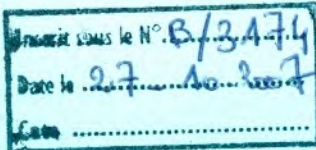


MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID – TLEMCEN
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
LABORATOIRE D'ECOLOGIE ET GESTION DES ECOSYSTEMES
NATURELS



MEMOIRE DE MAGISTER

Mag 135/2

Présentée à la Faculté, pour obtenir le

**Diplôme de Magistère en Ecologie Animale
OPTION : HYDROBIOLOGIE**

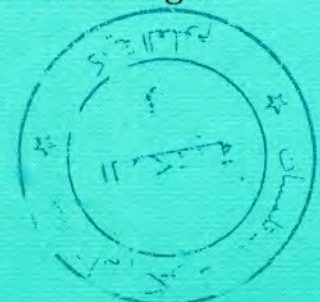
Présentée et soutenue par

MAHI Abdelhakim

**CONTRIBUTION A L'ETUDE
DE LA FAUNE STYGOBIE DE
LA REGION DE TLEMCEN
(NORD-OUEST ALGERIEN)**

Composition du jury

Président : Mr. BOUAZZA. M Université de Tlemcen
Promoteur : M^{me} BELAIDI. N Université de Tlemcen
Examineur : M^{elle} TALEB. A Université de Tlemcen
Examineur : Mr. MERZOUG. D Université de Oum El Bouagui



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID – TLEMCEM
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
LABORATOIRE D'ECOLOGIE ET GESTION DES ECOSYSTEMES
NATURELS

MEMOIRE DE MAGISTER

Présentée à la Faculté, pour obtenir le

**Diplôme de Magistère en Ecologie Animale
OPTION : HYDROBIOLOGIE**

Présentée et soutenue par

MAHI Abdelhakim

**CONTRIBUTION A L'ETUDE
DE LA FAUNE STYGOBIE DE
LA REGION DE TLEMCEM
(NORD-OUEST ALGERIEN)**

Composition du jury

Président : Mr. BOUAZZA. M Université de Tlemcen
Promoteur : M^{me} BELAIDI. N Université de Tlemcen
Examineur : M^{elle} TALEB. A Université de Tlemcen
Examineur : Mr. MERZOUG. D Université de Oum El Bouagui

*That is a step
On which I must fall down,
Or else o'erleap,
For in my way it lies.*

William Shakeaspeare

A mes parents
A mon frère, mes sœurs et ma nièce
A ma grande famille
A « angel »
A mes amis (es)

Remerciements

Ce travail a été entrepris au « Laboratoire d'Ecologie et Gestion des Ecosystèmes Naturels : Equipe d'Hydrobiologie » au sein du Département de Biologie.

Mon leader, durant tout mon travail, fut mon directeur de Mémoire de Magistère le Docteur M^{me} BELAIDI Nouria qui m'a consacré le meilleur de son temps. Ce travail n'aurait été mené sans ses précieux conseils et ses fructueuses critiques. Qu'elle trouve ici toute ma profonde reconnaissance.

J'adresse mes sincères remerciements au Professeur M. BOUAZZA Mohamed, qui m'a fait l'honneur de présider ce jury.

Je suis infiniment reconnaissant au Docteur M^{elle} TALEB Amina, Chef d'équipe au Laboratoire d'Hydrobiologie, qui s'est toujours intéressée à mon travail et qui m'a prodigué ses conseils. Je la remercie profondément d'avoir accepté d'examiner ce mémoire et de m'avoir donné la possibilité d'améliorer mon manuscrit.

Je remercie M. MERZOUG de sa participation au Jury comme examinateur malgré l'éloignement de l'Université de Oum El Bouagi.

Tout le long de mon travail, j'ai été encadrée par des amis et par des collègues que je remercie de tout mon coeur. Qu'ils sachent que je ne les oublie jamais

Que tous les enseignants du Département de Biologie trouvent ici l'expression de mes remerciements pour leurs aides tout le long de mes études.



RÉSUMÉ

Ce travail présente les premières données sur la faune souterraine du bassin versant de la Tafna (Nord-Ouest algérien). En effet, 12 puits, sélectionnés au niveau de ce bassin, font l'objet d'une étude suivie pendant une année, allant du mois de Mars 2005 jusqu'au mois de Mars 2006, en utilisant deux méthodes de prélèvement de la faune des puits: la méthode phréatobiologique et la méthode des nasses, et avec un temps de séjour des nasses de 24 heures.

Avec 39 taxons et 8309 individus, dont 5 sont considérés comme des espèces stygobies, la faune récoltée dans les eaux souterraines de cette région est dominée par le groupe des Crustacés.

Le suivi de la croissance larvaire du genre *Typhlocirolana* (Crustacea Isopoda Cirolanidae), établi sur environ 6000 individus, a permis de déterminer son cycle biologique qui s'étale au-delà de 4 années.

L'eau de la nappe phréatique sous saturé en oxygène, très minéralisée, présente un gradient naturel de salinité et des teneurs variables mais toujours élevés.

Mots clés :

Stygofaune, diversité, puits, Tafna, Nord-Ouest algérien.

ملخص

هذا العمل يمثل أولى المعطيات حول الكائنات التي تعيش في المياه الباطنية لحوض تافنة (الشمال الغربي للجزائر). لهذا الغرض، 12 بئرا، وقع عليها الاختيار في هذا الحوض، شكلت هدفا لدراسة تمت خلال سنة كاملة، ابتداءا من شهر مارس 2005 إلى غاية شهر مارس 2006، باستعمال طريقتين للتحصل على الكائنات التي تعيش في البئر: الطريقة الفخياطوبولوجية وطريقة الفخ، مع أخذ كوقت لمكوث الفخ مدة 24 ساعة. 39 صنف و 8309 فرد، مع 5 تم اعتبارها ككائنات حياتها مرتبطة كليا بالمياه الباطنية. متابعة النمو اليرقاني للنوع *Typhlocirolana* (Crustacea Isopoda Cirolanidae) من خلال حوالي 6000 فردا، سمح بتحديد دورة الحياة التي تتجاوز 4 سنوات. المياه الجوفية الغير مشبعة بالأكسجين، والغنية بالعناصر المعدنية، تشكل تدرج طبيعي للملوحة مع كميات متغيرة لكن دائما مرتفعة.

الكلمات المفتاحية:

الكائنات الباطنية، التنوع، بئر، تافنة، الشمال الغربي للجزائر.

SUMMARY

This work presents the first data on underground fauna of the basin of Tafna (North-western Algerian). Indeed, 12 wells, selected on the level of this basin, are the subject of a study followed during one year, from Mars 2005 until Mars 2006, by using two methods of taking away of the fauna of the wells: phreatobiologic method and method of the trap, and with a residence time of the 24 for trap. With 39 let us tax and 8309 individuals, of which 5 are regarded as species stygobies, the fauna collected in groundwaters of this area is dominated by the group of Shellfish. The follow-up of the larval growth of the kind *Typhlocirolana* (Crustacea Isopoda Cirolanidae), established on approximately 6000 individuals, made it possible to determine its biological cycle which is spread out beyond 4 years. The water of the ground water under saturated with oxygen, very mineral-bearing, presents a natural gradient of salinity and variable but always high contents.

key words:

Stygobiont fauna, diversity, well, Tafna, Algerian North-West.

Liste des figures

Fig. 1 :	Réseau Hydrographique du Bassin Versant de la Tafna	04
Fig. 2 :	Carte géologique de du bassin versant de la Tafna	08
Fig. 3:	Ressources en eau souterraine	17
Fig. 4:	Précipitations et températures moyennes mensuelles des trois stations météorologiques : Zenata, El-Aricha et Mechria	23
Fig. 5 :	Diagrammes Ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) pour les trois stations de : Zenata, El-Aricha et Mechria	24
Fig.6 :	Carte de localisation des puits étudiés	29
Fig. 7 :	Schéma d'un filet phréatobiologique	31
Fig. 8 :	Utilisation du filet phréatobiologique dans le puits (1, 2, 3 : positions successives du filet pendant les séries de tractions)	32
Fig. 9 :	Dessin d'une nasse	34
Fig. 10 :	Structure générale de la biocénose pour l'ensemble des puits	54
Fig. 11:	Structure des principaux groupes récoltés pour l'ensemble des puits ...	55
Fig. 12 :	Structure des groupes d'insectes récoltés pour l'ensemble des puits.....	56
Fig. 13 :	Structure de la biocénose dans les différents puits	66
Fig. 14 :	Variation spatiale du nombre d'individus et de la richesse taxonomique de la faune récolté dans les différents puits	68
Fig. 15 :	Variation spatiale de la richesse taxonomique de la faune stygobie dans les différents puits	68
Fig. 16 :	Variation spatiale du nombre d'individus moyen par puits de la faune récoltée	70
Fig. 17 :	Variation spatiale de la diversité de la faune récolté dans les différents puits	70
Fig. 18 :	Variation spatiale du nombre d'individus et de la richesse taxonomique entre l'amont et l'aval	72
Fig. 19 :	Variation spatiale de la diversité moyenne de la faune récolté entre l'amont et l'aval	72
Fig. 20:	Evolution temporelle du nombre d'individus et de la richesse taxonomique de la faune récoltée	74
Fig. 21:	Evolution temporelle de la richesse taxonomique moyenne de la faune	

	récoltée	74
Fig. 22:	Evolution temporelle du nombre d'individus moyen de la faune récoltée	76
Fig. 23:	Evolution temporelle de la diversité	76
Fig. 24 :	Structure générale de la faune stygobie pour l'ensemble des puits.....	78
Fig. 25 :	Variation spatiale des différents taxons dans les différents puits.....	81
Fig. 26 :	Evolution temporelle des différents taxons stygobie dans les différents puits	83
Fig. 27 :	Plan factoriel des puits (Axe1 – Axe2)	85
Fig. 28 :	Plan factoriel des puits (Axe1 – Axe2)	85
Fig. 29 :	Plan factoriel des puits après discrimination (Axe1 – Axe2)	87
Fig. 30 :	Distribution de la faune dans les différents puits après discrimination ..	87
Fig. 31 :	Evolution temporelle dans le Plan factoriel (Axe1 – Axe2)	89
Fig. 32 :	Distribution de la faune en fonction des périodes hydrologiques (après discrimination)	89
Fig. 33 :	Distribution des derniers stades larvaires du genre <i>Typhlocirolana</i>	92
Fig. 34 :	Croissance larvaire du genre <i>Typhlocirolana</i>	94
Fig. 35 :	Variation de la température moyenne de l'eau dans les différents puits.	96
Fig. 36 :	Variation de la profondeur moyenne de la surface de l'eau dans les différents puits	96
Fig. 37 :	Variation temporelle de la profondeur moyenne de la surface de l'eau dans les différents puits	98
Fig. 38 :	Distribution du pH de l'eau dans les différents puits	100
Fig. 39 :	Distribution de l'oxygène dissous de l'eau dans les différents puits	100
Fig. 40 :	Distribution de la conductivité de l'eau dans les différents puits	102

Listes des tableaux

Tableau N°1 :	Coordonnées géographiques des stations	20
Tableau N°2 :	Précipitations mensuelles moyennes (en mm) des différentes stations	20
Tableau N°3 :	Températures moyennes mensuelles des différentes stations.....	21
Tableau N°4 :	Quelques caractéristiques des puits étudiés	28
Tableau N°5 :	Liste faunistique	52
Tableau N°6 :	Stades larvaires du genre <i>Typhlocirolana</i>	91
Tableau N°7 :	Les valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques mesurées	103

Sommaire

Introduction	01
Chapitre I : Etude du milieu	
I- Présentation générale du bassin versant de la Tafna	03
1. Situation	03
2. Subdivision	03
3. Réseau hydrographique	03
4. Aperçu pédologique	04
5. Régime hydrologique	05
II- Cadre géologique du bassin versant de la Tafna	06
1. Le primaire	06
2. Le secondaire	09
3. Tertiaire	12
4. Le Plio-Quaternaire	13
III- Cadre hydrogéologique du bassin versant de la Tafna	15
1. Caractéristiques hydrologiques des formations	15
2. Les grands aquifères karstiques	18
IV- Etude bioclimatique	20
1. Les précipitations	20
2. Les températures	21
3. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953)	21
4. Conclusion	22
V- Description des puits	25
Chapitre II : Matériel et Méthodes	
1. Récolte de la faune	30
1.1-Méthode phréatobiologique	30
1.2-Méthode des nasses	33
2. Traitement de l'échantillon	35
3. Le niveau piézométrique	35

4. Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau	35
5. Traitement des données	36
5.1-Indices biologiques	36
5.2-ANOVA 1	36
5.3-AFC	36

Chapitre III : Résultats faunistiques et Interprétation

I- Présentation des principaux groupes faunistiques	37
1. Crustacées	37
1.1-Isopodes	37
1.2-Amphipodes	40
1.3-Copépodes	43
1.4-Ostracodes	44
2. Insectes	45
2.1-Diptères	45
2.2-Coléoptères	47
2.3-Hétéroptères	48
2.4-Trichoptères	49
3. Gastéropodes	49
4. Oligochètes	50
II- Composition et évolution de la Faune des puits	51
II.1-Composition de la faune des puits	51
II.2-Le peuplement des différents puits	57
II.3-Evolution spatiale de la faune des puits	67
II.3.1-Variation entre les puits	67
<i>Richesse taxonomique</i>	67
<i>Abondance totale</i>	67
<i>Indice de diversité</i>	69
II.3.2-Variation Amont - aval	71
<i>Richesse taxonomique</i>	71
<i>Abondance totale</i>	71
<i>Indice de diversité</i>	71
II.4-Evolution temporelle de la faune	73

	<i>Richesse taxonomique</i>	73
	<i>Abondance totale</i>	73
	<i>Indice de diversité</i>	75
III-	Composition et évolution de la faune stygobie	77
	III.1-Commentaire sur le peuplement stygobie	77
	III.2-Distribution spatiale	77
	III.3-Distribution temporelle	79
IV-	Analyse statistique	84
	IV.1-Analyse préliminaire	84
	IV.2-Analyse globale	84
	IV.3-Discrimination inter-classe	86
	<i>Effet spatial</i>	86
	<i>Effet temporel</i>	88
V-	Cycle biologique du genre <i>Typhlocirolana</i>	90
	V.1-Séparation des stades de développement	90
	V.2-Croissance larvaire	93

Chapitre IV : Résultats de l'analyse physico-chimique

1-	Température	95
2-	Profondeur de la surface de l'eau	95
3-	Potentiel hydrogène (pH)	99
4-	Oxygène dissous	99
5-	Conductivité	101
	<i>Discussion</i>	104
	Conclusion	111
	Références bibliographiques	113

INTRODUCTION

Introduction

Le milieu souterrain propose des conditions d'habitats mêlant à la fois fragmentation, stabilité et contraintes (Lefebure, 2005). Il a longtemps été considéré comme un milieu extrême, colonisé par seulement quelques espèces spécialisées (Danielopol et al., 2000 ; Gibert et Deharveng, 2002), souvent rares ou même uniques au monde (Creuzé Des Chatelliers et al., 1991 ; Malard et al., 1997). Son intérêt biologique s'exprime, en partie, par le nombre d'espèces strictement hypogées qui y est présentes.

Le nombre total d'espèces stygobies décrites s'élève actuellement à environ 7 000 (Gibert et Deharveng, 2002). Certains estiment que le nombre total d'espèces strictement inféodées aux milieux souterrains atteindrait 50 000 à 100 000 (Culver et Holsinger, 1992).

Les premières recherches stygobiologiques ont commencé en Europe et se sont multipliées rapidement (Botosaneanu, 1986). Les connaissances dans ce domaine se rapportaient soit à des prélèvements ponctuels d'ordre biogéographique (Pesce et al., 1981 ; Mathieu et al., 1999 ; Van Overdijk, 2000 ; Strecker et al., 2004 ; Krejca, 2005 ; Malard et al., 2006), soit à l'étude d'un biotope déterminé (Dole et Chessel, 1986 ; Negrea et Pospisil, 1995 ; Peck, 1998 ; Vial, 1997), soit à une étude d'ordre systématique (Pesce, 1981 ; DE Grave et Herrando-Pérez, 2003 et Aït Boughrou, 2007). Ensuite, l'hydrobiologie souterraine a été entreprise dans d'autres continents, particulièrement en Afrique où seulement quelques observations ont été publiées dans les années 50 (Nourisson, 1956).

Au Maroc, les recherches sur la faune souterraine ont été entreprises en 1981 et depuis, les connaissances sur la stygofaune se sont énormément développées ces dernières années, citons les travaux de Boutin et Boulanouar (1983, 1984), Boutin (1984, 1988), Boutin et Dias (1987), Yacoubi Khebiza (1990), Messouli (1994), Fakher El Abiari (1999), Fakher El Abiari et al. (1999), Coineau et al. (2001) et Boutin et al. (2002). Ces travaux ont un caractère surtout fondamental, ils consistent en des études taxonomiques avec la description des espèces nouvelles, écologiques mettant en évidence l'influences des facteurs abiotiques dans leur distribution et biogéographique précisant le rôle de l'isolement géographique dans l'évolution des espèces et l'installation du caractère endémique de la faune souterraine. Seul les travaux de Boutin et al. (1995) ont un aspect éco-toxicologique. Malgré ces travaux, les connaissances semblent être loin de couvrir l'ensemble de cette faune

Comparée au Maroc, le milieu souterrain en Tunisie et en Algérie est resté par contre très peu prospecté. En effet, la faune souterraine de la Tunisie n'a jamais fait l'objet d'une étude scientifique, seul un travail de collecte de cette faune a été entrepris très récemment par Ghlala et Messana (2005).

En Algérie, les premières recherches stygobiologiques n'avaient livré qu'un petit nombre d'espèces stygobies qui ne sont connues que par la description d'un nombre très réduit d'individus. Parmi eux, nous pouvons citer celles de Gurney (1908), Racovitza (1912), Pesce et Tetè (1978), Pesce et al. (1981).

Au cours des années 90, une prospection qui s'est limitée à quelques puits a été réalisée dans le Nord ouest algériens (Chaoui Boudghène, 1991). Il s'agissait surtout des puits de la zone urbaine. Et depuis 2000, les recherches sur le milieu souterrain ont contribué à la connaissance de cet écosystème du point de vue qualité physico-chimique de l'eau (Taleb, 2004) et faunistique (Belaidi, 2004 ; Belaidi et al., 2004). Toutefois l'état des connaissances actuelles sur la diversité des espèces stygobies reste incomplet et limite nos capacités à tester des hypothèses biogéographiques, macroécologiques et macroévolutives. Il nous est apparu utile d'entreprendre dans le bassin versant de la Tafna, des études sur les milieux souterrains afin de contribuer et de façon décisive à la connaissance de la faune souterraine d'Algérie ainsi qu'à celle de sa répartition géographique et son écologie. Ceci rentre dans le cadre des objectifs du laboratoire d'Hydrobiologie du département de Biologie de Tlemcen.

Le travail s'inscrit dans un contexte global de la faune stygobie d'Algérie et des enjeux de la connaissance de la biodiversité des écosystèmes souterrains. L'objectif visé est donc de compléter les résultats déjà obtenus en élargissant le secteur d'étude. Nous essayons d'exposer les résultats d'une recherche stygobiologique de la région de Tlemcen par la prospection des puits creusés dans la nappe alluviale de la Tafna le long d'un gradient amont aval. Il s'agit d'entreprendre un inventaire de cette faune qui y existe et de suivre mensuellement une espèce qu'on suppose nouvelle pour la science afin de déterminer son cycle biologique. Il s'agit du genre *Typhlocirolana*, un crustacé isopode largement répandu dans la région méditerranéenne appartenant à la famille des Cirolanidae.

CHAPITRE I :

ETUDE DU MILIEU

I : Présentation générale du bassin versant de la Tafna.

1- Situation :

Le bassin versant de la Tafna, avec une superficie de 7245 Km², s'étend sur la totalité de la wilaya de Tlemcen (Nord-Ouest algérien) et déborde sur le royaume marocain (Fig. 1). Il est limité au Nord par les monts des Traras, au Sud par les monts de Tlemcen, à l'Est par Djebel Sebaa Chioukh et à l'Ouest par les monts de Béni-Snassen (Maroc).

2- Subdivision :

Le bassin versant peut être subdivisé globalement en trois grandes parties:

- Partie orientale avec comme principaux affluents l'Oued Isser et l'Oued Sikkak),
- Partie occidentale comprenant la Haute Tafna (Oued Sebdou et Oued Khemis) et l'Oued Mouillah,
- Partie septentrionale : qui débute pratiquement du village Tafna et s'étend jusqu'à la plage de Rachgoune, embouchure de la Tafna sur la mer. Les oueds Boukiou, Boumessaoud et Zitoun sont les principaux affluents de cette partie.

3- Réseau hydrographique :

L'oued Tafna, principal cours d'eau de son réseau hydrographique, est de 170 km de long. Il prend sa source dans les monts de Tlemcen au niveau de la grotte de Ghar Boumaaza à 1100 m d'altitude et termine son parcours par un estuaire au niveau de la commune de Rachgoun.

Il reçoit plusieurs affluents dont les plus importants :

- Oued Khemis : affluent rive gauche de la Tafna, de 36 km, dont la superficie du sous-bassin est de 340 km², il draine la vallée des monts de Tlemcen et atteint la Tafna au niveau du barrage de Beni-Bahdel à une altitude de 660 m,
- Oued Mouillah : l'affluent le plus important de la rive gauche, avec un sous-bassin de 1680 km², sa confluence avec la Tafna a lieu dans la plaine de Maghnia à 260 m d'altitude,
- Oued Isser : affluent rive droite de la Tafna, long de 118 km, drainant un sous-bassin versant de 463 km², il reçoit l'oued Sikkak avant de se jeter dans la Tafna à 80 m d'altitude au niveau de la plaine de Remchi.

4- Aperçu pédologique :

Quatre grands ensembles constituent le bassin versant de la Tafna (Bouanani, 2003) :

- Les terres d'alluvions recouvrant les basses terrasses et les lits majeurs des oueds ;
- Les terres caillouteuses aux piémonts des monts de Tlemcen et des Traras ;
- Les terres marneuses, couvrant une grande partie de la région de Tlemcen ;
- Les terres rouges à encroûtement, localisées dans les plaines de Maghnia et Ouled Riah.

Le bassin de l'oued Sebdou dans sa grande partie est couvert par des sols calcaires, auxquels s'ajoute des sols alluvionnaires constituant la cuvette de Sebdou.

5- Régime hydrologique :

Les régimes moyens de ces bassins comportent généralement des hautes eaux de saison froide, de janvier à mai et des basses eaux de saison chaude, de juin à septembre.

Pour le bassin de la haute Tafna (Sebdou), la période des hautes eaux commence en janvier, tandis que la période des basses eaux commence au mois de juin.

Pour le bassin de l'oued Mouilah, la période des hautes eaux est nettement marquée au cours de trois mois successifs : octobre, novembre et décembre, alors que la période de basses eaux commence en mai.

