont une certaine originalité qui réside dans le fait que la montée exagérée en altitude de certaines espèces constatées par DAKKI (1979, 1986a, 1987), EL AGBANI (1984), EL AGBANI & al. (1992), MOHATI (1985), AJAKANE (1988), BOUZIDI (1989), n'est pas très apparente à l'oued Laou. Ainsi, *Epeorus sylvicola*, *Schizopelex festiva*, *Micrasema moestum* qui sont alticoles dans les Atlas, ont été récoltées dans le Laou à des altitudes relativement basses (TAYOUB, 1989 ; EL ALAMI, 1989). Il est possible que ce phénomène soit lié dans le Rif à la faible amplitude altitudinale du réseau et/ou à l'existence (pendant une bonne partie de l'année) d'un régime torrentiel et à des conditions de fraîcheur dans certains secteurs de basse et moyenne altitude, ce qui y favorisent l'installation de certaines espèces non thermophiles considérées comme alticoles dans les Atlas.

Dans l'analyse de la biotypologie, les peuplements inféodés aux eaux permanentes sont identiques à ceux qui se trouvent dans les eaux temporaires. En définitive, les conditions offertes par ces derniers biotopes sont plus ou moins identiques à celles des cours d'eau permanents, particulièrement, dans les stations où la phase inondée est la plus longue (O₂, AL₄, AL₅ et TS), ce qui a permis l'installation, à la fois, d'espèces estivales et hivernales.

De même, certains cours d'eau permanents subissent un réchauffement estival excessif (st. M₃, T₁, L₂) ainsi qu'une forte réduction du débit (st. T₂) et du courant au point qu'il y a une réduction, voire une disparition, estivale de la faune. De ce fait, le caractère temporaire est relativement peu exprimé dans la structure biotypologique.

L'analyse biocénétique a mis en évidence une succession amont-aval des espèces selon un gradient thermique croissant. Ces espèces sont réparties en quatre groupements correspondants à dix types de

peuplements. Seulement, les critères de rapprochement basés sur les espèces indicatrices nous ont paru insuffisants pour classer nos groupements dans le système de classification d'ILLIES & BOTOSANEANU (1963), étant donné que la composition faunistique de l'oued Laou est caractérisé par la présence de 56,3% d'espèces strictement marocaines, nord-africaines ou ibéro-nord-africaines. Par ailleurs, oued Laou, tout comme les autres réseaux marocains, montre de grandes différences mésologiques avec les cours d'eau de l'Europe moyenne, notamment en ce qui concerne les facteurs thermiques et hydrologiques.

L'analyse de la composition faunistique, des groupements obtenus nous a permis tout au plus de les situer dans le schéma simplifié proposé par DAKKI (1986a, 1987).

L'individualisation du peuplement de l'émissaire de source Maggo (M1, groupe I), qui renferme un ensemble d'espèces sténotopes plus ou moins crénophiles peut être rapporté au peuplement de type A.

Schizopelex festiva, *Micrasema moestum* sont des espèces qui ont été placées par DAKKI dans le peuplement de type B avec un très faible degré de préférence pour la première espèce. Si l'on considère la forte densité avec laquelle elles ont été récoltées

dans la station M1, ces deux espèces feraient partie du peuplement de type A.

Le biocénotype B, qui regroupe les espèces dont l'habitat correspond aux émissaires de sources de hautes et moyennes altitudes, correspond au "peuplement de type B" proposé par DAKKI "peuplement mésotherme de petites rivières tempérées de haute altitude". Pour ne citer que les espèces structurales mentionnons : *Wormaldia* sp., *Hydropsyche fezana*, *Agapetus incertulus*, *Setodes acutus*, *Tinodes* sp., *Alainites muticus*, *Polycentropus kingi*, *Epeorus sylvicola*, *Habrophlebia* sp. et *Serratella ignita*.

Le type « C » décrit par DAKKI "peuplement thermophiles de rivières chaudes de basse et moyenne altitudes" correspond aux biocénotypes C et D définis à l'oued Laou. Dans ce cours d'eau, ce type de peuplement est très diversifié mais dominé par des formes thermophiles potamobiontes.