Quant à l'Oued Isser, les hautes eaux ne s'expriment qu'en janvier, alors que la période des basses eaux ne commence qu'au mois de juin à cause des précipitations importantes du printemps.

D'autres part, le débit permanent s'observe notamment sur:

- Un tronçon des Oueds Tafna et Khémis en amont de la confluence Béni-Bahdel ;
- Un tronçon de l'Oued Isser en amont du Barrage El I zdehar;

II : Cadre géologique du bassin versant de la Tafna.

Plusieurs domaines peuvent être distingués dans le Nord de l'Algérie grâce aux mouvements hercyniens et alpins qui a façonné sa structure actuelle. En Oranie, nous avons du Nord au Sud d'après Benest (1985) :

- Le domaine Tellien,
- Le domaine Tlemcenien,
- Les hautes plaines oranaises,
- Le domaine Atlasique,
- Le domaine Saharien.

En raisons des données fragmentaires entre plusieurs auteurs qui ont étudié la géologie du bassin versant de la Tafna, nous avons fait une synthèse des études qui a touché essentiellement celles de Guardia (1975) et Benest (1985).

L'analyse faite ci-dessous est accompagnée par une carte synthétique (Fig. 2) des principales formations géologiques.

1- Le primaire :

Le substratum primaire affleure largement dans la partie septentrionale du domaine atlasique oranais, formant ainsi le cœur des Traras et de la chaîne du Fillaoussène.

1.1- Série Grés-Pélique infrasilurienne :

Cette série, située dans la partie septentrionale des Traras, correspond stratigraphiquement à tous les terrains situés sous le Silurien fossilifère, et appartient à l'Ordovicien.

1.1.1- Affleurement septentrionaux :

Ils sont représentés par le Silurien fossilifère qui n'existe que dans le Nord de la région, suivi au dessous par une formation grés-pélique psammitique, puis par une formation de pélites sombres à rares niveaux de grés fins et de quartzites.

a- La formation basale :

Il s'agit de la formation la plus ancienne, représentée dans la vallée de l'Oued Rediou au Sud d'Honaïne par des pélites sombres et des passées d'aspect quartziteux.

b- La formation des psammites bioturbées :

Cette formation est constamment associée au Silurien fossilifères dans le Nord des Traras. Des grés grossiers, fins et plus fins affleurent dans plusieurs parties au dessous de la barre des phtanites.

1.1.2- Affleurement centraux :

Ces affleurements correspondent aux formations qui se rapprochent de la série infrasilurienne.

a- La formation basale :

Elle est caractérisée par des pélites sombres, montrant des traces importantes de métamorphismes de contact.

b- La formation des psammites litées :

Ces psammites sont caractérisées par des alternances de grés fins, de psammites et de pélites micacées. Les grés fins à quartz anguleux, à biotites altérés constituent des lits centimétriques ou plus minces.

1.1.3- Affleurement méridionaux :

La série infrasilurienne est représentée aussi dans l'auréol du métamorphisme du granite de Nedroma et dans la partie orientale de l'anticlinal du Fillaoussène, avec prédominance des pélites et des grés fins.

1.2- Silurien :

Le silurien fossilifère n'affleure qu dans le Nord du massif des Traras.

Les terrains siluriens sont représentés par les phthanites correspondant à la barre siliceuse, de teinte très sombre, encadrées par les pélites micacées. Ces dernières contiennent des minéraux détritiques du quartz et des micas.

1.3- Dénovien :

Les Calcaires à tentaculites n'existent qu'à l'état de galets remaniés dans les conglomérats du Viséen supérieur. D'autre part, le Dénovien sous son faciès flysch est très largement représenté dans les Traras. Il a été reconnu par G. Lucas (1952) dans les horsts de Tifrit et de Ghar Rouban.

1.4- Carbonifères :

Le Carbonifère inférieur surmonte tous les terrains précédemment vus. Il est représenté dans les Traras par deux formations distinctes :

1.4.1- Dolomies à Polypiers :

Dans la haute vallée de l'Oued Honaïne, se situe le principal affleurement des dolomies à Polypiers. Il s'agit de dolomies silicifiées sombres et compactes.

1.4.2- Série volcano-détritique :

Une série de conglomérats, de grès et de pélites, mêlés à des coulées, des tufs volcaniques ou des cinérites, surmonte les terrains plus anciens en plusieurs endroits.

✕ **1.5- Granite et auréole de métamorphisme :**

1.5.1- Granite de Nedroma :

Le massif granitique se situe au Nord-Est immédiatement de la ville de Nedroma.

1.5.2- Auréole de métamorphisme :

Elle n'est visible que vers le Nord. Cependant, dans la zone des roches tachetées où les transformations sont moins importantes, la schistosité est presque absente.

L'intrusion des granites dans les formations schisto-quartzitiques donne une auréole de métamorphisme formant des cornéennes des schistes à andalousite et des schistes tachetés.

2- Le secondaire :

Reposant en discordance et en transgression sur le Primaire, la couverture secondaire est formée principalement par des carbonates. Elle affleure largement dans le massif des Traras et dans la chaîne du Fillaoussène.

2.1- Permo-Trias :

Un ensemble carbonaté caractérise la base des terrains jurassiques des Traras dont les faciès varient assez largement.

2.2- Trias :

Localisé essentiellement au Nord de Aïn Tellout et dans la région de Béni Bahdel, le Trias est constitué par des argiles plus ou moins dolomitiques et gypseuses et des marnes bariolées fortement teintées.

2.3- Jurassique :

2.3.1- Lias :

a- Lias inférieur :

Un complexe volcano-sédimentaire, localisé en contre bas du Djebel Anina Boudjallil, est constitué par des épanchements volcaniques basaltiques compacts et massifs à ciment marneux en intercalation avec un faciès carbonaté et marneux.

b- Lias moyen :

Le Lias moyen débute dans la plus grande partie des Traras par une formation massive calcaire ou dolomitique. Cependant, des calcaires compacts épais et des calcaires à silex sont visibles dans les bordures orientales et Nord-Ouest des Traras et dans les Monts de Tlemcen ainsi que la partie occidentale de la chaîne du Fillaoussène qui accueille des dolomies massives épaisses.

c- Lias supérieur (et Domerien supérieur) :

- Le Domerien supérieur marneux :

Il est marqué dans les marnes gris-jaune ou gris rosé à lits de calcaires argileux, dans les calcaires argileux à interlits marneux, et dans des calcaires argileux noduleux de couleur gris verdâtre à interlits marneux.

- Le Toarcien :

Il est presque entièrement représenté dans le Djebel es Sekika. Il correspond à la formation « Ammonitico-rosso » localisée essentiellement dans bordure orientale des Traras, et à la formation des calcaires argileux.

- L'Aalénien :

Situé dans l'Oued Ishak, l'Aalénien n'est représenté que par un seul gisement correspondant à des calcaires argileux.

2.3.2-Dogger :

a- Le Bajocien : Il est situé par :

- Des calcaires à silex supérieur au niveau de la bordure des Traras et de la chaîne du Fillaoussène ainsi que l'extrémité orientale de cette dernière où affleurent des calcaires sombres d'une épaisseur de 20 à 50m.
- Des calcaires massifs et dolomies autour du Djebel Kebir et de l'Oued ben Seria.
- Des calcaires argileux et marnes se localisent vers la bordure orientale et la partie nord-occidentale de la chaîne du Fillaoussène.

b- Le Bathonien :

Il est formé par des calcaires sombres à « filaments » sur la bordure orientale des Traras et regroupe aussi de marnes à Ammonites pyriteuses. Ces marnes existent aussi dans la partie nord-occidentale de Fillaoussène.

2.3.3- Callovien inférieur :

Il est constitué par des marnes jaune ou ocre clair affleurant à l'Est du Fillaoussène, et de marnes jaunes dans les Beni Menir.

2.3.4- Callovo-Oxfordien :

Cette formation est présente dans tout le massif des Traras, correspondant à des sédiments fins, argiles et surtout argilites, pélites et grès, connus sous le nom « d'argiles de Saïda » au niveau des Monts de Tlemcen.

2.3.5- Oxfordien supérieur :

Le massif de Marnia possède une épaisse formation où alternent des barres de grès et des pélites argileuses ocre ou verdâtres, avec une intercalation des niveaux de calcaires épais.

De même, dans l'ensemble de la chaîne de Fillaoussène la formation gréseuse est remarquable. Elle comprend des grès de grains fins, des dolomies plus ou moins sableuses de couleur grise, des argilites marneuses ocre ou vertes.

2.3.6- Kimmeridgien :

Dans le massif de Marnia, le Kimmeridgien correspond à l'ensemble de la formation calcaro-dolomitique.

Dans le Djebel Fillaoussène, les dolomies qui surmontent les grès de l'Oxfordien supérieur, sont sombres, massives et souvent d'aspect bréchique.

2.3.7- Oxfordien supérieur - Kimmeridgien supérieur :

Il correspond à la formation des grès de Boumediene, particulièrement développés dans les forêts de Zarifet et de Hafir, au Sud-Ouest de Terny, au niveau des cascades de l'Ourit et aux Djebels Fillaoussène et Koudia. C'est un ensemble à dominance gréseuse plus ou moins cimenté, avec quelques passés calcaires légèrement furigineux.

2.3.8- Oxfordien supérieur : les calcaires de Zarifet.

Surmontant les grès de Boumediene, les bancs de calcaires sont séparés par de minces intercalations de calcaires marneux et écailleux formant les falaises des environs de Tlemcen. Toutefois, ils sont bien visibles au Djebel Fillaoussène dans le Djorf de Deglen.

2.3.9- Kimmeridgien terminal :

Il s'agit de dolomies cristallines de couleur grise avec plusieurs cavités remplies de calcaire. Elle affleure dans la forêt de Zarifet, autour de Ain Fezza, au Nord des Monts de Tlemcen et sur le plateau de Terny.

2.3.10- Tithonien basal :

Ils correspondent à une alternance des marnes de couleur grise, blanchâtre et des bancs de calcaires marneux durs.

2.3.11- Tithonien :

Ce sont des calcaires massifs en bancs épais terminés par des laminites sombres calcaréo-argileuses. Au Djebel Lato, ils atteignent une épaisseur de 50 mètres.

2.3.12- Tithonien inférieur :

Présentant un aspect massif avec des stratifications obliques, ces dolomies vacuolaires sont caractérisées par la présence des bancs et des lentilles calcaires, localisées au niveau des plateaux de Azails, Tery et près du barrage Meffrouche

2.3.13- Tithonien supérieur :

Cette formation calcaréo-dolomitique, devient marneuse vers son sommet connu sous le nom de « Calcaires, marnes et grès de Merchiche ».

3- Tertiaire :

3.1- L'Eocène :

Cette formation est bien développée dans le massif de Sebaa Chioukh au niveau de la vallée de l'Oued Isser près de la confluence avec Oued Tafna. Elle est constituée par des grès siliceux, jaunes à rougeâtres, à ciment argileux alternant avec des marnes argileuses verdâtres.

3.2- Le Miocène :

3.2.1- Le Miocène inférieur :

Il débute par une assise conglomératique de base correspondant à des poudingues très durs, formés par des éléments calcaires dolomitiques à ciments calcaireux gréseux. Ces conglomérats se trouvent à l'Ouest du bassin de l'Oued Zitoun et celui de la moyenne Tafna. La partie supérieure est constituée par des marnes de couleur verdâtre en surface, grise en profondeur, affleurant le Nord-Ouest du sous bassin de l'Oued Zitoun.

3.2.2- Le Miocène moyen :

Cette formation affleure dans le bassin versant de la Tafna (moyenne Tafna). Elle est constituée par une série d'argiles marneuses grises ou bleutées.

3.2.3- Le Miocène supérieur :

a- Bassin oriental :

Correspondant à la région d'Oran et du bassin du Chelif, ce bassin comprend trois formations constituant une série sédimentaire.

- La formation « rouge » continentale à saumâtre :

Les « formations rouges de la Tafna » sont représentées par des dépôts d'origine alluviale, de teinte ocre à rouge brique, affleurant au Nord de Sebaa Chioukh, dans la basse et surtout dans la moyenne Tafna.

- La formation marine des « marnes bleues » :

Vers le Sud du massif du Skouna et sur la colline des Sebaa Chioukh, des niveaux sableux ocre, de grain assez grossier, formant ainsi des lentilles.

- La formation calcaire sommitale :

Cette formation calcaire supérieure est transgressive directement sur le substratum à l'Est du Djebel Sebaa Chioukh par exemple.

b- Bassin occidental :

Limité en Algérie à la région des M'Sirda, ce bassin est constitué par une formation inférieure qui forme l'essentiel des affleurements du Miocène supérieur de la région, et par des calcaires supérieurs. Ces calcaires forment une dalle au niveau de laquelle le Miocène supérieur se termine.

c- La série continentale méridionale :

Cette série est formée par des dépôts d'origine alluviale légèrement rubéfiés avec très peu d'éléments détritiques de grandes tailles. Elle se prolonge vers la moyenne Tafna et le bassin de Marnia-Oujda.

4- Le Plio-Quaternaire :

4.1- Pliocène :

La série continentale dans la moyenne Tafna ou le bassin de Maghnia est uniquement Miocène. Elle est constituée par :

- Dépôts conglomératiques méridionaux :

Il s'agit de poudingues, à galets de grande taille (de plusieurs décimètres), qui s'étalent largement au Nord des Monts de Tlemcen et au Sud-Est de la chaîne du Fillaoussène.

- Calcaires lacustres :

Ces calcaires forment dans la région d'Hammam Chîguer au Nord de Marnia, une épaisseur de quelques dizaines de mètres.

4.2- Le Pléistocène : Il est représenté par les formations suivantes :

- Formations antérieures à la croûte ancienne :

Ce sont des formations constituées dans la région de Béni Saf par des sables fins rubéfiés, dans la moyenne Tafna par un poudingue à très gros galets et en fin dans les Souhalia par des alluvions ou des sables littoraux.

- Terrasses du Pléistocène moyen :

La Terrasse ancienne localisée dans la moyenne Tafna, est recouverte par des alluvions légèrement rubéfiées. Pour la Terrasse récente, elle est formée par des alluvions claires.

- Terrasses du Pléistocène supérieur :

Elle est formée par des alluvions plus ou moins rubéfiées, constituant la basse terrasse des oueds.

- Alluvions actuelles :

Elles sont formées par des limons gris.

III : Cadre hydrogéologique du bassin versant de la Tafna.

Dans ce chapitre, nous allons présenter les principales formations géologiques d'un point de vue hydrogéologique ainsi que leurs propriétés hydrodynamiques, où on s'intéressera beaucoup plus aux faciès que des âges (Fig. 3).

1- Caractéristiques hydrologiques des formations :

1.1- Le Pilo-Quaternaire :

Il n'est représenté que par des formations continentales. Les dépôts alluvionnaires atteignent rarement plus de 100m au Nord des Monts de Tlemcen. Ces dépôts sont des marnes sableuses ou des argiles peu perméables, contenant les seuls aquifères actuellement exploités au Nord des Monts de Tlemcen ou de Daïa : les nappes des plaines de Marnia, Hennaya et Sidi Bel Abbès.

Ces aquifères qui communiquent peu avec ceux du Jurassique, sont fortement surexploités par des puits peu profonds.

1.2- Les conglomérats cénozoïques des hauts plateaux :

Il s'agit d'alternances de dépôts caillouteux cimentés, d'argiles, de marnes et de rares calcaires lacustres.

Ces conglomérats ne contiennent aucune nappe importante, ça se voit au niveau des forages qui sont restés stériles.

1.3- Les formations Miocènes :

Le Miocène marin est surtout représenté par une série marneuse, avec quelques bancs de grès.

Les grès miocènes n'ont une épaisseur notable que près des reliefs. Cependant, les marnes miocènes forment dès qu'on s'éloigne de ceux-ci, un ensemble imperméable très considérable, ce qui rend une telle exploitation des ressources en eau souterraine difficile. C'est le cas des aquifères jurassiques sous-jacents par exemple.

1.4- Les alternances du crétacé basal :

En couvrant de grandes étendues dans l'Est des Monts de Tlemcen, elle masque les formations carbonatées massives et gêne les processus d'infiltration. C'est une formation peu transmissive.

1.5- Les calcaires et dolomies du Jurassique supérieur (Zegla A et Dolomies de Tlemcen) :

Avec une très bonne transmissivité et une capacité d'emmagasinement intéressantes, cette formation recèle les plus grands aquifères.

Les Dolomies de Tlemcen offrent une importante porosité intergranulaire, ils peuvent être décomposés en trois membres principaux (Auclair et Biehler, 1967) :

- Un membre calcaréo-dolomitique inférieur,
- Un membre marno-calcaire intermédiaire,
- Un membre calcaréo-dolomitique supérieur.

Notons qu'une série peu perméable sépare deux séries karstifiées.

Les dolomies présentent par rapport aux calcaires qui les dominent une porosité plus élevée et une meilleure propriété d'emmagasinement mais une faible transmissivité.

Au dessus des dolomies de Terni, il existe des calcaires marno-calcaires de Hariga (Benest, 1972 et 1985), appelés Zegla A (Auclair et Biehler, 1967).

1.6- Les grès du Jurassique supérieur (Grès de Boumediene) :

Ce sont des grès blancs à ciment calcaire et dolomitique, entrecoupés de nombreuses passées marneuses.

Des grosses lentilles de calcaires ou de dolomies qui jouent un rôle de drain, sont marquées par de nombreuses petites sources.

Leur perméabilité très médiocre est due aux nombreux bancs argileux. Néanmoins, les réserves permanentes les plus importantes de la région sont hébergées par ces grès, qui couvrent de très grandes étendues. Ceci peut être expliqué par la dominance des propriétés transmissives des calcaires.

1.7- Les calcaires et Dolomies du Lias et du Dogger :

Ces séries sont très karstifiées et très productives, et contiennent des aquifères karstiques dotés d'une eau assez chargées (1,8 à 3,5 g/L). Ceci pourrait être dû soit à une contamination à partir du Trias « gupso-salifère » soit à partir d'un phénomène de drainance des nappes superficielle très chargées.

A l'intérieur de ces quelques affleurements, la variation de l'épaisseur des dépôts karstifiables peut aller de 0m, à 200m et même à 500m, sous l'effet des conditions de sédimentation assez complexes.

A coté de ces terrains qui sont situés trop profondément pour pouvoir être exploités, se situe un ensemble continu de dolomie entre les Djebel Tenouchfi et Sidi el Abed et qui est accessible à travers les dépôts caillouteux des hautes plaines.

1.8- Le trias :

Deux associations de faciès rattachés au Trias et bien représentés dans les Monts de Tlemcen :

- Une formation détritique grossière surmontée par les roches carbonatées du Lias.
- Des dépôts lagunaires, riches en gypse, en halite et en argiles versicolores.

Ces faciès sont peu perméables, et donc il n'y a pas d'aquifères triasique autour des Monts de Tlemcen. Par contre, il peut y avoir une contamination de certains aquifères voisins à partir du Trias « gypso-salifère », ce qui peut expliquer la forte salinité des eaux du Lias de la mine de El Abed. Néanmoins cela ne peut pas toujours être le cas si on prend l'exemple de deux sources voisines, celle de Hammam Chiguer avec une eau tiède et une salinité de 3g/L, et celle de Hammam Bou Ghrara avec une eau chaude très peu salée (0,5g/L).

1.9- Le Paléozoïque :

Il s'agit de formations imperméables. Les terrains d'âge primaire affleurent dans le horst de Rhar Roubane.

2- Les grands aquifères karstiques :

2.1-Les nappes des monts de Tlemcen :

Dans les monts de Tlemcen où affleurent des roches carbonatées Jurassiques très karstifiées, trois grands types d'aquifères peuvent être distingués (Collignon, 1986) :

a- Les aquifères perchés :

Ils sont entièrement délimités par des terrains peu perméables qu'ils surmontent. Près d'un tiers des impluvia karstiques des Monts de Tlemcen correspond à ces aquifères qui ont des exutoires représentés par des sources situées souvent au point bas du mur des roches carbonatées. Ceci rend les réserves permanentes de ces aquifères très limitées, et seulement quelques structures particulières font exception.

b- Aquifères du Nord :

De nombreux aquifères karstiques s'enfouissant sous le Miocène au Nord des Monts de Tlemcen, sont isolés les uns des autres par des terrains peu perméables (grès jurassiques et

marnes miocènes). Ces aquifères offrent des réserves permanentes, supposant être rechargées par des flux souterrains qui transitent vers le Nord sous le Miocène.

c- Les aquifères du Sud :

Ces aquifères possèdent les plus vastes impluvia karstiques qui offrent des quantités d'eau considérables. Leur alimentation se fait selon deux modes principaux : alimentation par les affleurements karstiques et infiltration directe à travers les conglomérats des Hauts Plateaux (alimentation verticale).

2.2- La nappe da Maghnia :

A plusieurs kilomètres au Nord des Monts de Tlemcen, se développe la partie transmissive de la nappe de Maghnia, où le Jurassique est représenté par les grès de Boumediene.

Cette nappe peu profonde est accessible par simple puits, ce qui fait qu'elle est sujette à de forte exploitation (Adjim, 2004). Son alimentation se fait par (Benest, 1966) :

- Infiltration directe des précipitations,
- Les Oueds venant du territoire marocain,
- Le déversement souterrain latéral des roches du Jurassique.

A noter que l'alimentation latérale à partir des aquifères karstiques n'a pas été prouvée (Bonnet, 1966, Veret et al., 1967 ; Rognon et Couroneau, 1967).

2.3- Les nappes alluviales :

Parmi ces nappes, nous citons celles de la moyenne et basse Tafna, qui suit le cours d'eau de la Tafna depuis Hammam Bougnrara jusqu'à l'embouchure. C'est une nappe de faible réserve d'emmagasinement, soumise à des exploitations agricoles (Ziani et Moumouche, 1991).

IV : Etude bioclimatique.

Le climat en Algérie a fait l'objet de plusieurs études, tels que Bagnouls et Gausson (1953), Emb. erger (1955) et Angot (1981). C'est un facteur déterminant qui se place, comme le souligne Thinthoin (1948), en amont de toute étude relative au fonctionnement des systèmes écologiques. Ainsi, il agit sur les nappes en modifiant leur volume.

L'étude climatique régionale permettra de situer notre région dans un bioclimat déterminé. Deux principaux paramètres sont pris en considération, à savoir les précipitations et les températures.

Pour cela, nous nous sommes basés sur les données de trois stations météorologiques en amont et en aval du bassin versant de la Tafna. Il s'agit de la station de Zenata et celles de El-Aricha et Méchria.

Tableau N°1 : Coordonnées géographiques des stations.

Stations météorologiques	Longitude Ouest	Latitude Nord	Altitude (m)
Zenata	01° 27'W	35° 01'N	249 m
El-Aricha	01° 25'W	34° 14'N	1250 m
Méchria	00° 17'W	33° 31'N	1149 m

1- Les précipitations :

Les moyennes mensuelles des précipitations sont réparties dans les tableaux N°2.

Tableau N°2 : Précipitations mensuelles moyennes (en mm) des différentes stations.