Le type « D » défini par DAKKI comme étant un peuplement d'eau courante temporaire semble être absent dans le Laou du fait que la répartition des stations dans le plan F1-F2 biotypologique se fait indépendamment de la temporalité à cause, probablement, de l'absence d'Ephéméroptères et Trichoptères « indicateurs de la temporalité ».

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AJAKANE, A. (1988). - *Etude hydrobiologique du bassin versant de l'oued N'fis (haut-Atlas marocain) : biotypologie, dynamique saisonnière, impact de l'assèchement sur les communautés benthiques*. Thèse de 3^{ème} cycle, Fac. Sci., Marrakech, 189 p.
- ANGELIER, E. ; ANGELIER, M.L. & LAUGA, J. (1985). Recherches sur l'écologie des Hydracariens (*Hydrochne*llae, *Acari*) dans les eaux courantes. *Annls. Limnol.*, 21, 1, pp. 25-64.
- ALBA-TERCEDOR, J. & JIMENEZ MILLAN, F. (1987). - Larvas de Efemeropteros de las estribaciones de Sierra Nevada. Factores que intervienen en su distribucion. *Bol. Asoc. Esp. Entom.*, 2, pp. 91-103.
- BADRI, A. (1985). - *Etude hydrobiologique d'un cours d'eau de plaine en zone semi-aride : le Tensift. Impact des crues sur la biocénose*. Thèse de 3^{ème} cycle, Fac. Sci. Marrakech, 124 p.
- BENABID, A. (1982). - *Etude phytoécologique, Biogéographique et dynamique des associations et séries sylvatiques du Rif occidental (Maroc)*. Thèse de 3^{ème} cycle, Fac. Sci. Rabat, 199 p.
- BERRAHOU, A. (1995). *Recherches sur la distribution longitudinale des macroinvertébrés benthiques : cas du Rhone français et des cours d'eau marocains*. Thèse d'Etat Uni. Mohammed I, Fac. Sci ; Oujda. 212 p.
- BOTOSANEANU, L. (1979). Quinze années de recherches sur la zonation des cours d'eau : 1963-1978. *Bijdragen tot de Dierkunde*, 49 (1), pp. 109-134.
- BOUMAIZA & THOMAS, A.G.B. (1986). - Répartition et écologie des Ephéméroptères de Tunisie, 1ère partie (Insecta, Ephemeroptera). *Archs. Inst. Pasteur Tunisie*, 4, pp. 567-599.
- BOURNAUD, M. & KECK, G. (1980). - Diversité spécifique et structure des peuplements de macro-invertébrés benthiques au long d'un cours d'eau : le Furans (Ain). *Acta. Oecologia, Oecol. Gener.*, 1, 2, pp. 131-150.
- BOURNAUD, M. ; KECK, G. & RICHOUX, P. (1980). - Les peuplements de macro-invertébrés benthiques en tant que révélateurs de la physionomie d'une rivière. *Annls Limnol.*, 16, 1, pp. 55-75.
- 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, Univ. Cadi Ayyad. Fac. Sc. Marrakech, 190 p.
- DAKKI, M. (1979). - *Recherches hydrobiologiques sur un cours d'eau du moyen Atlas (Maroc)*. Thèse de 3^{ème} cycle, Aix Marseille III, 126 p.