Mois Stations	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
El-Aricha (1987- 1997)	25,2	18,5	32	29,1	20,02	6,6	3,8	10,4	15,2	15,5	21,9	9,6
Méchria (1987 – 2004)	24,1	20,5	50,3	27,5	21,9	15,7	6,2	10,49	22,6	19,8	15,3	13,6
Zenata (1995- 2005)	46,5	42,46	44,01	24,68	21,81	2,09	0,7	7,6	14,26	26,20	39,54	45,15

2- Les températures :

Les moyennes mensuelles, les minima et les maxima sont représentées dans le tableau N°3.

Tableau N°3 : Températures moyennes mensuelles des différentes stations.

Mois Station	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
El-Aricha (1987- 1997)	3,4	6,1	9,2	12,08	17,7	21,5	27,9	26,9	20,6	14,5	8,7	5,4
Méchria (1987 – 2004)	6,6	8,4	11,1	13,7	18,8	23,7	27,9	27,7	22,7	17	11,6	8,37
Zenata (1995- 2005)	10,72	12,26	13,59	15,3	18,7	23,08	25,49	25,99	22,58	19,31	13,94	11,81

➤ Stations de l'amont :

- Station d'El Aricha (Fig. 4) : nous remarquons que le mois le plus pluvieux est celui de Mars (32mm), alors que le mois le plus sec est celui de Juillet (3,8 mm) qui correspond à la température maximale (27,9°C) au niveau de cette station.

- Station de Méchria (Fig. 4) : cette station présente les même caractéristiques climatique que la précédente de point de vue distribution des deux facteurs climatiques étudiés. Cependant, le mois de Juillet qui constitue le mois le plus sec (6,2mm) présente la température maximale de cette station (27,9°C), alors que celui le plus pluvieux reste le Mois de Mars (50,3mm).

➤ Station de l'aval :

- Station de Zenata (Fig. 4) : pour cette station la température maximale est marquée au mois d'Aout (25,99°C). Toutefois, le mois de Janvier (46,5 mm) est le mois le plus pluvieux, alors que celui le plus sec est le mois de Juillet (0,7 mm).

3- Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) :

Un mois sec est défini, selon Gausсен et Bagnouls (1953) comme étant le mois où le total des précipitations en (mm) est inférieur ou égal au double de la température exprimée en degré Celcius ($P \leq 2T$).

Le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (Fig. 5) fait apparaître que la période sèche s'étend :

- Du mois d'Avril au mois de Novembre pour la station d'El Aricha ;
- Du mois d'avril au mois de Décembre pour la station de Mechria ;
- Du mois d'Avril au mois d'Octobre pour la station de Zenâta.

4- Conclusion :

L'étude bioclimatique montre que le bassin versant de la Tafna est caractérisé par une période de sécheresse qui varie de 5 mois à 8 mois.

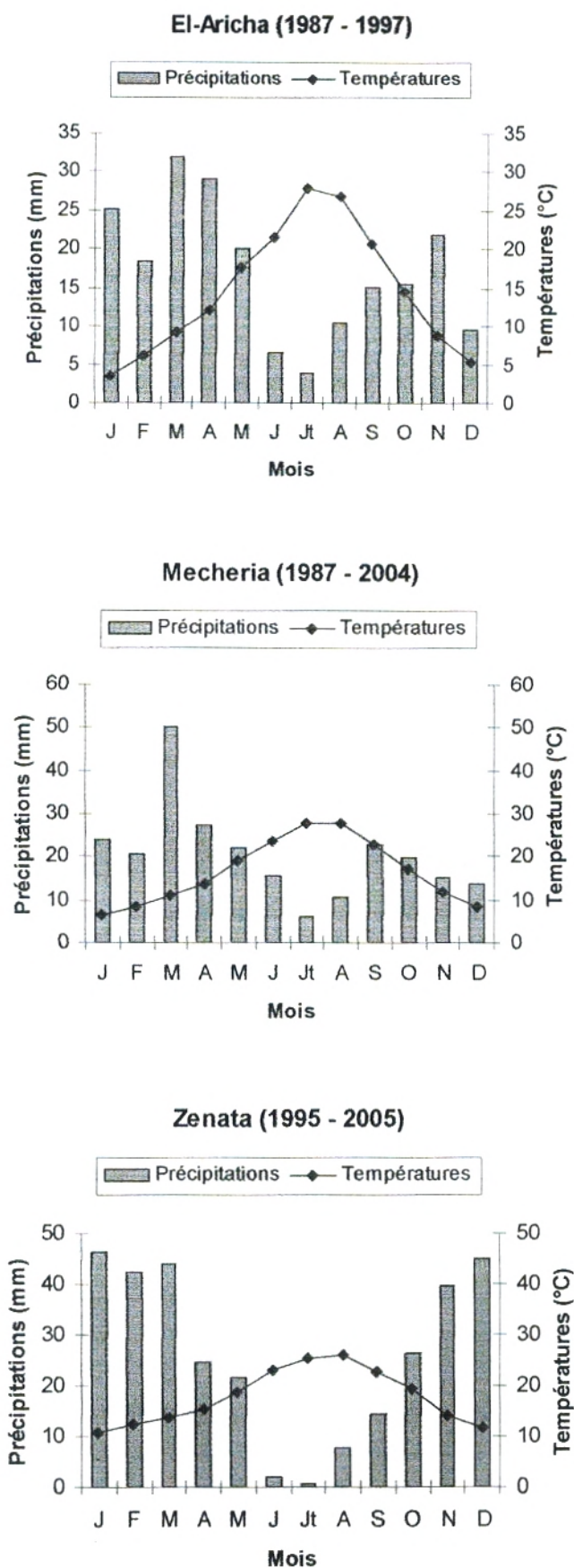


Fig. 4: Précipitations et températures moyennes mensuelles des trois stations météorologiques : Zenata, El-Aricha et Mecheria.

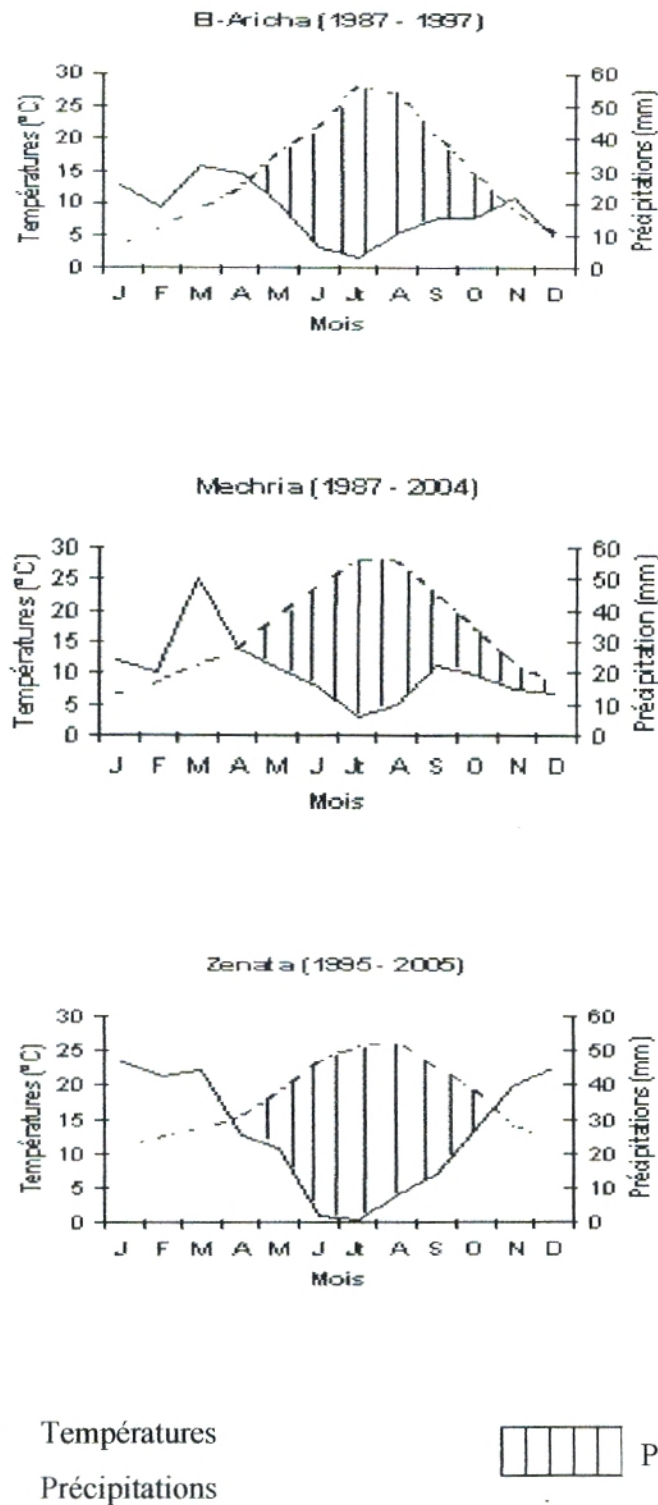


Fig. 5 : Diagrammes Ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) pour les trois stations de : Zenata, El-Aricha et Mechria.

V- Description des puits:

Douze puits ont été sélectionnés au niveau du bassin versant de la Tafna, ils se répartissent le long du cours principal de la Tafna de la façon suivante :

- En amont du bassin, quatre puits sont retenus: deux au niveau de la région de Sebdou et les deux autres au niveau de la commune de Ain Ghoraba.

- A l'aval du bassin, huit puits sont retenus : deux au niveau du village Tafna, et six de part et d'autre de la route nationale N°35 à partir de Hammam Bouhrara jusqu'au carrefour de Zenata-Maghnia sur une distance de 20 km environ.

Leurs caractéristiques sont rassemblées dans le tableau N°4. Toutefois, la localisation de chacun des puits étudiés reste nécessaire.

❖ **Puits Pu1 :**

Ce puits se situe au voisinage de la source de l'Oued Tafna (Ghar Boumazaa), dans sa rive droite. Il est creusé à l'intérieur de la cour d'une maison non habitée.

Altitude : 1000 m
Latitude : 34°42'21''N
Longitude: 1°18'13''W

❖ **Puits Pu2 :**

Ce puits se localise à environ 900 mètres au sud du puits précédent, au niveau du village Dalia, à l'entrée de la ville de Sebdou. Il se situe dans un petit champ de céréale.

Altitude : 920 m.
Latitude : 34°50'60''N
Longitude: 1°18'52''W

❖ **Puits Pu3 :**

Ce puits se situe dans une maison, dans la commune de Ain Ghoraba, à environ 10 Km Sud-Ouest de Terni.

Altitude : 922 m
Latitude : 34°45'05''N
Longitude: 1°22'30''W

❖ **Puits Pu4 :**

A environ 3 Km ouest du puits Pu3, se situe le puits Pu4 dans un champ agricole. Il se situe dans la rive gauche de la route Ain Ghoraba - Béni Sénous.

Altitude : 940 m
Latitude : 34°44'14''N
Longitude: 1°23'60''W

❖ **Puits Pu5 :**

Ce puits se situe à proximité de village Tafna, près du pont de la route nationale N°7 reliant Sabra et Maghnia, au niveau d'un champ à vocation agricole.

Altitude : 310 m
Latitude : 34°49'40''N
Longitude: 1°39'17'' W

❖ **Puits Pu6 :**

Ce puits se situe à environ 40 m au Nord du puits Pu5, au niveau d'un atelier destiné à la fabrication du parpaing, et qui est actuellement fermé.

Altitude : 300 m
Latitude : 34°49'25''N
Longitude: 1°39'20'' W

❖ **Puits Pu7:**

A environ 1km avant le pont de la route nationale N° 35, et à 100 m de sur la rive droite de l'oued Tafna, se situe le puits Pu7 dans un champ à vocation agricole.

Altitude : 194 m
Latitude : 34°58'17''N
Longitude: 1°35'45'' W

❖ **Puits Pu8 :**

A l'entrée de la commune de Fellaousen, sur la rive gauche de la route nationale N°35, se localise le puits Pu8 au centre d'un petit douar de quelques maisons, à environ 2 mètres de la rive droite de l'Oued Tafna.

Altitude : 189 m
Latitude : 34°58'59''N
Longitude: 1°35'21'' W

❖ **Puits Pu9:**

A environ 1 km du puits Pu8 sur la rive gauche de la route nationale N° 35, se trouve le puits Pu9, dans une propriété privée destinée à la fabrication du parpaing.

Altitude : 192 m
Latitude : 34°59'55'' N
Longitude: 1°34'55'' W

❖ **Puits Pu10 :**

Ce puits se situe à environ 350 m de la rive gauche de la route nationale N°35 au niveau d'un champ d'olivier.

Altitude : 180 m
Latitude : 35°01'08'' N
Longitude: 1°31'50'' W

❖ **Puits Pu11 :**

Ce puits est situé à environ 8 km du carrefour de Zenâta, à environ 100 m de la rive gauche de la route nationale N°35.

Altitude : 179 m
Latitude : 35°01'28'' N
Longitude: 1°31'55'' W

❖ **Puits Pu12 :**

A environ 500 m du puits Pu11, à environ 200 m de la rive droite de la route nationale N°35, se trouve le puits Pu12 au niveau d'une ferme agricole.

Altitude : 180 m
Latitude : 35°01'14''N
Longitude: 1°30'41'' W

Tableau N°4 : Quelques caractéristiques des puits étudiés.

Puits	Protection du puits	Moyens d'utilisation du puits	Utilisation du puits	Environnement
Pu1	Partiellement couvert	Sceau	Non utilisé	Maison
Pu2	Non couvert	Aucun moyen	Non utilisé	Champ agricole
Pu3	Partiellement couvert	Sceau	Usage domestique	Maison
Pu4	Partiellement couvert	Pompe électrique	Irrigation	Champ agricole
Pu5	Non couvert	Pompe électrique	Irrigation	Champ agricole
Pu6	Totalement couvert	Aucun moyen	Non utilisé	Atelier de parpaing
Pu7	Partiellement à totalement couvert	Sceau+pompe électrique	Irrigation+usage domestique	Champ agricole
Pu8	Partiellement à totalement couvert	Pompe électrique	Irrigation+usage domestique	Champ agricole
Pu9	Presque totalement couvert	Pompe électrique	Irrigation+usage domestique	Atelier de parpaing
Pu10	Totalement couvert	Sceau	Usage domestique	Champ agricole
Pu11	Non couvert	Aucun moyen	Non utilisé	Champ agricole
Pu12	Partiellement couvert	Pompe électrique	Usage domestique	Champ agricole

CHAPITRE II :

**MATÉRIEL
ET MÉTHODES**

Une douzaine de puits échantillonnés sont répartis du sud vers le nord au niveau du bassin versant de la Tafna, le long de son cours d'eau principal, la Tafna. 4 puits ont été choisis dans la haute Tafna et 8 puits dans la moyenne Tafna. Ces derniers sont sélectionnés à partir des travaux antérieurs. Alors que ceux de l'amont, ont été considérée afin d'étendre la recherche des espèces stygobies et de connaître la composition faunistique des puits qui sont totalement inconnus.

Des prospections régulières ont été faits entre Mars 2005 et Mars 2006, à raison de 7 campagnes d'échantillonnage réparties sur l'ensemble des saisons, afin d'avoir un cycle hydrologique complet.

1- Récolte de la faune :

Le puits requière des méthodes d'échantillonnage différentes adaptées à la faune qui le compose. Cependant, il est souvent nécessaire d'avoir recours à des techniques multiples qui présentent chacune des avantages et des inconvénients (Graf, 1966 ; Vigna Taglianti, 1969). Dans notre étude, et pour meilleure connaissance de la zoocénose des puits, nous avons utilisé à la fois pour chaque puits deux types de prélèvement à savoir : un filet de Mittelberg dérivé du classique filet phréatobiologique Cvetkov (1968) et des pièges appâtés de type « nasse » mises au point par Boutin (Boutin et Boulanouar, 1983).

Le choix de ces deux méthodes n'est pas fait au hasard, elles nous permettent d'avoir une idée sur l'ensemble de la faune qui peut exister dans un puits. En effet, le filet de Cvetkov est excellent pour la récolte du plancton et de tout ce qui nage en pleine eau. Quant à la nasse, elle constitue selon les ouvrages classiques (Vandel, 1964 ; Ginet et Decou, 1977), un des types de pièges les plus communément utilisés. D'autre part, ce type de piège présente l'avantage de pouvoir se poser à plat au fond du puits et de permettre ainsi à la microfaune du fond d'y pénétrer, attirée par l'appât et piégée dans la nasse.

1.1- Méthode phréatobiologique :

Cette technique fut immédiatement adoptée par les biospéologues roumains et italiens qui modifièrent légèrement la présentation de l'appareil (Vigna-Taglianti et al, 1969).

Cette méthode (fig.7) repose sur un filet de type Cvetkov (Bou, 1974 ; Boutin et Boulanouar, 1983) composé d'un cône filtrant en soie à bluter d'un diamètre supérieur de 35 cm. Au-dessous du cylindre de distribution, un manchon filtrant en soie à bluter de 5 cm de

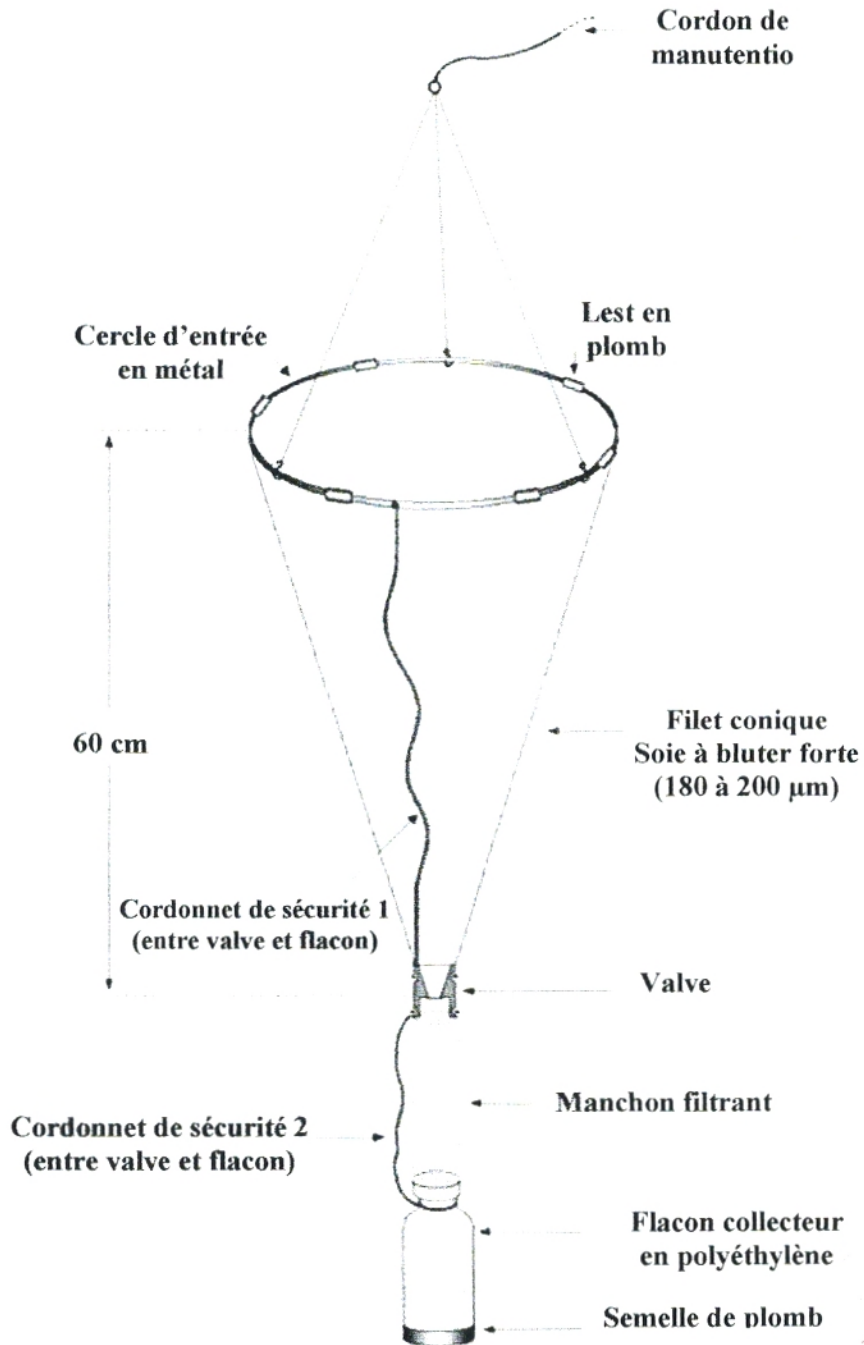
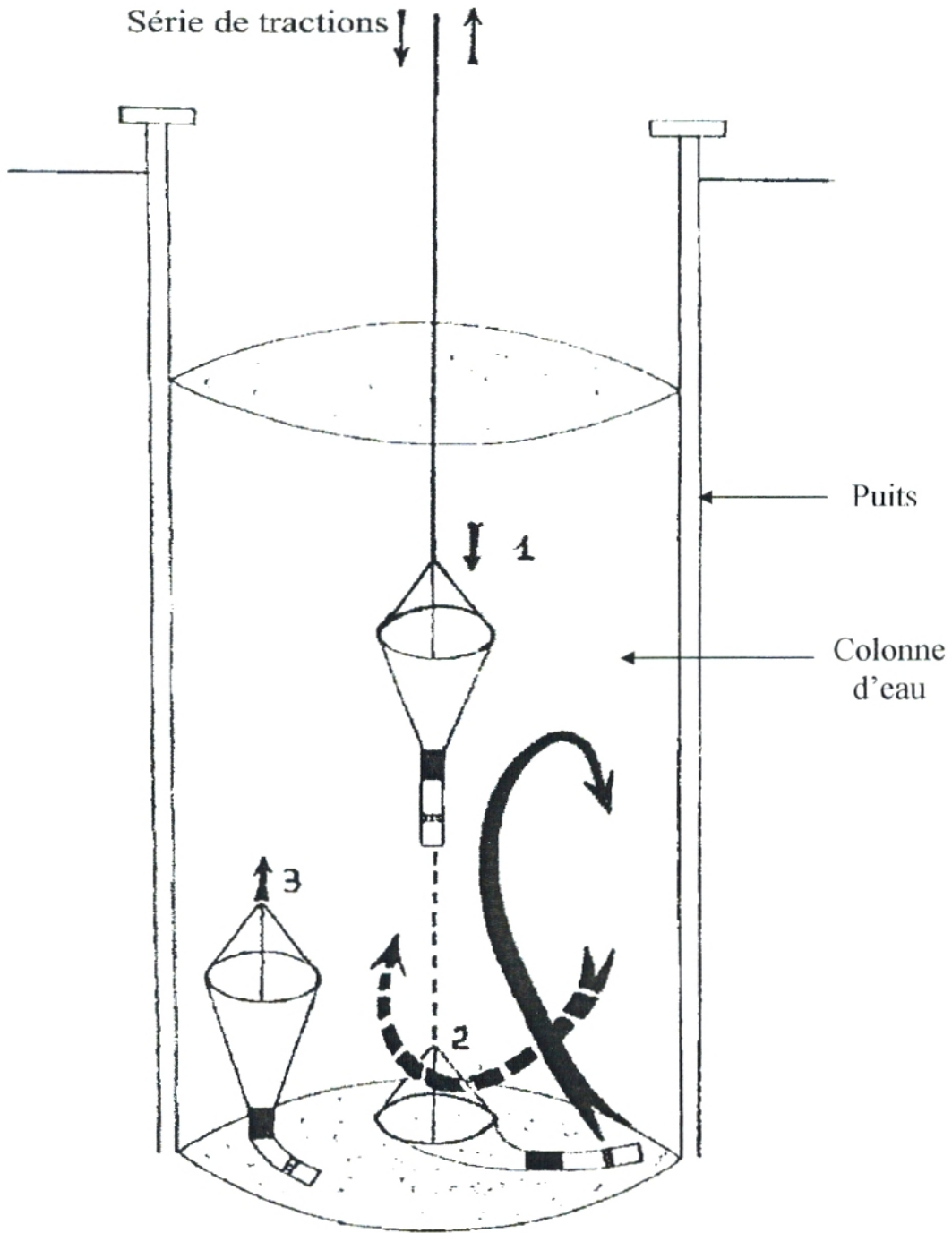


Fig. 7 : Schéma d'un filet phréatobiologique



**Fig. 8 : Utilisation du filet phréatobiologique dans le puits
(1, 2, 3 : positions successives du filet pendant les séries de tractions).
(Bou, 1974)**

diamètre soutient la partie inférieure du dispositif d'une part, et sert également de réservoir de récolte d'autre part. Au niveau de ce manchon se situe le réservoir en plexiglas de 5 cm de diamètre, fermé par une valve qui empêche les animaux de s'échapper une fois qu'ils ont été capturés.

Le réservoir est lesté inférieurement par un cylindre métallique.

A cette technique, nous avons apporté quelques modifications. En effet, le réservoir en plexiglas est remplacé par un pot en plastique de 11 cm de hauteur et 5 cm de diamètre, placé à l'extrémité inférieure du manchon filtrant. De même, nous avons ajouté des lests en plomb au niveau de l'ouverture du filet.

Le filet relié par une sangle est manié par une série de tractions successives énergiques qui créent un mouvement ascendant de l'eau qui déloge les sédiments et la faune associée qui peut alors être capturée. Nous avons descendu le filet au fond du puits, puis remonté rapidement 20 fois de suite (fig. 8).

Lors de chaque remontée la colonne d'eau, partiellement filtrée par le cône en soie à bluter est chargée de particules solides mises en suspension et des animaux planctoniques ou benthiques décrochés, elle traverse le cylindre de distribution en abaissant la membrane, et arrive enfin au réservoir ou se décantent les matériaux solides et la faune.

1.2- Méthode des nasses :

Cette méthode ressemble au système de balance (Boutin et Dias 1987). La nasse pour chaque puits constitue un piège appâté mis au point par Boutin et Boulanouar (1983).

La bouteille en plastique (Fig. 9), représentant la nasse, mesure 24 cm de hauteur et 7 cm de diamètre. Son fond a été découpé et remplacé par un entonnoir provenant de l'extrémité supérieure d'une seconde bouteille semblable à la première. Cet entonnoir va laisser la faune pénétrer dans le piège par son ouverture. De même, le bouchon de la bouteille principale remplacé par un morceau de soie à bluter, va laisser l'air en sortir lors de l'immersion.

Nous avons utilisé comme appât, un fragment de viande fraîche avec quelques morceaux de feuilles de salades vertes. Une fois la bouteille appâtée, elle est placée sur le fond du puits par une corde et maintenue au fond par des lests de plomb fixés à la bouteille, afin d'assurer une certaine stabilité du dispositif (fig. 9).

Une durée plus courte ne permet de capturer que les espèces les plus communes. Une durée plus longue diminue généralement l'effet attractif de l'appât. Pour cela, nous avons utilisé comme période de séjour de la nasse, 24 heures.



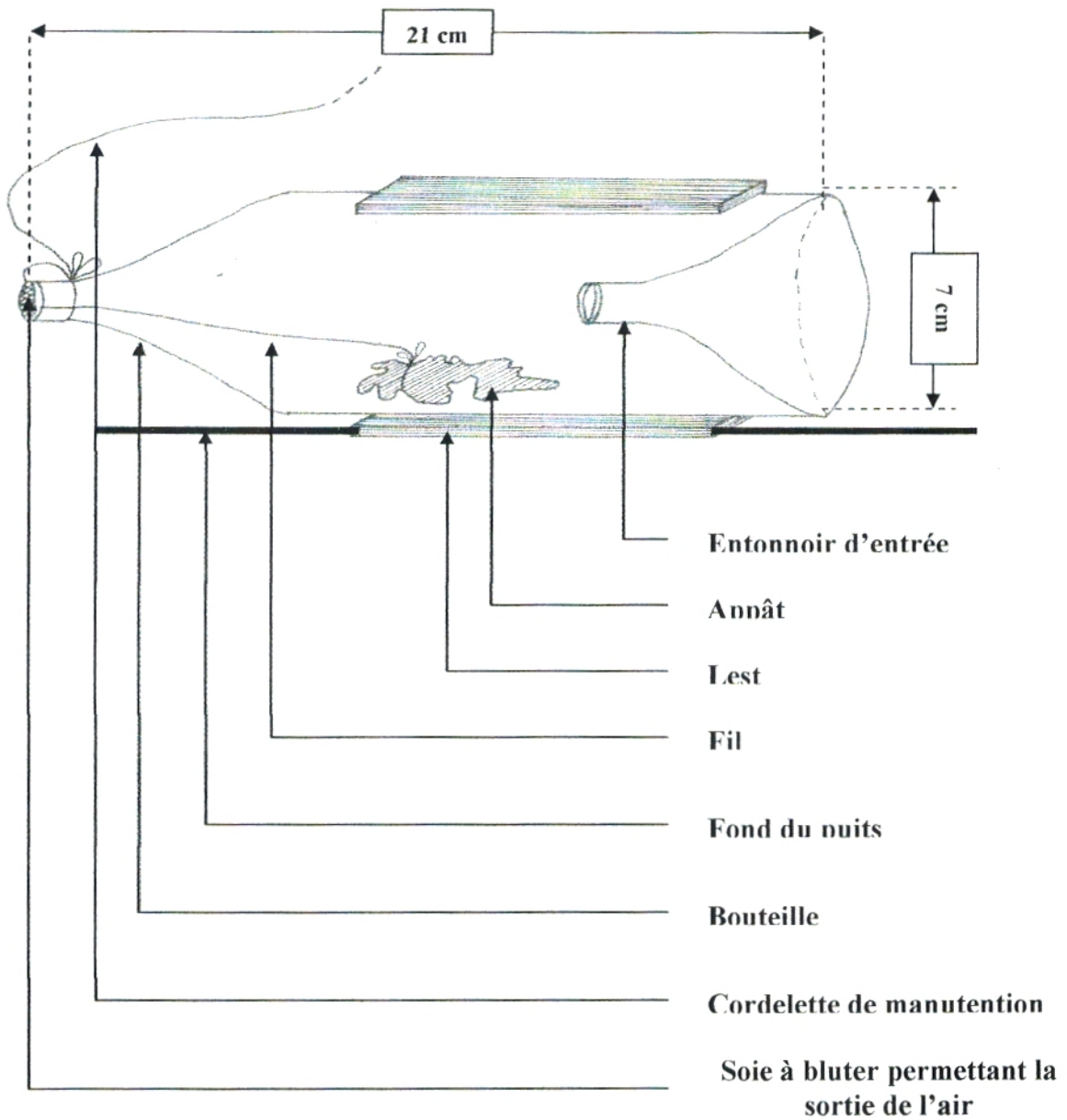


Fig. 9 : Dessin d'une nasse.

2- Traitement de l'échantillon : ✕

Les échantillons sont fixés au formaldéhyde puis amenés au laboratoire, où ils ont fait, sous une loupe binoculaire, l'objet d'un tri suivi d'une détermination en se basant sur des clés de détermination, puis conservée dans des petits tubes remplis d'éthanol à 70 %.

3- Le niveau piézométrique :

Selon le type de nappe, on distingue deux méthodes de mesure du niveau piézométrique (Ben Baccar, 1992) : lorsque la nappe est artésienne, on mesure la pression de l'eau à l'aide d'une balance manométrique, d'une cuve à mercure, ou d'un manomètremanographe ; lorsque le niveau de la nappe est au-dessous du terrain naturel, on mesure la profondeur du plan d'eau à l'aide d'une sonde électrique lumineuse, d'une sonde mécanique équipée d'un poids, ou d'une prise d'air rattachée à un système de pression.

Nos mesures ont été réalisées selon le deuxième cas à l'aide d'une échelle graduée permettant de lire la cote du plan d'eau du puits par rapport à la surface du sol.

Le niveau dynamique de la nappe a été mesuré à chaque prélèvement.

4- Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau : ✓

La caractérisation des eaux souterraines concerne essentiellement l'analyse des paramètres de base (pH, température et conductivité) ainsi que des ions majeurs.

Certains paramètres ont été mesurés sur le terrain: température, pH, conductivité et oxygène dissous.

La température :

La température de l'air et celle de l'eau sont mesurées à l'aide d'un thermomètre à mercure gradué au 1/10 de degré Celsius (C°). Le thermomètre est plongé dans un seau rempli d'eau immédiatement après sa remonté du puits

La conductivité électrique :

Elle a été mesurée à l'aide d'un conductimètre multiparamètre et exprimée en microSiemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Le pH :

Le pH est mesuré par un pH-mètre.

L'oxygène dissous :

L'oxygène dissous a été mesuré au moyen d'un oxymètre portatif, exprimé en % de saturation ou en mg/l.

5- Traitement des données :

Les données faunistiques ont été traitées à l'aide :

5.1- Indices biologiques :

Un certain nombre d'indices ont été utilisés pour comparer la composition faunistique des différents puits. Il s'agit des indices de Shannon et de l'abondance relative et richesse taxonomique.

5.2- Anova 1 :

L'analyse de la variance à un critère a été employée pour tester les différences qui existent entre les différents puits pendant les différentes périodes hydrologiques.

5.3- AFC :

Une analyse synthétique spatio-temporelle de la communauté souterraine est utilisée. Cette analyse fait appel au logiciel ADE 4 de Chessel et de Doledec (1991). Les résultats préliminaires ont été analysés au moyen d'une AFC (l'analyse factorielle des correspondances). L'évolution saisonnière et spatiale de la faune a été déterminée en utilisant une analyse discriminante inter-classe (Between group Analysis). Les variables considérées sont l'abondance relative des principaux taxons.

CHAPITRE III :

RÉSULTATS FAUNISTIQUES ET INTERPRÉTATIONS

I- Présentation des principaux groupes faunistiques :

La liste faunistique figurant dans le tableau N°5 comporte les espèces épigées et souterraines. Une description successive de chaque taxon est donnée selon la disponibilité des informations dans la littérature.

Pour chaque taxon, nous citerons les différents puits où il a été signalé, position systématique, répartition géographique, quelques travaux établis ainsi que quelques espèces qui n'ont pas été recueillies lors des prélèvements mais qui sont présentes dans d'autres régions du monde et qui ont été citées comme exemple.

1- Crustacées :

1.1- Isopodes :

L'ordre des isopodes est représenté dans nos récoltes par 3 espèces appartenant à 3 familles : les Cirolanidae avec le genre *Typhlocirolana*, les Microparasellidae avec le genre *Microcharon* et les Asellidae avec le genre *Proasellus*. Ce sont des formes stygobies, dépigmentées et anophtalmes. Ils n'ont pas pu être identifiés spécifiquement par manque d'adultes dans les prélèvements. A l'exception du genre *Typhlocirolana* dont la description est en cours, puisqu'il s'agirait d'une espèce nouvelle pour l'Algérie.

□ Cirolanidae :

La famille des Cirolanidae est l'une des familles d'Isopodes la plus importante, elle comprend 350 espèces appartenant à 47 genres habitant les eaux souterraines (De Grave et Herrando-Pérez, 2003).

***Typhlocirolana* :**

Ordre Isopoda Latreille, 1817

Sous-Ordre Flabellifera Sars, 1882

Famille Cirolanidae Dana, 1852

Genre *Typhlocirolana* Racovitza, 1905

Le groupe *Typhlocirolana* Racovitza est très répandus géographiquement, il est distribué autour du bassin méditerranéen (*Typhlocirolana* Racovitza, 1905 ; *Turcolana* Argano et Pesce, 1980 ; *Marocolana* Boutin, 1993) et dans l'Amérique du Nord (*Cirolanides* Benedict, 1896).

Ce groupe comprend le genre *Marocolana* représenté par l'espèce *Marocolana delmarei* récoltée dans les puits de la région de Marrakech et de la région d'Essaouira (Ben Abbas Taarji, 1986), le genre *Turcolana* au quel il est plus proche (Boutin, 1993b) connu au moyen orient (Turquie), et le genre *Typhlocirolana*.

Chez ce groupe, *Typhlocirolana* qui a été découvert pour la première fois en 1905 avec l'espèce *Typhlocirolana racovitza*, est le genre le plus important et le plus diversifié avec une aire de distribution très vaste, s'étendant des Baléares (Racovitza, 1905) et Sicile (Caruso et Costa, 1978), jusqu'au Maroc (Nourisson, 1956 ; Margalef, 1958 ; Botosaneanu et al., 1985 ; Boutin et Dias, 1987), l'Algérie (Gurney, 1908 ; Racovitza, 1912), et le moyen Orient (Strouhal, 1961 ; Por, 1962 ; Herbst, 1982).

En Algérie, il existe déjà trois espèces décrites :

Typhlocirolana fontis (Gurney, 1908), récoltée à Ain Oumach (Biskra).

Typhlocirolana buxtoni (Racovitza, 1912), capturée dans des puits de Brédea commune de Boutlelis (Oran), et dans une grotte du ravin de Bou Jacor.

Typhlocirolana gurneyi Racovitza, 1912, rencontrée dans la grotte du ravin de Misserghin (Oran).

Des individus du genre *Typhlocirolana* ont été récoltés dans les puits de la moyenne Tafna seraient des représentant d'une nouvelle espèce (Belaidi et al., 2004).

D'autres espèces ont été découvertes dans d'autres régions, il s'agit de :

- *Typhlocirolana rifani* (Margalef, 1958), *Typhlocirolana leptura* (Botosaneanu et al., 1985) et *Typhlocirolana haouzensis* (Boutin et al., 2002) au Maroc ;
- *Typhlocirolana troglobia* (De Grave et Herrando-Pérez, 2003) en Espagne ;
- *Typhlocirolana moraguesi moraguesi* (Racovitza, 1905), *Typhlocirolana aurea* (Pertus, 1986), *Typhlocirolana margalefi* (Pertus, 1986) au Baléares.

Notons, que la diversité réelle de ce genre est inconnue, puisque d'autres espèces exigent une description précise (Braratti et al., 1999 ; Boutin et al., 2002), et l'emplacement générique correct de l'espèce additionnelle nécessite la révision, c'est l'exemple de *Typhlocirolana reichi* Por, 1962 (Botosaneanu et al., 1985 ; Boutin, 1993a).

Au cours de ce travail, nous avons récolté ce genre dans les puits **Pu4, Pu5, Pu6, Pu7, Pu8 et Pu11**.

***Microcharon* :**

Ordre Isopoda Latreille, 1817

Sous-Ordre Asellota Latreille, 1802

Super-Famille Janiroidea Sars, 1897

Famille Microparasellidae Karaman, 1933

Genre *Microcharon* Karaman, 1934

Le genre *Microcharon* regroupe de minuscules organismes qui vivent fréquemment dans les eaux interstitielles continentales (nappes phréatiques et milieux hyporhéiques des cours d'eau) des pays méditerranéens (Boutin et Coineau, 1991 ; Coineau, 1992).

Leur origine et leur évolution à partir des formes marines ancestrales de surface peut se comprendre dans le cadre du Modèle Biphase de colonisation et d'évolution (Coineau, 1985 ; Boutin et Coineau, 1990 ; Notenboom, 1991 ; Coineau et Boutin, 1992 et 1996 ; Yacoubi et al., 1997 ; Boulanouar et al., 1997).

Au Maroc, *Microcharon marinus*, est la seule espèce littorale marine qui représentait le genre *Microcharon* jusqu'en 1981 (Coineau, 1971, 1986). Boulanouar et al. (1997) ont récolté *Microcharon alamae* dans la région de Fès (Maroc). Yacoubi-Khebiza et al (1997), Yacoubi-Khebiza (1990) et Boulanouar et al. (1995) ont récolté *Microcharon ourikensis* dans la nappe souterraine de l'Oued Ourika qui se rapproche de *Microcharon karamani* (Pesce et Tête, 1978).

En Algérie, deux espèces ont été capturées, à savoir : *Microcharon karamani* et *Microcharon zibani* (Pesce et Tête, 1978). Les représentants du genre ont été récoltés dans la nappe souterraine de la moyenne Tafna (Belaidi et al., 2004)

Au cours de notre travail, un seul puits a livré des individus stygobies du genre *Microcharon*. Il s'agit du puits **Pu4**.

□ **Asellidae :**

Ordre Isopoda Latreille, 1817

Sous-Ordre Asellota Latreille, 1802

Super-Famille Aselloidea Latreille, 1802

Famille Asellidae Latreille, 1802

Genre *Proasellus*

Le genre *Proasellus* est le seul représentant des Asellides de l'Afrique du Nord, il a une répartition périméditerranéenne, mais aussi largement répandue en Europe occidentale.

Il regroupe plusieurs formes différentes qui sont plus ou moins endémiques et réfugiées dans les eaux hypogées.

En Algérie les Aselles sont représentés par les espèces suivantes :

Des formes pigmentées et oculées comme *Proasellus coxalis* (Dollfus, 1892), découverte en 1912 au niveau de la source de Tanzert, dans le massif de Tamesguida (Algérie), et *Proasellus monsferratus* (Braga, 1948), capturée dans le massif de l'Akfadou en Kabylie orientale (Algérie).

Des formes totalement dépigmentée, mais encore oculées *Proasellus hypogeus* (Racovitza, 1922), récoltée dans les eaux de la grotte Ifri-Bou-Amrane, Douar Beni Bou Youcef, commune de Michelet Djurdjura en Kabylie (Algérie).

Des formes dépigmentées et anophtalmes comme *Proasellus gauthieri* (Monod, 1924), découverte dans une source des gorges de Palestro (50 Km au Sud-est d'Alger), *Proasellus gauthieri* (Monod, 1924) subsp. *theodori* Birstein, 1951, capturée dans la source et les gours de la grotte de Rhar Ifri à 35 Km d'Alger. Et *Proasellus thermonyetophilus* (Monod, 1924), récoltée dans la source de Medjez qui alimente l'Oued de M'Sila (Algérie).

il existe d'autres formes d'Aselles largement répandue, il s'agit de :

Proasellus coxalis (Dofflus, 1892), subsp. *africanus* Monod, 1924, découverte dans les puits du Sud tunisien et ceux de Ghardaia (Algérie), ainsi que dans l'îlot de Tabarka (Tunisie) et de Maroc septentrionale.

Proasellus bagradicus (Henry et Magniez, 1972), vivant dans la nappe phréatique d'un sous-affluent du fleuve Medjerda (Nord-ouest tunisien).

Proasellus gineti (Boulanouar et al., 1991), c'est le premier véritable Aselle stygobie du Maroc, c'est une espèce anophtalme strictement inféodée aux eaux interstitielles. Elle a été capturée dans la nappe phréatique de l'Oued Dadès ainsi que celle de l'Oued M'goun (Maroc).

Des individus anophtalmes et dépigmentés ont été récoltés dans les puits de la moyenne Tafna (Belaidi, 2004). Durant notre période d'échantillonnage, des individus dépigmentés et anophtalmes ont été récolté au niveau du puits **Pu3** et **Pu4**.

1.2- Amphipodes :

L'ordre des Amphipodes est représenté dans nos échantillons par 3 espèces appartenant à deux familles :

- les Gammaridae avec les deux genres : *Gammarus* coloré et oculé et *Echinogammarus* dépigmenté et anophtalme.
- Les Salentinellidae avec l'espèce stygobie *Salentinella angellieri*

Les Crustacés Amphipodes constituent un groupe important dans la faune aquatique souterraine dans beaucoup de régions de monde. Ainsi, à une échelle globale, environ 35 familles (ou groupe de familles) et 166 genres contiennent des stygobies, et plusieurs genres et même certaines familles sont exclusivement stygobies. Environ 866 espèces stygobies ont été recensées.

□ **Gammaridae :**

Echinogammarus :

Ordre Amphipoda Latreille, 1816

Sous-Ordre Gammaridae Latreille, 1902

Super-Famille Gammaridae Leach, 1814

Famille Gammaridae Latreille, 1802

Genre *Echinogammarus* Stebbing, 1899

Le genre *Echinogammarus* Stebbings, 1899 occupe une large aire de distribution qui s'étendant de l'Europe et de l'Afrique du Nord à l'Asie (Pinkster, 1993). C'est un genre important, il est représenté en Europe par 50 espèces, et comprend environ 20% de l'ensemble des espèces Gammaridae connues dans ce continent (Grabowski et Pešić, 2005).

Parmi les espèces incluses dans ce genre, on peut citer :

Echinogammarus olivii (Milne Edwards, 1830). Elle a été notée dans la province de Lecce (Costa, 1857), distribuée le long de la totalité méditerranéenne, la Mer Noire et les cotes Atlantiques Européens.

Echinogammarus pungens (Milne Edwards, 1840) qui a été notée dans la province de Lecce (Karaman, 1974 ; Prato, 1994 ; Prato et al., 1995), avec une distribution circumméditerranéenne.

Echinogammarus ischnus (Stebbing, 1899), un amphipode benthique avec une aire de distribution s'étendant de la Mer Caspienne à l'Europe de l'Ouest, la Mer Baltique, et les Grands lacs d'Amérique du Nord.

Seule l'espèce *E. valedictus*, oculée, est connue de deux rivières dans les monts du Djurdjura (Nord Est de l'Algérie) (Pinkster & Platvoet 1990).

En Algérie, les représentants stygobies du genre ont été récolté dans les puits de la moyenne Tafna (Belaidi et al., 2004)

Dans cette étude, quatre puits ont livré des *Echinogammarus*. Il s'agit des puits **Pu5, Pu6, Pu7 et Pu8**.

Gammarus :

- Ordre Amphipoda Latreille, 1816**
- Sous-Ordre Gammaridae Latreille, 1902**
- Super-Famille Gammaridae Leach, 1814**
- Famille Gammaridae Latreille, 1802**
- Genre *Gammarus* Fabricius, 1775**

Le genre *Gammarus* est représenté par 130 espèces dans le monde entier. Suite à la révision effectuée par Bernard et Bernard (1983) sur les amphipodes d'eau douce, 117 espèces ont été énumérés sous le genre *Gammarus*. Après 1983, plus que 20 espèces ont été rapportées par plusieurs auteurs (Karaman et Pinkster, 1987 ; Barnard et Dai, 1988; Morino et Whitman, 1995; Stock et al., 1998; Hou et Li, 2002a, b, 2003a, b, c, d; Hou, Li & Zheng, 2002; Hou, Li et Morino, 2002; Hou, Li et Koenemann, 2002).