- DAKKI, M. (1982). - Trichoptères du Maroc. *Bull. Inst. Sci.*, Rabat, 6, pp. 139-155.
- DAKKI M. (1986a). - *Recherches hydrobiologiques sur le haut Sebou (Moyen Atlas) ; une contribution à la connaissance faunistique, écologique et historique des eaux courantes Sud-méditerranéennes*. Thèse es. Sci. Fac. Sci. Rabat, 181 p.
- DAKKI, M. (1986b). - Biotypologie et gradient thermique spatio-temporel. Etude sur un cours d'eau du Moyen Atlas (Maroc). *Bull. Ecol.*, 17 (2).
- DAKKI, M. (1987). - Ecosystèmes d'eau courante du haut Sebou (Moyen Atlas) ; Etudes typologiques et analyses écologiques et biogéographie des principaux peuplements entomologiques. *Trav. Inst. Sci.*, Serie Zoologie, 42, 99 p.
- DAKKI, M. & EL AGBANI, M.A. (1983). - Ephéméroptères d'Afrique du Nord : 3. Eléments pour la connaissance de la faune marocaine. *Bull. Inst. Sci.*, Rabat, 7, pp. 115-126.
- DECAMPS, H. & LAFONT, M. (1974). - Cycles vitaux et production des Micrasema pérénéennes dans les mousses d'eau courantes (Trichoptères, Brachycentridae). *Annls. Limnol.*, 10, 1, pp. 1-32.
- DIA, A. (1983). - *Recherches sur l'écologie et la biogéographie des cours d'eau du Liban méridional*. Thèse es-sciences, Marseille, 302 p.
- EL AGBANI, M.A. (1984). - *Le réseau hydrographique du bassin versant de l'oued Bouregreg (plateau central marocain)*. Essai de biotypologie. Thèse de 3^{ème} cycle. Univ. Claude Bernard. Lyon I, 147 p.
- EL AGBANI, M.A. ; DAKKI, M. & BOURNAUD, M., (1992). - Etude typologique du Bouregreg (Maroc) : Les milieux aquatiques et leurs peuplements en macroinvertébrés. *Bull. Ecol.*, 23, 1-2, pp. 103-113.
- EL ALAMI EL MOUTAOUAKIL, M. (1989). - *Etude hydrobiologique d'un réseau hydrographique Nord-Rifain, l'Oued Laou : Typologie, écologie et biogéographie des Ephéméroptères*. Thèse de 3^{ème} cycle. Uni. Mohamed V, Fac. Sc. Rabat, 187 p.
- EL GHARBAOUI, M. (1981). - La terre et l'homme dans la Péninsule Tingitane (étude sur le milieu naturel dans le Rif occidental). *Trav. Int. Sc. Ser. Géol. & Géogr. Phys.*, 15, 440 p. + 8 cartes.
- GAGNEUR, J. & THOMAS, A.G.B. (1988). - Contribution à la connaissance des Ephéméroptères d'Algérie. I. Répartition et écologie (1ère partie) (*Insecta, Ephemeroptera*). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 124, pp. 213-223.
- GIUDICELLI, J. (1970). - Les Biocénoses zonales d'un réseau hydrographique. *Ann. Fac. Sci. Marseille*, T.XL, III B, pp. 107-125.
- HYNES, H.B.N. (1971). - Zonation of the invertebrate fauna in a west Indian stream. *Hydrobiologia*, 38, 1, pp. 1-8.
- ILLIES, J. & BOTOSANEANU, L. (1963). - Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. *Mitt. Internat. Verein. Limnol.*, 12, pp. 1-57.
- MOHATI, A. (1985). - *Recherche hydrobiologique 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^{ème} cycle, Fac. Sci., Marrakech. 108 p.
- NISBET, N. & VERNAUX, J. (1970). Composantes chimiques des eaux courantes : discussions et propositions de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques. *Ann. Limnol.*, 6, 2, pp. 161-190.
- SOLDÁN, T. & THOMAS, A.G.B. (1985). *Centroptilum dimorphicum* sp. n. a new species of mayfly (Ephemeroptera, Beatidae) from Algeria. *Acta. Entomol. Bohemoslov.*, 80, pp. 180-186.
- TAYOUB, H. (1989). - *Etude hydrobiologique d'un réseau hydrographique rifain, l'oued Laou : Typologie et Ecologie des Trichoptères*. Thèse Doctorat 3^{ème} cycle, Fac. Sci. Rabat, 137 p.

Adresses des auteurs

Majida EL ALAMI

Université Abdelmalek Essaadi
Faculté des Sciences
Département de Biologie
B.P. 2121 M'hannech
Tétouan.

Mohamed DAKKI

Université Mohammed V
Institut Scientifique
Département de Zoologie et Ecologie animale
B.P. 703 Agdal
Rabat.