Puisque le genre *Gammarus* est basé sur des spécimens rassemblés des secteurs limités du monde, on s'attend à ce que le genre *Gammarus* déborde 200 espèces.

Parmi les travaux qui ont été faits, on note ceux de :

Les puits qui ont livré ce genre sont : **Pu1, Pu2, Pu3, Pu5, Pu6, et Pu8**.

□ **Salentinellidae :**

- Ordre Amphipoda Latreille, 1816**
- Sous-Ordre Gammaridae Latreille, 1802**
- Super-Famille Liljeborgioidae Stebbings, 1888**
- Famille Salentinellidae Bousfield, 1977**
- Salentinella angelieri* Ruffo & Delamare-Deboutteville, 1952**

Les Salentinellidae sont des petits crustacées Amphipodes, véritables organismes phréatiques qui vivent exclusivement dans l'espace interstitiel de l'aquifère profond (Brunke et Gonser, 1997). Ils ont une distribution Ouest-méditerranéenne (Notenboom, 1991).

Eucyclops, *Serrulatus*, *Macrocylops albidus*, *Mesocyclops leuckarli*, *Microcylops varicans* ; d'autres sont propres à l'Afrique tropicale : *Afrocylops gipsoni*, *Thermocyclops neglectus*.

Il y a des genres avec répartition en dehors de l'Afrique en zone paléarctique : *Apocyclops* qui est fréquent aussi bien en Europe qu'en Asie et Amérique du Nord, ainsi que des *Ectocyclops* et *Microcylops*.

L'espèce *Nitocrellopsis rouchi* est inféodée aux nappes phréatiques de France (Galassi et al. 1999),

Au Maroc 7 espèces ont été recensées, dont le genre *Allocyclops* qui a été capturé dans les eaux souterraines avec une très large distribution en Afrique

Nous avons récoltés des Copépodes Cyclopoïdae dans la majorité des puits **Pu1, Pu3, Pu4, Pu5, Pu6, Pu7, Pu10, Pu11 et Pu12.**

1.4- Ostracodes :

Les Ostracodes sont des petits crustacés vivant dans la mer et les eaux douces et saumâtres.

Les recherches ne cessent à nous ramener de nouvelles espèces dans beaucoup de régions du monde. En Egypte, 6 nouvelles espèces ont été récoltées dans la péninsule de Sinaï (Schlagintweit et al., 2001). En Portugal, un nouveau genre d'ostracode limnique *Septacandona* n. gen appartenant à la famille des Candonidae Kaufmann, 1900, sous-famille Candoninae, ainsi que quatre nouvelles espèces sont décrites.

5 espèces d'ostracodes appartenant à 4 genres ont été recensées dans la moyenne Tafna (Belaidi et al. 2004).

Les espèces récoltées dans les puits étudiés sont :

L'ostracode *Heterocypris* qui se rencontre dans les puits **Pu1, Pu3, Pu4, Pu7, Pu9, P10** pourrait bien être, comme *Heterocypris cf. salina* une espèce citée pour la première fois par Belaidi et al, (2004). Elle préfère les eaux légèrement salées et caractérise des eaux minéralisées bicarbonatées riches en sulfates et en chlorure. Elle se rencontre aussi bien en Europe (Mezquita et al. 1999), en Amérique (Kulkoyluoglu, 2000) et en Afrique.

Herpetocypris brevicaudata (Kaufmann, 1900) a été récoltée seulement dans les puits **Pu5 et Pu12**. C'est une espèce qui est rencontrée dans la partie occidentale de la Méditerranée, dans toute l'Europe et en Afrique du nord.

2- Insectes :

Les Insectes et plus particulièrement leurs larves, constituent l'essentiel des macro-invertébrés aquatiques superficiels (Tachet et al., 1980). Ils constituent par le nombre d'individus et la diversité des espèces, la classe la plus importante des Arthropodes et même de l'ensemble du règne animal (Beaumont et Cassier, 1983). Dans les puits, ce sont les larves d'insectes aériens qui sont récoltés le plus souvent.

2.1- Diptères :

Quatre familles de Diptères ont été récoltées lors de notre travail. Il s'agit de la famille des Chironomidae, Culicidae, Ceratopogonidae et Dixidae.

□ Chironomidae :

× Classe Insectes

Ordre Diptères Linné, 1758

Sous Ordre Nématocères Latreille, 1825

Famille Chironomidae

Les larves des Chironomidae des eaux douces sont les plus abondants et, géographiquement, les plus répandues parmi les Insectes holométaboles (Armitage et al., 1995), c'est le groupe d'Insecte le plus ubiquiste (Winnell et Jude, 1984; Environnement Canada, 1997) avec plus de 15 000 espèces dans le monde.

Parmi les travaux établis, nous pouvons citer ceux de Ustaoglu et al (2005), qui ont trouvé 10 nouvelles espèces de Chironomidae : 5 appartenant à la sous-famille des Orthoclaadiinae, 4 au tribu des Chironomini de sous-famille des Chironominae et 1 au tribu des Tanytarsini de sous-famille des Chironominae dans le cours d'eau Gümüldür en Izmir (Turquie).

Cette famille est représentée dans notre étude par 3 sous-familles :

Sous-famille Orthoclaadiinae, récoltée dans les puits **Pu2, Pu4, Pu9 et Pu11**.

Sous-famille Tanypodinae, récoltée dans les puits **Pu5, Pu10, Pu11 et Pu12**.

Sous-famille Chironomidae avec le genre *Chironomus*, capturée dans les puits **Pu2, Pu5 et Pu9**.

□ **Culicidae :**

Classe Insectes

Ordre Diptères Linné, 1758

Sous Ordre Nématocères Latreille, 1825

Famille Culicidae Latreille, 1907

La famille des Culicidae comprend environ 3000 espèces (Knight et Stone, 1977). 70 espèces sont actuellement reconnues présentes en Afrique du Nord dont 47 espèces en Algérie (Hassaine, 2002).

Parmi les peuplements culicidiens notés au Maghreb (Algérie, Maroc et Tunisie), le peuplement culicidien dendrotelme, qui y est présent avec six espèces (Hassaine, 2002): *Aedes berlandi*, *Aedes pulcritarsis*, *Aedes echinus*, *Aedes geniculatus*, *Anopheles plumbeus* et *Orthopodomyia pulcripalpis*.

Au Maroc, Himmi et al (1998), ont contribué à la connaissance de la dynamique et des cycles biologiques des moustiques dans la région nord-ouest du pays.

En Algérie, des espèces de cette famille ont été signalées par certains auteurs :

Senevet et Andarelli (1954) ont récolté *Aedes berlandi* dans un creux de chêne liège à Mouzaia.

Collignon (1939) a noté *Aedes geniculatus* à Méliana et à Mouzaia.

Senevet et Andarelli (1954) ont trouvé que *Aedes pulcritarsis*, découverte dans la forêt de Reghaia près d'Alger, colonise les trous d'arbres remplis d'eau fortement teintée et riche en matière organique.

Brunhes (1999) décrit la larve, la nymphe, et les imagos de *Aedes (Ochlerotatus) biskraensis*. de la région de Biskra.

Cette famille a été recueillie dans la majorité des puits : **Pu2, Pu3, Pu4, Pu5, Pu6, Pu9, Pu10, Pu11 et Pu12.**

Pour les autres Diptères, ils ne sont rencontrés qu'accidentellement :

✓ Ceratopogonidae : dans les puits **Pu1 et Pu2.**

Dixidae : dans le Puits **Pu10.**

Ptychopteridae : dans le puits **Pu5**

2.2- Coléoptères :

Il existe au moins 14 familles de coléoptères qui sont entièrement ou partiellement aquatique (Mandaville, 1999).

Les coléoptères sont représentés dans nos prélèvements par six familles : Elmidae avec le genre *Normandia*, Curculionidae, Hydraenidae, Haliplidae, Hydrophilidae avec le genre *Coelostoma* (Sous-famille Sphaeridiinae) et Dytiscidae.

□ **Elmidae :**

Ordre Coléoptères

Super-famille Byrrhoidea Latreille, 1804

Famille Elmidae Curtis, 1830

Sous-famille Elminae Curtis, 1830

Genre *Normandia* Pic, 1900

La famille des Elmidae est une famille commune des coléoptères aquatiques, avec deux sous-familles : Elminae et Larinae. D'après Neveu (1974), cette famille abonde généralement dans les zones où l'ensoleillement est favorable ; les pollutions ont toujours un effet négatif sur cette famille.

Les individus du genre *Normandia* ont été fournis par les puits : **Pu1, Pu2 et Pu3.**

□ **Dytiscidae :**

Ordre Coléoptères

Sous-Ordre Adephaga Schellenberg, 1806

Famille Dytiscidae Leach, 1815

L'ensemble des larves des Dytiscidae fréquente les eaux stagnantes ; on peut les trouver toutefois dans les zones marginales de certains cours d'eau (Bertrand, 1968).

Cette famille n'a été recueillie que dans deux puits : **Pu5 et Pu6.**

Pour les autres familles :

□ **Hydrophilidae : présente dans le puits : Pu10**

Ordre Coléoptères

Sous-Ordre Polyphaga Emery, 1886

Super-famille Hydrophiloidae Latreille, 1802

Famille Hydrophilidae Thomson, 1859

Sous-famille Sphaeridiinae

Genre *Coelostoma* Brullé, 1835

Une espèce du genre *Coelostoma* a été trouvée dans plusieurs localités de Maroc (Chavanon et al., 2004), il s'agit de *Coelostoma hispanicum* (Kuster, 1848).

- **Hydraenidae** : rencontrée dans le puits : **Pu6**.

Elle a été étudiée par Bennis et al. (2001) qui en ont fourni de nouvelles données. Ainsi, ils ont pu identifier 37 espèces dont une est nouvelle pour le Nord de l'Afrique, 3 pour le Maroc et 16 pour le territoire rifain.

- **Curculionidae** : récoltée dans le puits : Pu6
- **Haliplidae** : capturée dans le puits : Pu6

2.3- Hétéroptères :

Ordre Hétéroptères

Sous-Ordre Nepomorpha Popov, 1968

Super-famille Galastocoroidea Kirkaldy, 1906

Famille Pleidae Fieber, 1851

Famille Naucoridae Falen, 1814

Famille Corixidae Leach, 1815

Les hétéroptères aquatiques comprennent 38 000 espèces décrites dans le monde (Schuh et Slater, 1995).

Cet Ordre est représenté dans nos échantillons par quatre familles : Pleidae, Naucoridae avec le genre *Naucoris*, Corixidae et Mesovellidae. Ces familles sont réparties dans les puits étudiés comme suit :

- La famille des Pleidae : puits **Pu4 et P5**.
- La famille des Naucoridae : puits **Pu5**.

- La famille des Corixidae : puits **Pu5, Pu6**.
- La famille des Mesovellidae : puits **Pu2, Pu3, Pu4**.

2.4- Trichoptères :

Les trichoptères sont représentés dans nos échantillons par deux familles : les Ecnomidae et les Glossosomatidae.

- **Ecnomidae** : récoltée dans le puits : **Pu2**.

Les Ecnomidae sont généralement limnophiles, ils fixent leur construction sous ou entre des cailloux, mais on peut également les trouver dans la végétation immergée.

- **Glossosomatidae** : signalée dans le puits : **Pu2**.

3- Gastéropodes :

Les gastéropodes sont représentés dans nos prélèvements par deux groupes, les gastéropodes pulmonés avec deux familles :

- ◁ Physidae (dans les puits : **Pu3, Pu4, Pu5, Pu6, Pu7, Pu8, Pu9, Pu10 et Pu12**).
- et Planorbidae (dans les puits : **Pu4, Pu6 et Pu12**),

les Gastéropodes prosobranchie sont représentés par deux familles

- Bythinellidae (dans le puits : **Pu6**)
- et Hydrobiidae (dans le puits : **Pu8**).

Embranchement Mollusques

Classe Gastéropodes

Sous-Classe Pulmonata

Ordre Basommatophora

Famille Physidae

Les Physidae sont des escargots pulmonés avec une distribution mondiale.

L'espèce épigée ubiquiste *Physa acuta* a déjà été signalée au Maroc dans les puits (Boulal, 2002).

Famille Planorbidae :

Les Planorbidae se trouvent dans la plupart des puits du Maroc (Boulal, 2002)

Sous-Classe Prosobranchia

Famille Bythinellidae

Les espèces de Bythinellidae appartiennent au groupe composite des Hydrobiidae *sensu lato* (Hydrobioidae *sensu* Davis 1979), groupe extrêmement divers et à répartition mondiale (Bichain et Prié, 2005).

Cependant, une difficulté majeure dans l'étude des hydrobioïdes hypogés, outre les problèmes liés à la systématique du groupe, provient de la difficulté d'accéder au milieu souterrain.

Famille Hydrobiidae :

De même, les Hydrobiidae qui font parti des escargots operculés, présentent une distribution mondiale (Cowie, 1997). L'espèce *Bythinella tiznitensis* a été récoltée dans les puits au Maroc (Boulal, 2002)

4- Oligochètes :

Seulement deux espèces d'Oligochètes figurent dans nos récoltes :

□ **Tubificidae :**

***Limnodrilus hoffmeisteri* Clapède, 1862**

C'est une espèce cosmopolite et eurytope bien connu du pourtour de la Méditerranée. Elle se rencontre au Maroc et en Algérie (Gagneur et al.1986) et en Tunisie (Boumaiza et al.,1986).

C'est une espèce polluo-résistante (Lafont, 1983).

Elle a été récoltée dans le puits **Pu3 Pu5**

□ **Lumbiculidae :**

Trichodrilus

Cette famille est récoltée dans un seul puits et elle est représentée par le genre *Trichodrilus*.

Ce dernier a été récolté dans le sous écoulement de la moyenne Tafna (Belaidi et al.,2004).

L'espèce *T. allobrogum* Clapède, 1862 a été prélevée dans la haute Tafna (Gagneur et al., 1986)

II- Composition et évolution de la Faune des puits :

II.1 – Composition de la faune des puits :

Les différents taxons récoltés dans chacun des prélèvements sont reportés sur la liste faunistique (Tableau 5).

L'analyse de la faune récoltée dans les puits étudiés a mis en évidence la présence de 39 taxons et 8309 individus représentés par quatre embranchements: nématodes, annélides, mollusques et arthropodes. Parmi ces taxons, 5 ont été identifiés comme des espèces stygobies et appartiennent aux Crustacés: Isopodes et Amphipodes. Les autres groupes peuvent avoir des représentants stygobies. Il s'agit surtout des Copépodes, des oligochètes et des mollusques.

Les Crustacés dominent avec une abondance de 93,68 % du nombre total d'individus. Les insectes (4,24 %), les mollusques (1,32 %), les nématodes (0,22 %), les annélides (0,42 %) et les arachnides (0,096 %) sont fréquemment récoltés (Fig. 10).

Parmi les crustacés (Fig. 11-2), 8 taxons ont été identifiés, dont 5 sont des espèces stygobies. Les groupes les plus diversifiés sont ceux des Isopodes (1 espèce de Cirolanidae, 1 espèce d'Asellidae et 1 espèce de Microparasellidae), et des Amphipodes (deux espèces de Gammaridae et 1 espèce de Salentinellidae), aux quels s'ajoutent les Copépodes représentés par les Cyclopoidae et les Ostracodes par la famille des Cyprinidae avec deux genres, *Heterocypris* et *Erpetocypris*.

Parmi les Crustacés stygobies, les Cirolanidae représentés par le genre (*Typhlocirolana*) abondent avec 72,23 % formant ainsi le groupe dominant de la nappe alluviale étudiée, suivi par les Asellidae (*Proasellus*) avec 0,58 %, les Gammaridae (*Echinogammarus*) avec 0,361%, les Salentinellidae (*Salentinella angelieri*) avec 0,0361 % et les Microparasellidae (*Microcharon*) avec 0,0120 % des crustacées. Quant aux autres crustacés les Cyclopidae représentent 9,303 %, les Gammaridae épigés (*Gammarus*) 4,44 % et les Ostracodes 6,70 %

Chapitre III. Résultats Faunistiques & Interprétation

Tableau N°5 : Liste faunistique (avec l'abondance relative)

Taxons	Puits											
	Pu1	Pu2	Pu3	Pu4	Pu5	Pu6	Pu7	Pu8	Pu9	Pu10	Pu11	Pu12
Cl. Gastéropodes												
F. Bythinellidae	-	-	-	-	-	0,034	-	-	-	-	-	-
F. Physidae	-	-	2,67	0,44	6,27	0,104	0,61	0,076	39,13	7,69	-	31,48
F. Planorbidae	-	-	-	0,44	-	0,24	-	-	-	-	-	1,85
F. Hydrobiidae	-	-	-	-	-	-	-	0,038	-	-	-	-
Cl. Crustacées												
O. Copépodes												
F. Cyclopidae	16,27	2,32	1,18	69,6	48,99	3,99	0,82	-	-	30,76	1,036	16,66
O. Isopodes												
F. Cirolanidae												
<i>Typhlocirolana</i>	-	-	-	2,64	0,71	90,09	96,69	98,93	-	-	86,01	-
F. Asellidae												
<i>Proasellus</i>	-	-	13,94	0,44	-	0,034	-	-	-	-	-	-
F. Microparasellidae												
<i>Microcharon</i>	-	-	-	0,44	-	-	-	-	-	-	-	-
O. Amphipodes												
F. Gammaridae												
<i>Gammarus</i>	81,06	1,16	0,59	-	2,01	2,5	-	0,11	-	-	-	-
<i>Echinogammarus</i>	-	-	-	-	0,71	0,41	0,61	0,15	4,34	-	1,036	-
F. Salentinellidae												
<i>Salentinella angelieri</i>	-	-	-	-	0,23	-	-	0,038	-	-	-	-
Autre												
O. Ostracodes												
F. Cyprinidae												
<i>Heterocypris</i>	0,88	-	70,91	8,37	-	-	1,03	-	17,39	7,69	-	-
<i>Erpetocypris</i>	-	-	-	-	33,37	-	-	-	-	-	-	5,55
Cl. Oligochètes												
F. Tubificidae												
<i>Limnodrilus</i>	-	-	3,26	-	2,72	-	-	-	-	-	-	-
F. Lumbriculidae												
<i>Trichodrilus</i>	-	-	-	0,44	-	-	-	-	-	-	-	-
Nématodes	-	-	5,34	0,44	-	-	-	-	-	-	-	-
Cl. Arachnides												
O. Scorpions	-	2,32	-	0,44	-	-	-	-	-	-	-	-
O. Araignées	-	1,16	0,59	0,44	0,11	-	-	-	-	-	-	-
Cl. Insectes												
O. Collemboles	-	2,32	-	0,44	-	-	-	-	-	-	-	-
O. Héteroptères												
F. Mesovellidae	-	2,32	0,29	0,44	-	-	-	-	-	-	-	-
F. Corixidae	-	-	-	-	0,35	0,13	-	-	-	-	-	-
F. Naucoridae	-	-	-	-	0,71	-	-	-	-	-	-	-
F. Pleidae	-	-	-	0,44	0,23	-	-	-	-	-	-	-
O. Diptères												
F. Culicidae	-	69,76	0,29	7,92	2,36	0,86	0,2	0,64	30,43	38,46	10,62	27,77
F. Ptychopteridae	-	1,16	-	-	0,11	-	-	-	-	-	-	-
F. Ceratopogonidae	1,48	1,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85
F. Chironomidae												
s.F. Tanypodinae	-	-	-	-	0,11	-	-	-	-	7,69	0,25	14,81
s.F. Orthocladiinae	-	1,16	-	6,16	-	-	-	-	4,34	-	1,036	-
s.F. Chironominae												
<i>Chironomus</i>	-	2,32	0,59	0,44	0,11	-	-	-	4,34	-	-	-
F. Dixidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,84	-	-
O. Coléoptères												
F. Limnebiidae	-	9,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F. Elmidae												
<i>Normandia</i>	0,29	1,16	0,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F. Dytiscidae	-	-	-	-	0,82	1,25	-	-	-	-	-	-
F. Hydraenidae	-	-	-	-	-	0,034	-	-	-	-	-	-
F. Haliplidae	-	-	-	-	-	0,24	-	-	-	-	-	-
F. Curculionidae	-	-	-	-	-	0,034	-	-	-	-	-	-
F. Hydrophilidae												
s.F. Sphaeridiinae												
<i>Coelostoma</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,84	-	-
O. Tricoptères												
F. Ecnomidae	-	1,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F. Glossosomatidae	-	1,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Les Insectes (Fig. 11-1) avec une abondance relativement faible, constituent le groupe le plus diversifié. 21 taxons ont été identifiés, dominés par les diptères qui forment un groupe écologique d'une importance numérique élevée (74,50 %).

Ces diptères (Fig. 12) sont représentés principalement par les Culicidae qui dominent par leur abondance, les Chironomidae et les Ceratopogonidae. Alors que, les Ptychopteridae et les Dixidae sont rares.

Les Coléoptères (Fig. 12) représentent 18,41 % des insectes et comportent 7 taxons. Il s'agit des Dytiscidae qui constituent le groupe dominant avec 67,18 % des Coléoptères, suivi par les Limnebiidae (12,5 %), les Haliplidae (10,93 %), et les Elmidae (4,68 %). Quant aux Hydraenidae, Curculionidae et Hydrophilidae, ils sont rares.

Les Hétéroptères (Fig. 12) comptent 4 taxons (Corixidae, Naucoridae, Pleidae et les Mesovellidae). Ils sont numériquement mal représentés.

Parmi les Mollusques (Fig. 11-1), seul les Gastéropodes sont récoltés. Ils représentent 1,32 % de la biocénose totale et comportent 4 taxons : les Physidae qui dominent avec 90 % des gastéropodes, suivis par les Planorbidae (8,18 %), les Bythinellidae (0,90 %) et les Hydrobiidae (0,90 %).

En moindre importance, les arachnides, avec 0,096 % de la faune totale, sont représentés par les scorpions (50 %) et les araignées (50 %). Les nématodes et les annélides constituent respectivement 0,22 % et 0,42 % de la faune récolté.

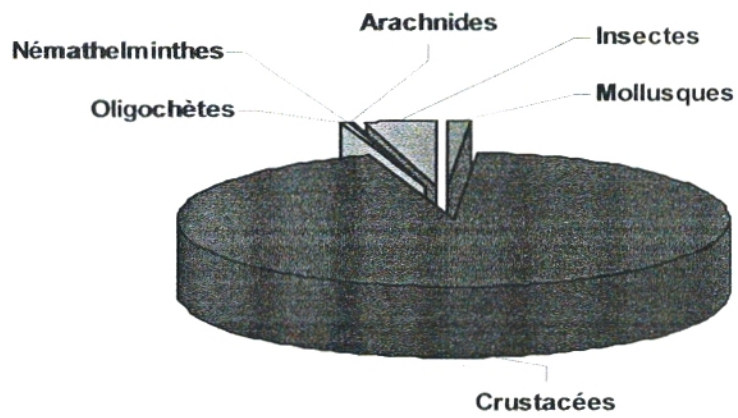


Fig. 10 : Structure générale de la biocénose pour l'ensemble des puits.

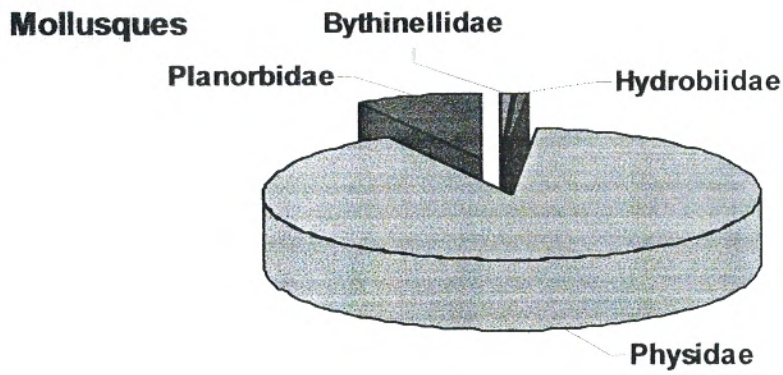


Fig. 11-1 : Groupe des mollusques

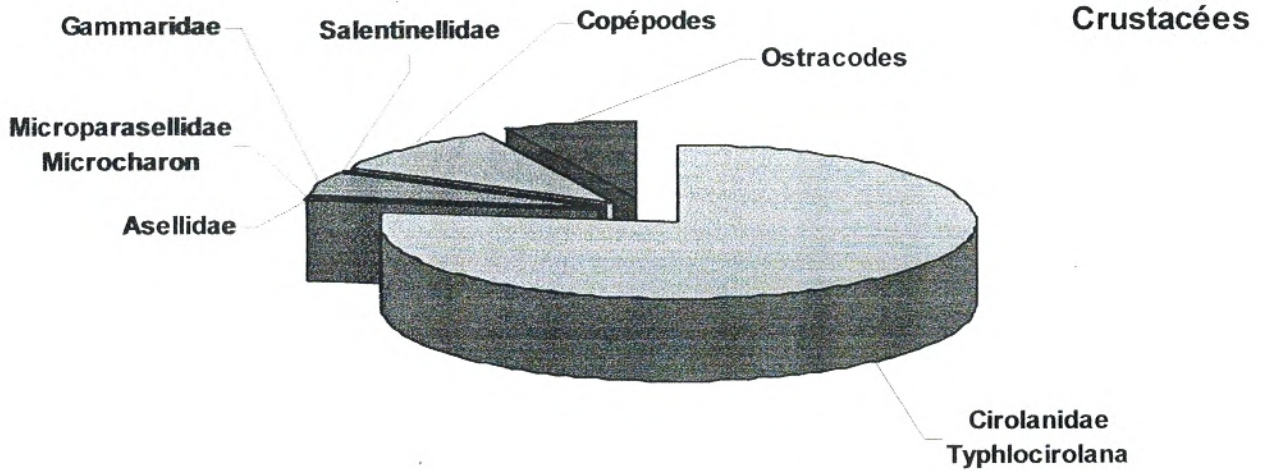


Fig. 11-2 : Groupe des Crustacées

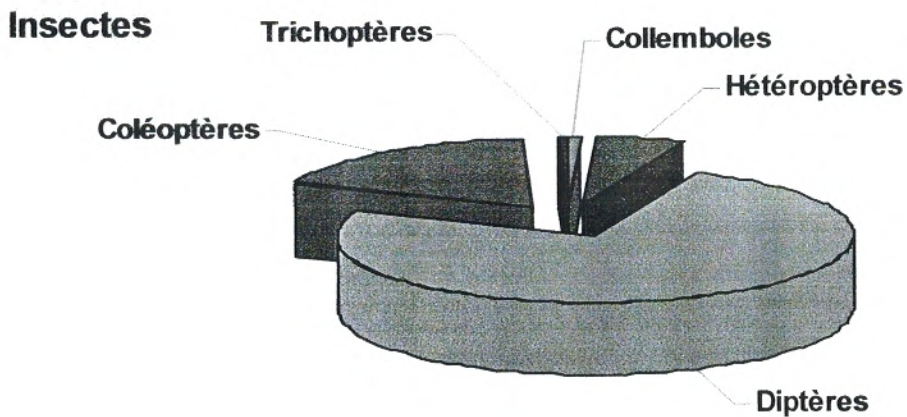


Fig. 11-3 : Groupe des insectes

Fig. 11: Structure des principaux groupes récoltés pour l'ensemble des puits.

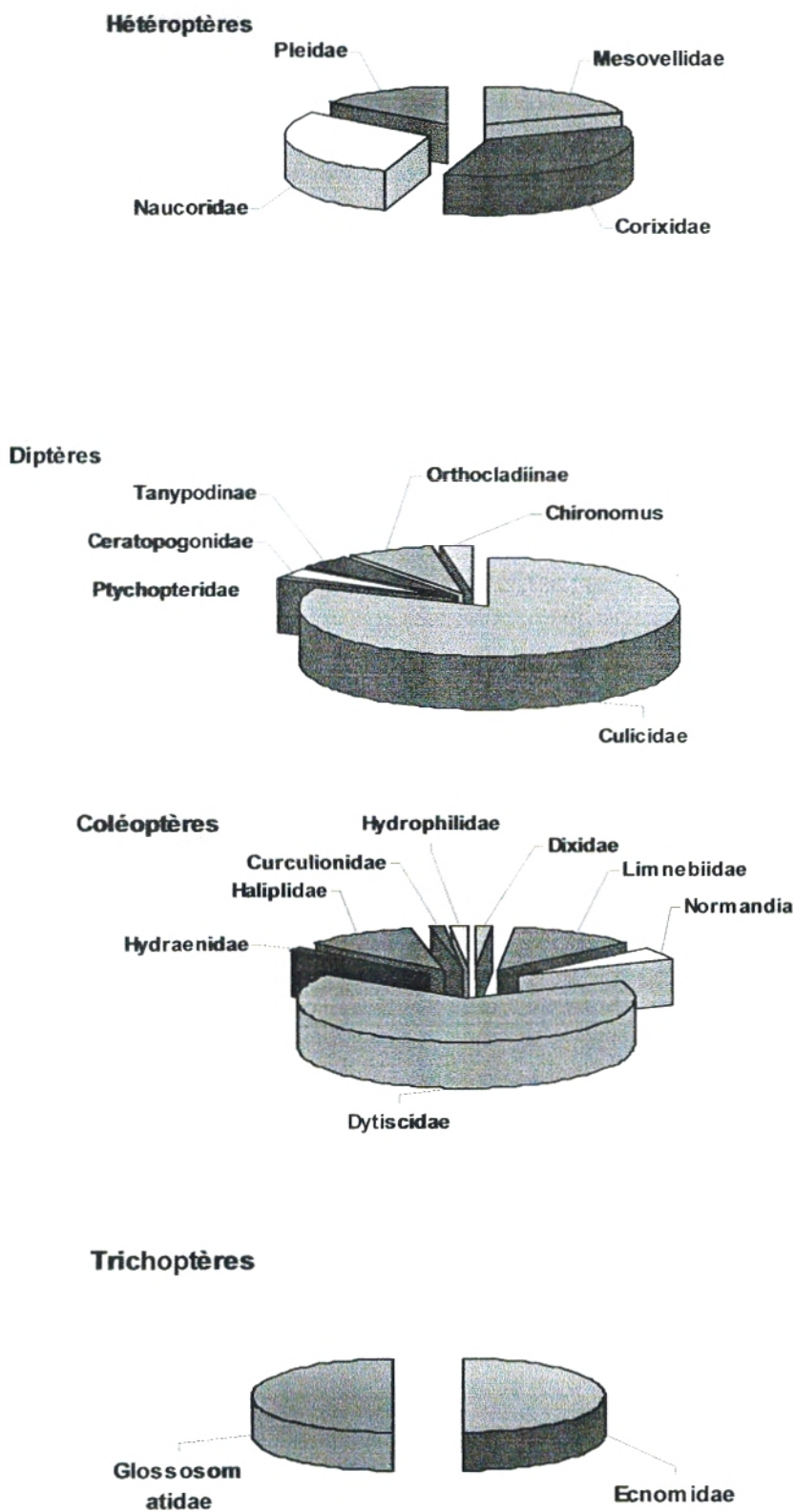


Fig. 12 : Structure des groupes d'insectes récoltés pour l'ensemble des puits.

II.2- Le peuplement des différents puits :

1- Puits Pu1 : (Fig. 13-A)

Ce puits compte un total de 338 individus et de 5 taxons, dont 98,22 % représente des crustacés. Il s'agit des *Gammarus* Gammaridae (81,06 % du peuplement), suivie par les Cyclopoïdes Copépodes (16,27 %). Le reste du peuplement est composé des Ceratopogonidae (1,48 %) et les Elmidae (0,29 %).

Les gammares et les Copépodes ont été capturés dans la plupart des prélèvements, en effet, leur fréquence étaient de 85,71% chacun.

2- Puits Pu2 : (Fig. 13-B)

Ce puits compte seulement 86 individus et 15 taxons. Cette faune est représentée essentiellement par les Culicidae (69,76%) avec une fréquence de 57,14%, suivis par les Coléoptères (10,46 %). Les autres groupes sont rares, il s'agit des Crustacés (3,48 %), des Chironomidae (3,48 %), des Collemboles (2,32 %) et des Hétéroptères (2,32 %).

3- Puits Pu3 :

Ce puits (Fig. 13-C) compte un effectif total de 337 individus, et une richesse taxonomique de 12 taxons, dont 1 seul taxon présentant une espèce stygobie.

Le groupe numériquement dominant est celui des Ostracodes (*Heterocypris*), il représente 70,91% de la faune récoltée dans ce puits et sont fréquemment récoltés (71,42 %). Il est suivi par les Asellidae (*Proasellus*) avec 13,94% et les nématodes avec 5,34%. Les autres groupes sont rares, il s'agit des Physidae (2,67%), des Oligochètes (3,26%), des Copépodes (1,18%), des Amphipodes (*Gammarus*) (0,59%) et des Araignées (0,59%). D'autre part, l'ensemble des insectes (4 taxons) ne compte que 1,48% du peuplement avec une relative dominance des Diptères Chironomidae.

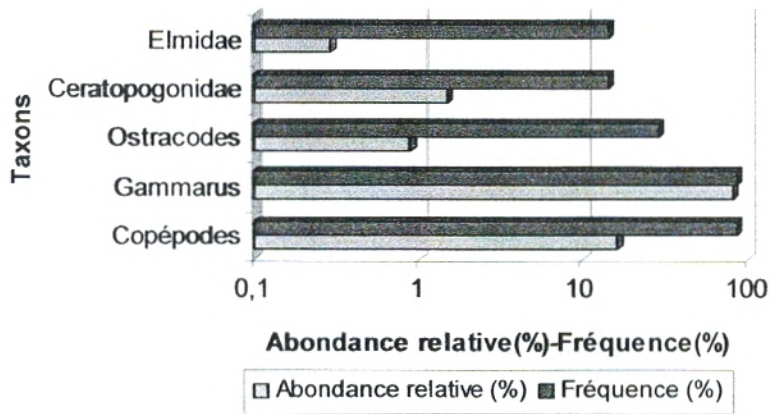


Fig. 13-A : Puits Pu1

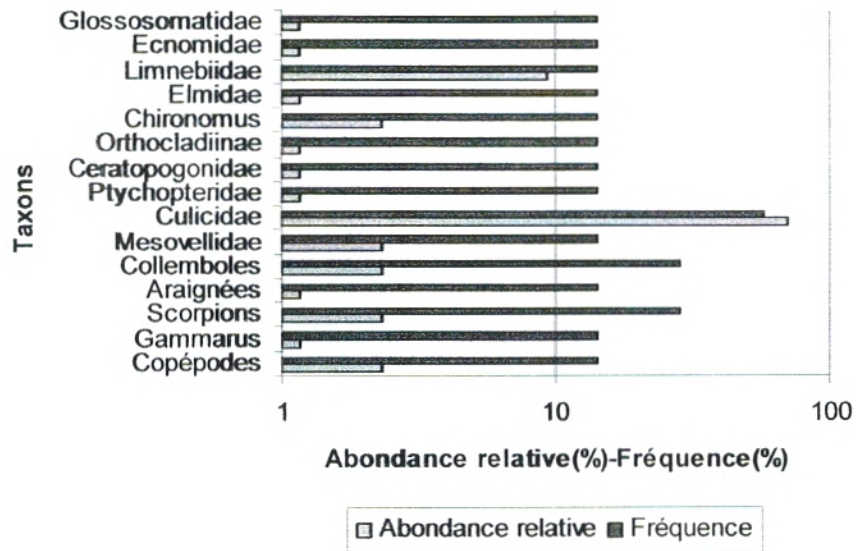


Fig. 13-B : Puits Pu2

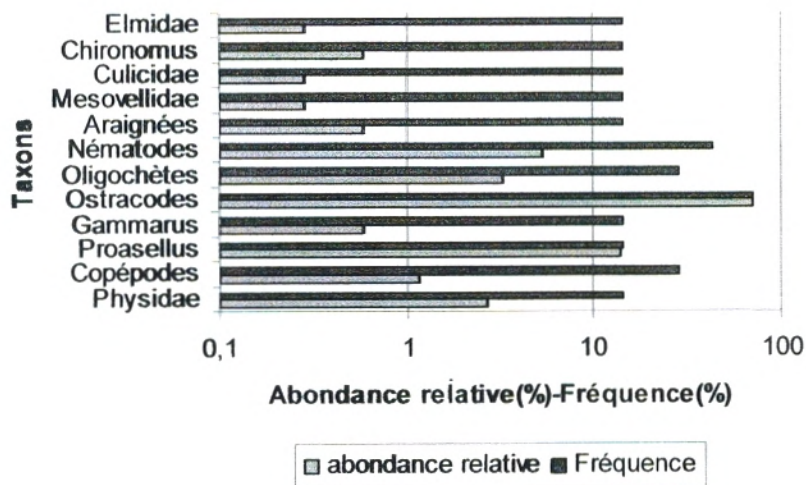


Fig. 13-C : Puits Pu3

4- Puits Pu4 : (Fig. 13-D)

Avec un effectif de 227 individus, ce puits a fourni la diversité la plus élevée (17 taxons).

Les Copépodes (69,60% de la faune totale récoltée de ce puits) constituent non seulement le groupe le mieux représenté, mais ils sont récoltés régulièrement avec une fréquence de 71,42 %. Ils sont suivis dans un ordre décroissant d'abondance par les ostracodes du genre (*Heterocypris*) (8,37%), les Culicidae (7,92%), les Orthoclaadiinae (6,16%) et les Cirolanidae (2,64%).

Les autres groupes sont très mal représentés: ce sont les gastéropodes (0,88 %), les Asellidae (0,44 %), les Microparasellidae (0,44 %), les Oligochètes (0,44 %), les Nématodes (0,44 %), les Arachnides (0,88 %), les Hétéroptères (0,88 %) et des larves de Diptères (14,53 %).

5- Puits Pu5 : (Fig. 13-E)

La faune de ce puits est composée comme le précédent, de 17 taxons dont 3 espèces stygobies. Il s'agit des *Typhlocirolana* (Cirolanidae) (0,71 %), Salentinellidae (0,23 %) et *Echinogammarus* (Gammaridae) (0,71 %). Par contre, l'effectif total dépasse largement 800 individus.

Les copépodes dominent avec une abondance relative de 48,99 %. De plus ils sont récoltés à chaque campagne de prélèvement (fréquence de 100%). Les ostracodes (*Erpetocypris*) et les Physidae comptent respectivement 33,37 % et 6,27 %.

Ce puits abrite également d'autres taxons mais qui restent faiblement représentés. Il s'agit surtout des épigées telles que les larves d'insectes (4,85 %), des Oligochètes (2,72 %) et des Araignées (0,11 %), et des espèces stygobies telles que les Cirolanidae (0,71 %), les Gammaridae (2,72 %), des Salentinellidae (0,23 %).

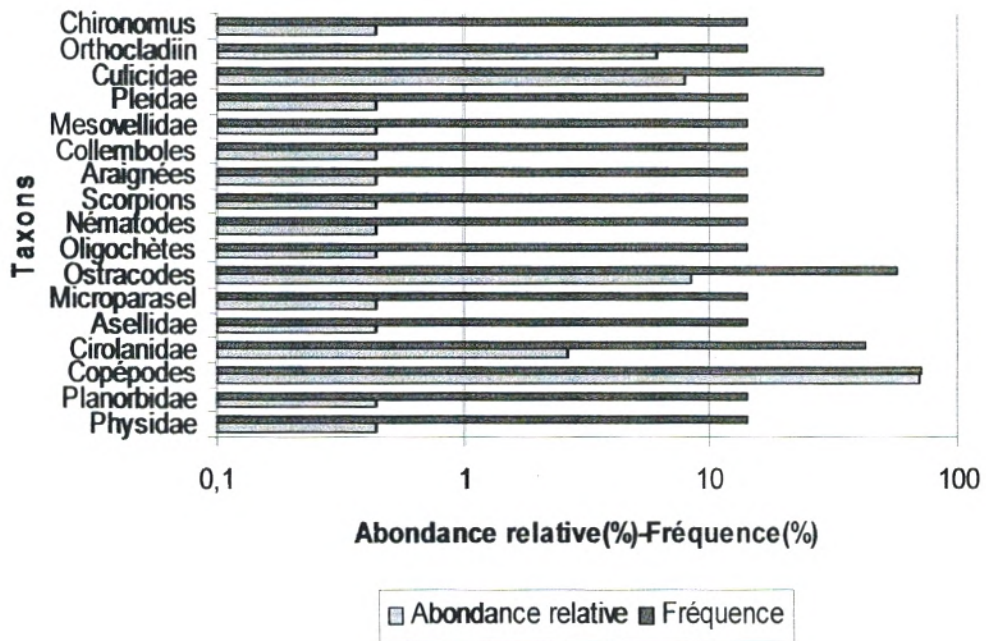


Fig. 13-D : Puits Pu4

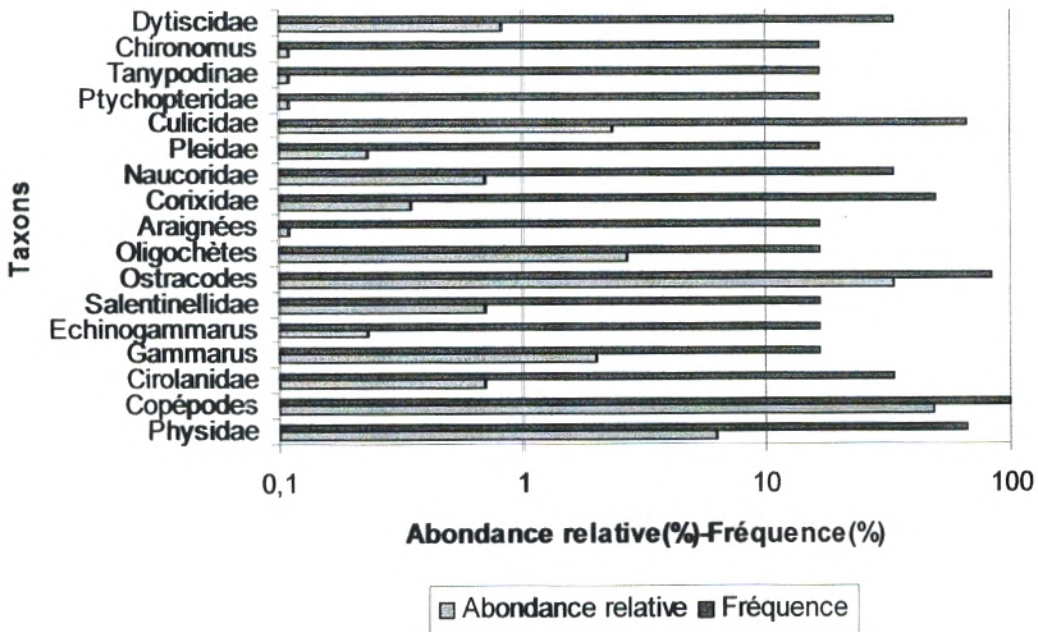


Fig. 13-E : Puits Pu5

6- Puits Pu6 : (Fig. 13-F)

Ce puits se distingue largement des autres par le plus grand nombre d'individus enregistré (2877 individus), constituant 14 taxons, dont 3 espèces stygobies.

Parmi les stygobies, l'abondance des Cirolanidae est nettement marquée avec 90,09% de la biocénose de ce puits. Notons que cette espèce a été récoltée durant toute la période d'échantillonnage. Le reste des crustacées est formé d'Asellidae (0,034 %), de Gammaridae (2,91 %). Parmi les larves d'insectes (2,57 %), seul les Coléoptères (Dytiscidae) dépassent 1 %. Les autres sont rares: comportant surtout les hétéroptères (Corixidae) (0,13%), et les diptères (Culicidae) (0,86 %). Toutefois leur fréquence dépasse les 10 % malgré la protection quasi totale du puits.

7- Puits Pu7 : (Fig. 13-G)

Avec 484 individus représentés par 6 taxons, ce puits est dominé par les Cirolanidae, espèce stygobie qui compte 96,69 % du peuplement total. Les copépodes, les Gammaridae (*Echinogammarus*) et les ostracodes (*Heterocypris*) ne représentent que 2,47 % de la biocénose de ce puits. Quant aux autres groupes, ils sont très faiblement représentés, il s'agit des Mollusques Physidae (0,61 %) et des Diptères Culicidae (0,20 %).

Nous remarquons que le groupe des crustacés est le plus fréquent. En effet, les cirolanides ont été rencontrés dans tous les prélèvements entrepris dans ce puits, suivis surtout par les copépodes qui ont une fréquence de 50 %.

8- Puits Pu8 : (Fig. 13-H)

Avec une diversité taxonomique de 7 taxons, 3 représentent des espèces stygobies. De plus, ce puits se distingue par nombre d'individus total relativement élevé (2626 individus). Le groupe des Isopodes Cirolanidae (espèce stygobie) constitue à lui seul 98,93% du peuplement de ce puits marquant ainsi la totalité. Les autres groupes sont très faiblement représentés. Ce sont les Amphipodes Gammaridae (0,26 %), et Salentinellidae (0,038%) d'une part, les Mollusques Physidae (0,076%) et les Hydrobiidae (0,038%), et les Diptères culicidés (0,64%) d'autre part. Notons que les Cirolanidae restent les plus fréquents.

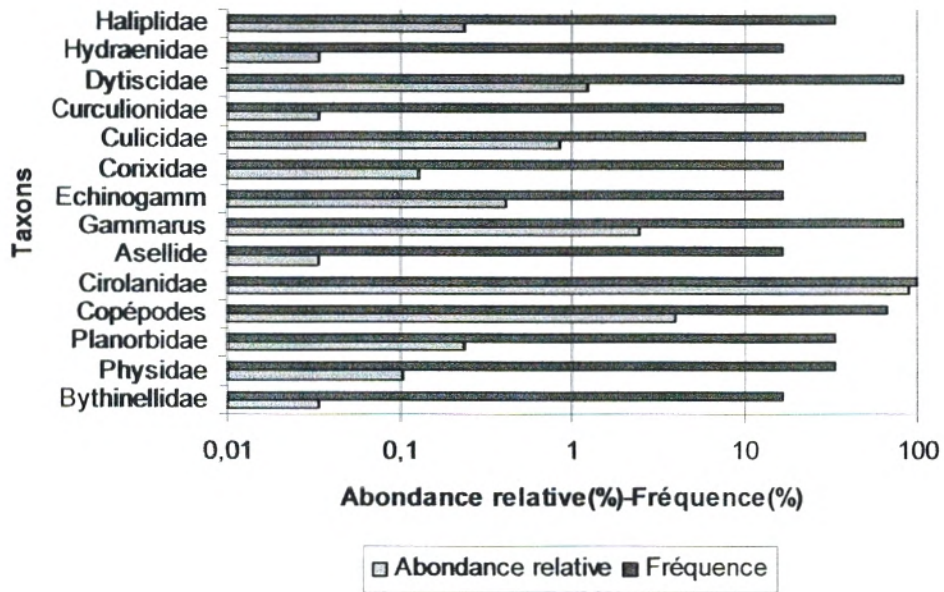


Fig. 13-F : Puits Pu6

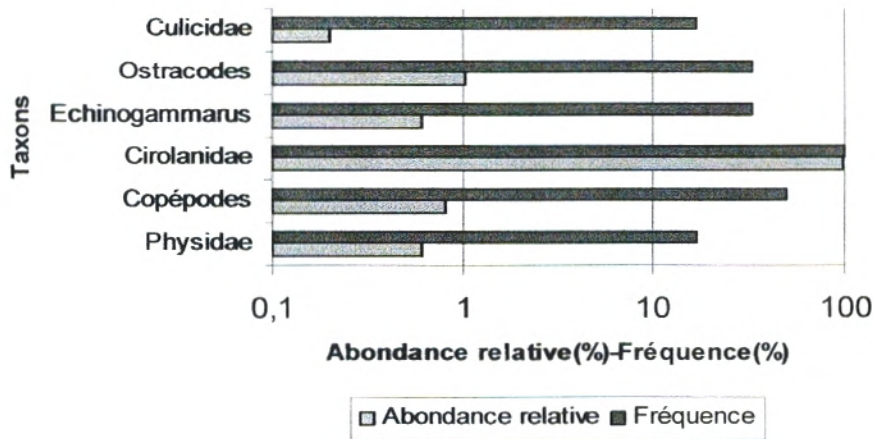


Fig. 13-G : Puits Pu7

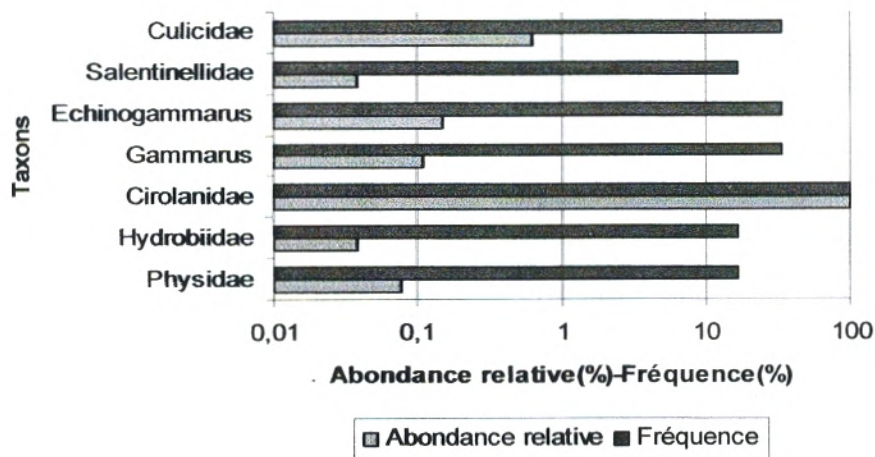


Fig. 13-H : Puits Pu8

9- Puits Pu9 : (Fig. 13-I)

Ce puits se distingue par le nombre total d'individu le plus faible. En effet seul 23 individus ont été récoltés durant toute la campagne d'échantillonnage, constituant 6 taxons, dont un appartenant aux espèces stygobies. Il s'agit de l'Amphipode *Echinogammarus* qui n'est représenté que par une faible abondance (4,34 %).

Les Physidae forment le groupe dominant (39,13 %), suivi par les culicidés et les ostracodes avec respectivement 30,43 % et 17,39% de la faune de ce puits.

A ces taxons s'ajoutent d'autres, mais considérés comme rares: Ce sont les Orthoclaadiinae (4,43 %) et des *Chironomus* (4,34 %)

Notons que toutes les espèces localisées dans ce puits présentent une faible fréquence (< 33,33 %). Elles n'ont été récoltées que dans deux séries de prélèvements au maximum.

10- Puits Pu10 : (Fig. 13-J)

Le peuplement de ce puits compte un effectif faible de 26 individus répartis en 7 taxons, marqué par l'absence de taxons identifiés comme espèces stygobies.

Les Culicidés et les copépodes sont les mieux représentés avec respectivement 38,46% et 30,76 % de la faune de ce puits.

Les autres groupes sont assez faiblement représentés, ce sont les gastéropodes Physidae, les Diptères Tanypodinae et les ostracodes (7,69 % chacun) d'une part, et les Diptère Dixidae et les Coléoptères Hydrophilidae (3,84 % chacun) d'autre part.

Notons que seul les Culicidae sont considérés comme groupe fréquent (83,33 %).

11- Puits Pu11 : (Fig. 13-K)

Dans ce puits nous avons récolté 386 individus appartenant à 6 taxons. Dont 2 stygobies.

La faune de ce puits est dominée par les Cirolanidae qui en totalisent 86,01 % alors que les culicidés ne comptent que 10,62 % de cette faune.

Les copépodes, les *Echinogammarus* et les Orthoclaadiinae sont très faiblement abondants (1,036 % chacun).

La figure montre que les Culicidae ont été notés durant toute la période d'échantillonnage, et dans une moindre mesure les Cirolanidae (66,66 %).

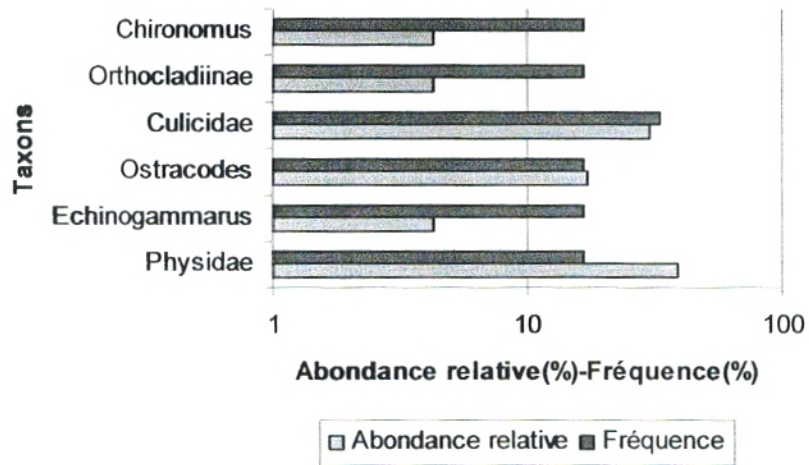


Fig. 13-I : Puits Pu9

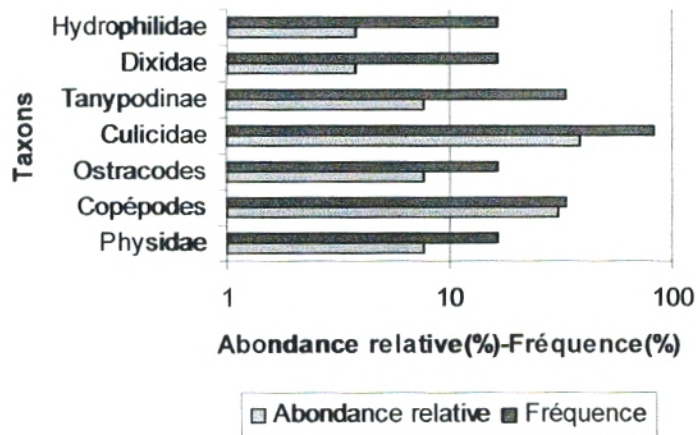


Fig. 13-J : Puits Pu10

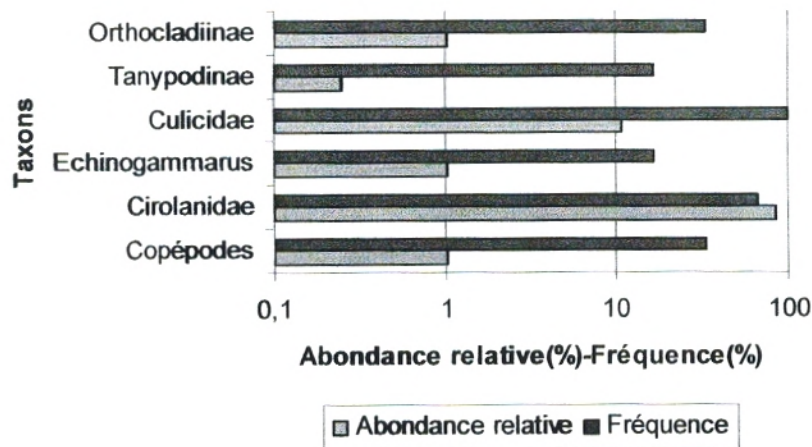


Fig. 13-K : Puits Pu11

12- Puits Pu12 :

Ce puits (Fig. 13-L) compte un effectif de 54 individus avec une richesse taxonomique de 7 taxons.

Les groupes les mieux représentés sont les Physidae et les Culicidae avec respectivement 31,48 % et 27,77 % du peuplement, auxquels s'ajoutent les copépodes (16,66 %) et les Tanypodinae (14,81 %). Enfin et en moindre d'importance, viennent les Planorbidae et les Ceratopogonidae qui totalisent chacun 1,85%.

Presque tous les prélèvements effectués dans ce puits ont livré des Culicidae, leur fréquence était de 83,33 %.

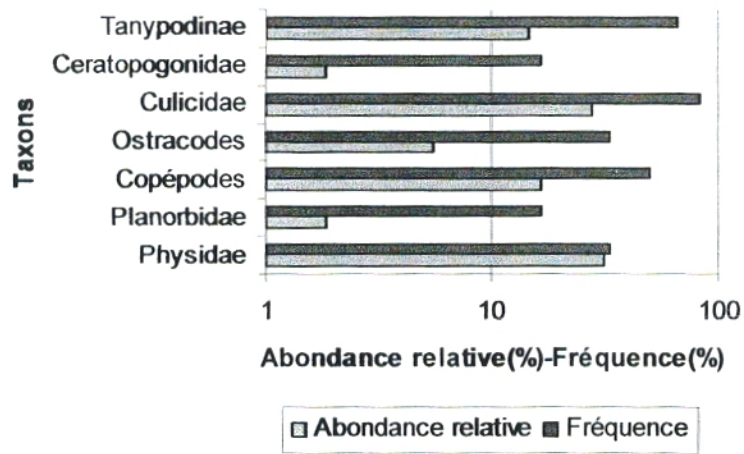


Fig. 13-L : Puits Pu12

Fig. 13 : Structure de la biocénose dans les différents puits.

II.3- Evolution spatiale de la faune des puits:

II.3.1- Variation entre les puits :

L'hétérogénéité spatiale du peuplement des puits se vérifie dans la répartition de la richesse taxonomique (S) de l'abondance totale et de la diversité (H') qui présentent des différences importantes entre les puits étudiés.

- ***Richesse taxonomique***

Les puits étudiés (Fig. 14) comptent une richesse taxonomique total de 37 taxons (5 stygobies). Toutefois, elle n'atteint qu'un maximum de 17 taxons, enregistrés dans les puits Pu4 et Pu5, alors que le puits Pu1 est le plus pauvre avec seulement 5 taxons (figure 9). Cette différence significative est confirmée par le test d'ANOVA 1 ($F = 4,80, p < 0,05$).

De plus, cette variation est enregistrée au niveau de la faune stygobie (Fig. 15). En effet, les puits Pu4, Pu5, Pu6 et Pu8 abritent un nombre maximal de taxons stygobies (3 taxons), alors que les puits Pu1, Pu2, Pu10 et Pu12 n'hébergent aucun de ces taxons. Cela peut être du à la qualité physico-chimique de l'eau. En effet, l'eau des puits Pu1 et Pu2 présente la plus faible conductivité, alors que le puits Pu11 est caractérisée par la conductivité la plus élevée. Le puits Pu12 est caractérisé par une eau chargée de rouilles. D'autres part, Clarke et al. (1993) suggèrent que la structure de communauté peut changer avec une augmentation de la profondeur de l'eau. Toutefois, il peut se produire paradoxalement différentes variables et des conditions physico-chimiques externes (Sket, 1986 ; Humphreys, 1999).

- ***Abondance totale***

Le nombre d'individus (Fig. 14) présente des fluctuations qui varient significativement selon l'ANOVA 1 de 23 à 2877 ($F = 10,39, p < 0,05$). Deux pics sont enregistrés, l'un dans le puits Pu 6 avec 2877 individus, l'autre dans le puits Pu8 avec 2626 individus, correspondant ainsi à un nombre d'individus maximal. Ceci est dû à un effectif important du genre *Typhlocirolana* (Cirolanidae) dans ces puits. En effet ils représentent 72,23 %. Alors que l'abondance totale la plus faible a été observée dans les puits Pu9 et Pu10 avec respectivement 23 et 26 individus, dominés respectivement par 6 taxons et 7 taxons.

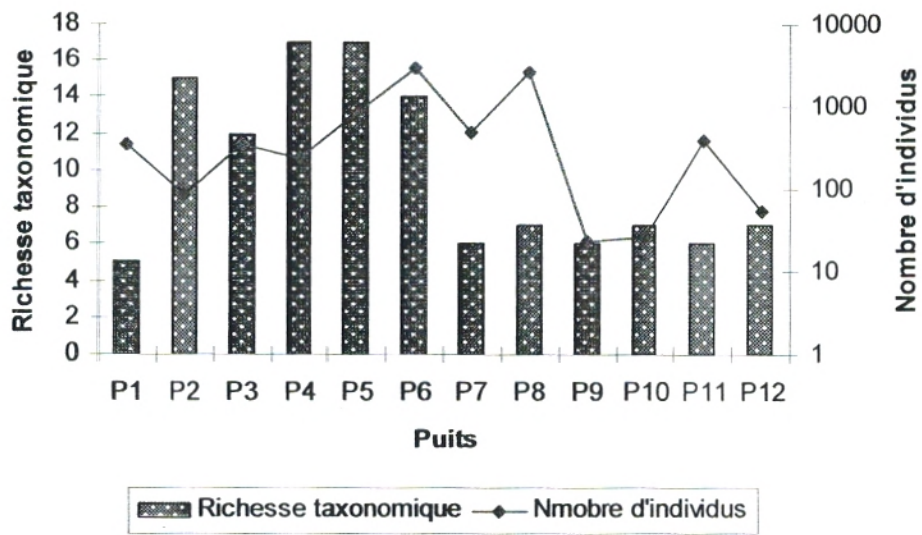


Fig. 14 : Variation spatiale du nombre d'individus et de la richesse taxonomique de la faune récoltée dans les différents puits.

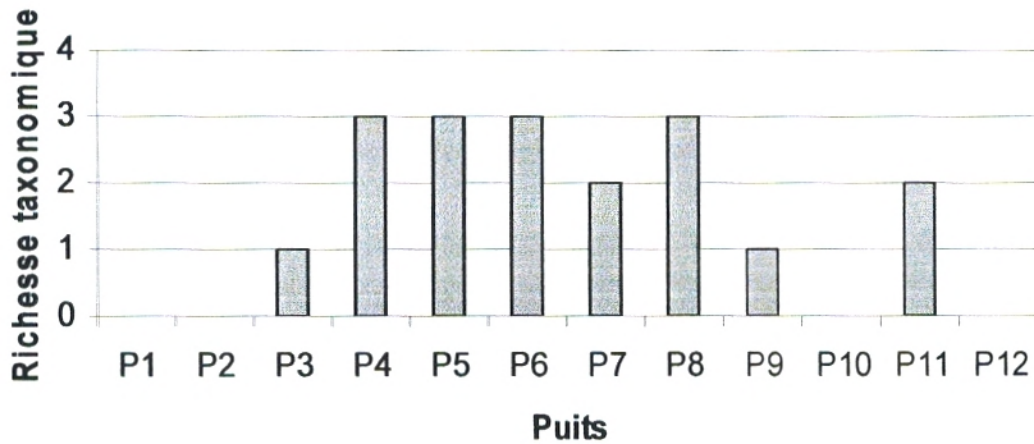


Fig. 15 : Variation spatiale de la richesse taxonomique de la faune stygobie dans les différents puits.

De même, la figure 16 nous conduit aux mêmes remarques, en considérant l'effectif moyen par puits. Les puits Pu6 et Pu8 enregistrent un nombre moyen d'individu maximal correspondant respectivement aux valeurs 479,5 et 437,67 individus. Quant aux puits Pu9 et Pu10, nous notons l'abondance totale la plus faible avec respectivement 3,83 et 4,33 individus. Ainsi, ces deux derniers puits présentent une eau très minéralisée avec respectivement des valeurs de 7500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 7810 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En plus, l'eau du puits Pu9 est très faiblement oxygéné avec un taux d'oxygène le plus faible (25 %).

- **Indice de diversité**

L'analyse des fluctuations de la diversité (Fig. 17) entre les différents puits, mesurées par l'indice de Shannon montre une différence significative (ANOVA à un facteur contrôlé: $F = 1,96, p < 0,05$). Elle varie entre 0,1045 dans le puits Pu8 et 2,3181 dans le puits Pu12.

Cet indice sépare les puits en deux groupes distincts :

- Les puits situés à proximité de l'oued Tafna (Pu1, Pu6, Pu7, Pu8 et Pu11), présentent une faible diversité (l'indice de Shannon H' est compris entre 0,10 et 0,75) traduisant une perturbation du milieu. Ceci est dû probablement à une contamination de la nappe phréatique à partir du cours d'eau.
- Les puits situés loin de l'oued Tafna (Pu2, Pu3, Pu4, Pu5, Pu9, Pu10 et Pu12) sont relativement plus diversifiés (l'indice de Shannon H' est compris entre 1,54 et 2,31).

Pour la majorité des puits, nous notons une dominance d'un seul taxon, au profit des autres taxons présents, et intervenant ainsi dans le fonctionnement du milieu, accompagné de quelques taxons moins représentés qui conditionnent la diversité et la particularité d'un puits. Les Amphipodes *Gammarus* dominant en Pu1, les Diptères culicidés en Pu2 et Pu10, les Ostracodes du genre *Heterocypris* en Pu3, les copépodes Cyclopoidae en Pu4 et Pu5, les Isopodes Cirolanidae du genre *Typhlocirolana* en Pu6, Pu7, Pu8 et Pu11 et les Mollusques Physidae en Pu9 et Pu12.

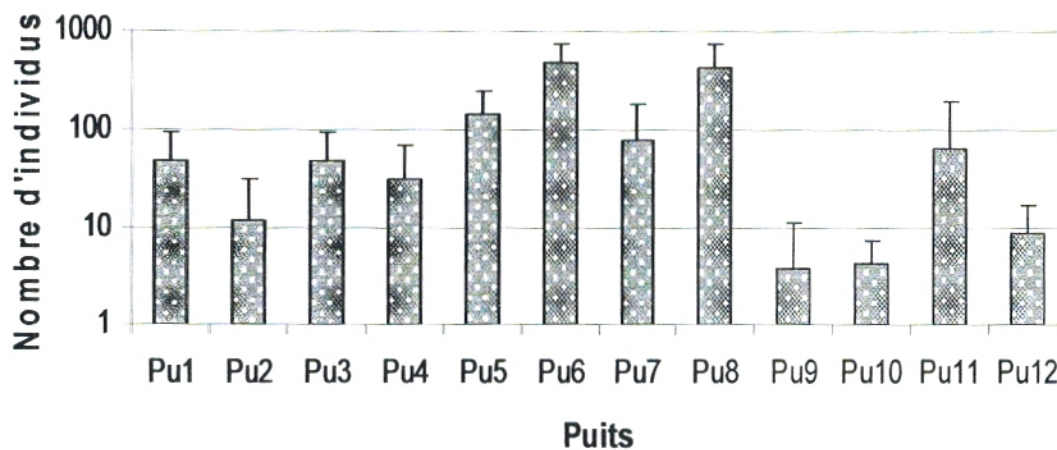


Fig. 16 : Variation spatiale du nombre d'individus moyen par puits de la faune récoltée.

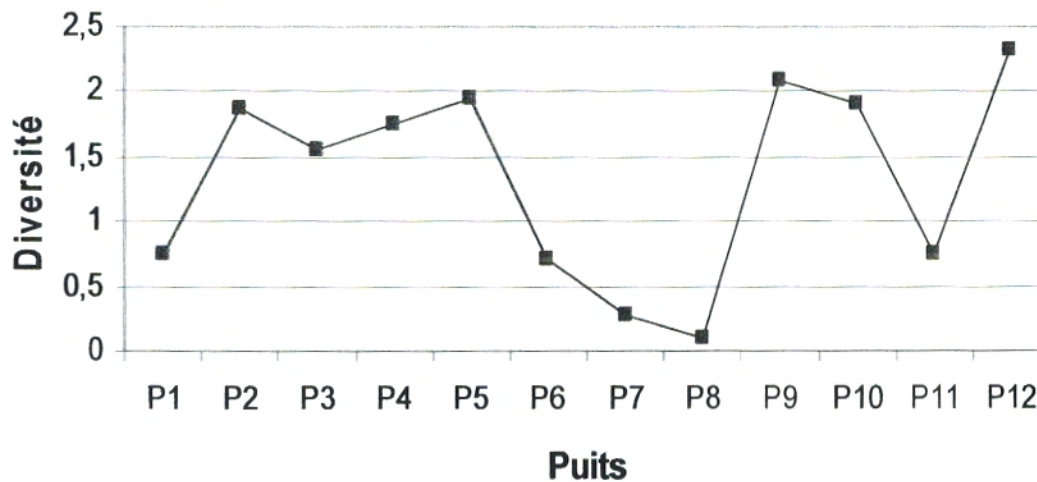


Fig. 17 : Variation spatiale de la diversité de la faune récoltée dans les différents puits.

II.3.2- Variation Amont - aval :

- ***Richesse taxonomique***

Le nombre de taxons total enregistré en amont du bassin versant de la Tafna (altitude > à 908 m) est de 24 taxons, alors que dans les puits de la moyenne Tafna (altitude < à 315 m) 28 taxons ont été récoltés. L'analyse de la variance à un critère a révélé une différence significative ($F = 6,62, p < 0,05$) (Fig. 18). En effet 11 taxons sont inféodés à la partie amont, il s'agit surtout des crustacés Asellidae et Microparasellidae, nématodes, collemboles, Mesovellidae (Hétéroptères), Ceratopogonidae (Diptères) et Elmidae (Coléoptères). Alors que d'autres ne sont inféodés qu'à la partie aval de la nappe (15 taxons): il s'agit surtout des mollusques Bythinellidae et Hydrobiidae, *Echinogammarus* et Salentinellidae, hétéroptères (Corixidae et Naucoridae), diptères (Ptychopteridae et Dixidae), coléoptères (Dytiscidae et Haliplidae) et trichoptères (Curculionidae et Hydrophilidae). En effet, les habitats des eaux souterraines profonds peuvent avoir une richesse en espèces faible par rapport aux aquifères superficiels proches de l'eau superficielle (Rouch et Danielopol, 1997).

- ***Abondance totale***

le nombre d'individus (Fig. 18) montre une différence significative entre l'amont (988 individus) et l'aval (7321 individus) (ANOVA à un facteur contrôlé avec répétition : $F = 36,14, p < 0,05$). Ceci pourrait être lié au nombre de puits entre les deux parties du bassin. Pour cela, nous avons été emmené à considérer le nombre moyen par puits.

- ***Indice de diversité***

La figure 19 montre qu'il y a une différence entre la diversité des puits de l'amont (l'indice de Shannon H' est de 2,73) et celle de l'aval (indice de Shannon H' est de 1,15). Cependant cette différence reste non significative selon le test d'ANOVA.

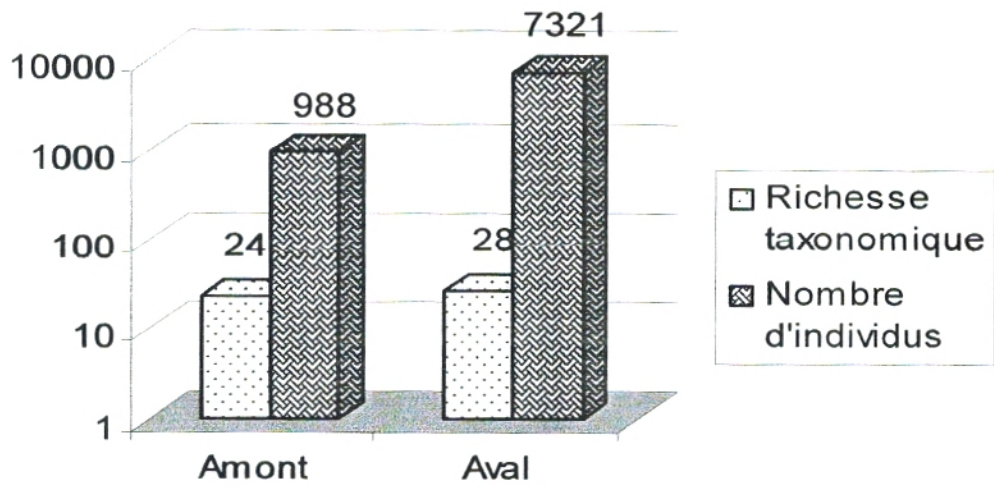


Fig. 18 : Variation spatiale du nombre d'individus et de la richesse taxonomique entre l'amont et l'aval.

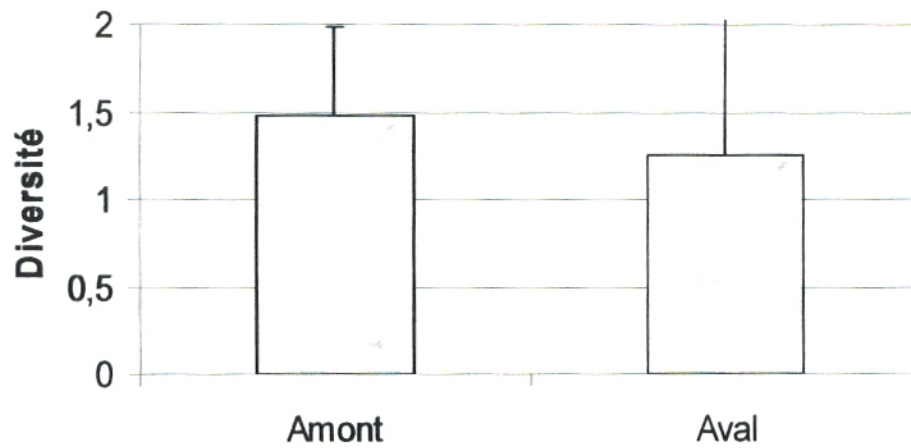


Fig. 19 : Variation spatiale de la diversité moyenne de la faune récolté entre l'amont et l'aval.

II.4- Evolution temporelle de la faune :

- ***Richesse taxonomique***

Pour l'ensemble des puits, la figure (Fig. 20, 21) montre que la richesse taxonomique présente une variation temporelle selon un gradient décroissant au cours de la période d'échantillonnage. En effet, les mois de Mars et de Mai sont les plus riches taxonomiquement avec 23 taxons chacun. A partir du mois de novembre le nombre de taxon chute pratiquement de moitié. Quant au mois de Mars de la l'année suivante le nombre de taxons (8 taxons) enregistré est lié surtout au nombre de puits prospecté (les puits de l'amont) durant ce mois. Cependant, le test d'ANOVA dont on a comparé 7 séries (mois) où chaque série est représentée par 12 puits, n'a révélé aucune différence significative. D'autre part, nous notons une variation de la structure des communautés collectées. Cependant, la plupart des taxons révèlent une distribution temporelle irrégulière en disparaissant et réapparaissant plusieurs fois, il s'agit surtout des mollusques Planorbidae, des crustacées Salentinellidae, des nématodes, des hétéroptères, des diptères et des coléoptères (Elmidae, Hydrophilidae et Haliplidae). En revanche, le reste présente une distribution plus ou moins régulière qui apparaissent et disparaissent qu'une seule fois, il s'agit des mollusques (Bythinellidae et Physidae), des Asellidae, des *Echinogammarus*, des oligochètes, des insectes (Limnebiidae, Dytiscidae, Hydraenidae et Curculionidae) et des trichoptères.

Notons que, le mois de mars est marqué par la présence remarquable simultanée des oligochètes, des ostracodes et des isopode indiquant un enrichissement de l'eau souterraine par la matière organique (Malard et al., 1996 ; Plénet, 1995 ; Plénet et Gibert, 1995 ; Plénet et al. 1996).

- ***Abondance totale***

Selon les figures 20 et 22, le nombre d'individus présente une fluctuation dans le temps selon le même gradient que celui de la richesse taxonomique, avec un maximum d'individus au mois de Mars (2175 individus). Cependant Le test d'ANOVA1 utilisé pour

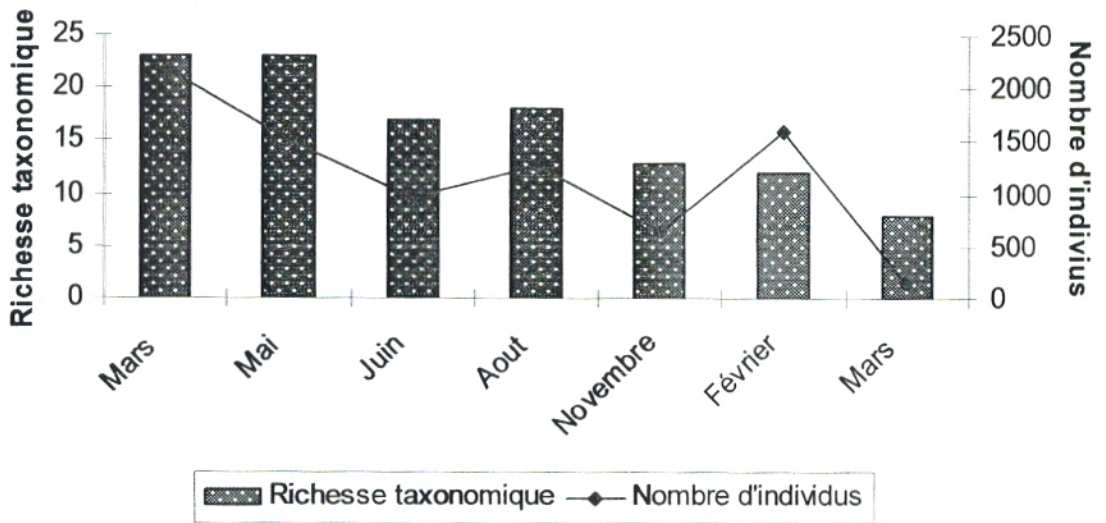


Fig. 20: Evolution temporelle du nombre d'individus et de la richesse taxonomique de la faune récoltée.

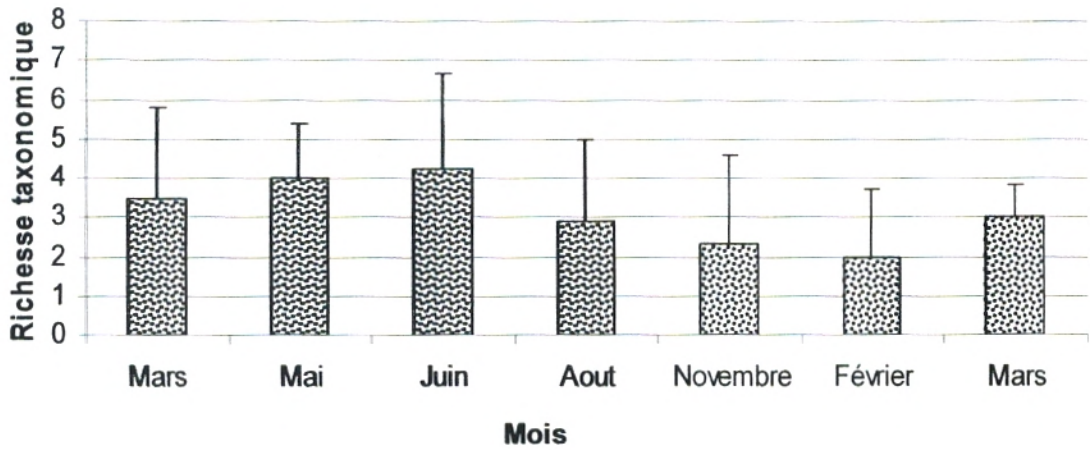


Fig. 21: Evolution temporelle de la richesse taxonomique moyenne de la faune récoltée.

comparer 7 séries de prélèvements n'a montré aucune différence significative. Le genre *Typhlocirolana* abonde durant toute la période d'échantillonnage, suivi par les Copépodes et les ostracodes qui marquent une présence plus ou moins régulière durant toute la période d'échantillonnage.

- **Indice de diversité**

La diversité (Fig. 23) mesurée avec l'indice de Shannon ne présente pas une nette variation au cours du temps ($F = 1,96$ $p > 0,05$). A l'exception du Mois de Février où la diversité taxonomique est la plus faible (L'indice de Shannon H' est de 0,45).

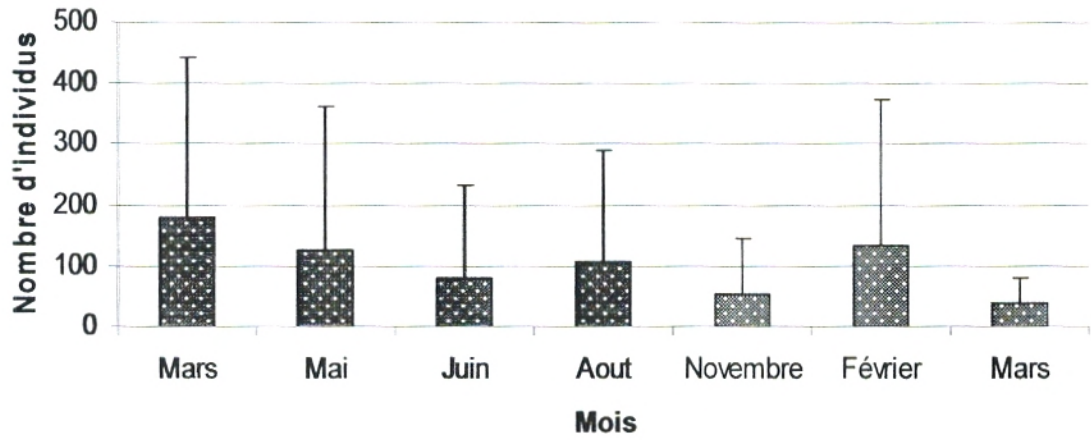


Fig. 22: Evolution temporelle du nombre d'individus moyen de la faune récoltée.

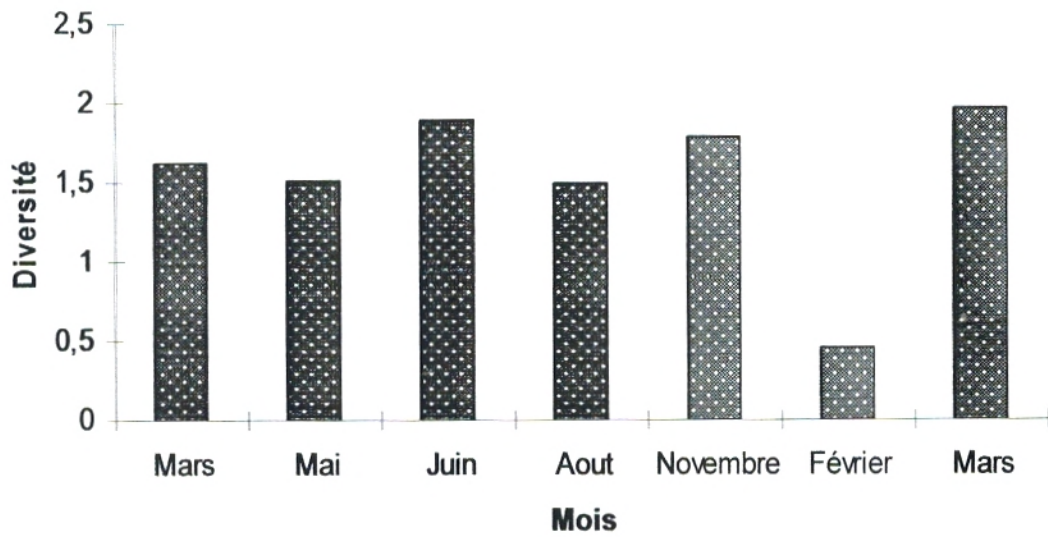


Fig. 23: Evolution temporelle de la diversité.

III- Composition et évolution de la faune stygobie :

III .1 - Commentaire sur le peuplement stygobie :

Le peuplement récolté (Fig. 24) dans tous les puits et durant toute la période d'échantillonnage a fourni, une faune stygobie uniquement crustacéenne. Elle est numériquement la plus abondante avec 6085 individus (soit 73,23 % de la faune totale capturée) représentée par 5 taxons, dont 3 Isopodes et 2 Amphipodes.

La famille des Cirolanidae (Isopodes) représentée par le genre *Typhlocirolana* forme la totalité de ce peuplement avec 6002 individus (soit 98,63 % du peuplement stygobie), suivie par les Asellidae (Isopodes) représentées par le genre *Proasellus* et par les Gammaridae (Amphipodes) représentés par le genre *Echinogammarus* (avec respectivement 0,78 % et 0,49 % de la biocénose stygobionte capturée). Le reste de cette faune est très faiblement représenté, il s'agit de la famille des Salentinellidae (Amphipodes) représentée par l'espèce *Sallentinella angelieri* (0,049 %) et de la famille des Microparasellidae (Isopodes) représentée par le genre *Microcharon*.

Afin de connaître mieux cette faune, nous sommes amenés à étudier sa distribution au niveau des puits étudiés ainsi que son évolution au cours du temps.

III. 2- Distribution spatiale :

La figure 25 montre que sur les 12 puits étudiés, seulement 8 contiennent des espèces stygobies. Ce sont les puits Pu3, Pu4, Pu5, Pu6, Pu7, Pu8, Pu9 et Pu11. Il s'agit surtout des puits les plus proches du lit de la Tafna (Pu5, Pu6, Pu7, Pu8 et Pu11) qui révèlent mieux la richesse en espèces stygobies. Ces points d'eau recevraient un apport d'eau à partir de l'oued enrichissant ainsi la nappe phréatique en éléments nutritifs. Alors qu'aucune espèce stygobie n'a été récoltée dans les puits Pu1, Pu2, Pu10 et Pu12.

Le nombre des espèces stygobies présentes dans les puits varie de 1 dans les puits Pu3 et Pu9 à 3 dans les puits Pu4, Pu5, Pu6 et Pu8.

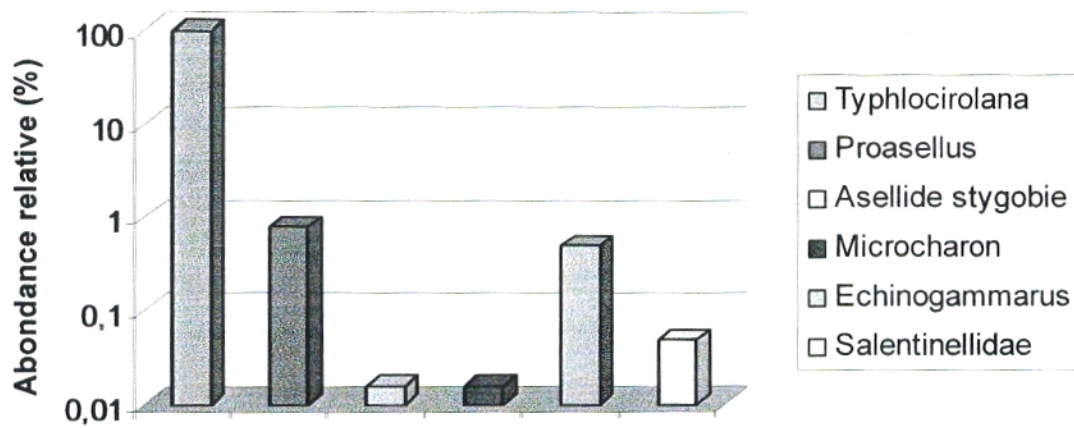


Fig. 24 : Structure générale de la faune stygobie pour l'ensemble des puits.

La figure fait également apparaître que seules les isopodes *Typhlocirolana* et les Amphipodes *Echinogammarus* sont présents dans l'eau de tous les puits qui hébergent la stygofaune à l'exception des puits Pu3 et Pu9 pour *Typhlocirolana*, Pu3 et Pu4 pour *Echinogammarus* où ils sont absents. Cependant *Typhlocirolana* qui présente un faible effectif dans les puits Pu4 et Pu5, abonde dans les autres puits avec un effectif maximal atteint dans les puits Pu6 et Pu8. Alors que les Amphipodes *Echinogammarus*, qui cohabitent avec elle, sont représentés par une population de faible effectif dont le maximum est atteint en Pu6. Ces deux espèces occupent ainsi une extension géographique plus large que les autres espèces phréatobies ainsi qu'une haute aptitude à coloniser les différents habitats et supportant les diverses conditions. Concernant l'espèce *S. angellieri*, elle cohabite avec les deux taxons précédents au niveau des deux puits Pu5 et Pu8 mais avec une très faible abondance.

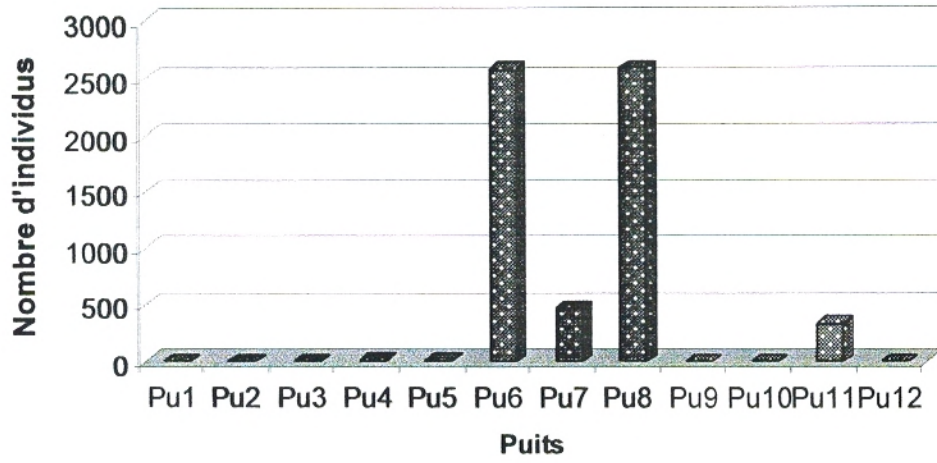
Quant aux Isopodes Asellidae et *Microcharon* ils sont rares et sont récoltés dans un seul puits chacun, avec un effectif très réduit.

III .3- Distribution temporelle :

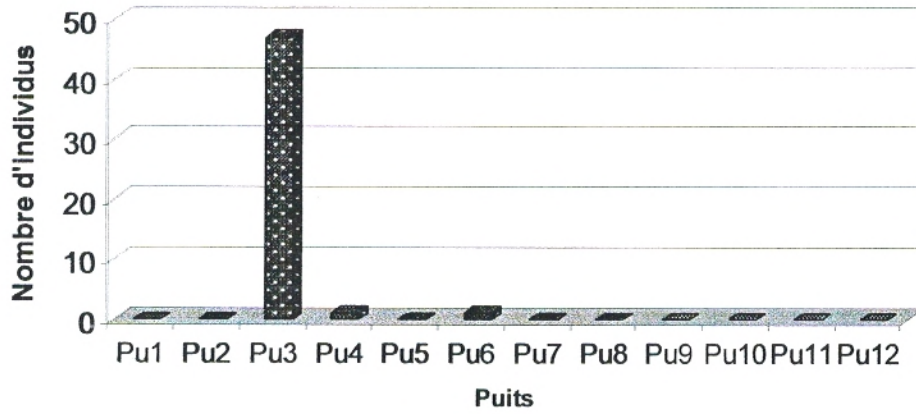
Globalement, lorsque l'on analyse la figure 26, deux types de taxons stygobies apparaissent. Le premier groupe concerne les espèces présentes durant toute la période d'échantillonnage. Il s'agit des Isopodes *Typhlocirolana* et des Amphipodes *Echinogammarus*, avec une dominance des *Typhlocirolana*. Cette dernière est récoltée avec une abondance totale maximale durant la période des hautes eaux qui chute durant les moyennes eaux et l'étiage pour atteindre une abondance totale cinq fois moins pendant le mois de novembre. Les Amphipodes *Echinogammarus* qui sont moins abondants sont surtout récoltés au mois de février alors que durant l'étiage, leur effectif chute et devient négligeable durant le mois d'août.

Le deuxième groupe concerne les espèces les moins fréquemment récoltées et avec un faible effectif. Il s'agit de *S. angellieri*, Asellidae et *Microcharon* récoltées en étiage.

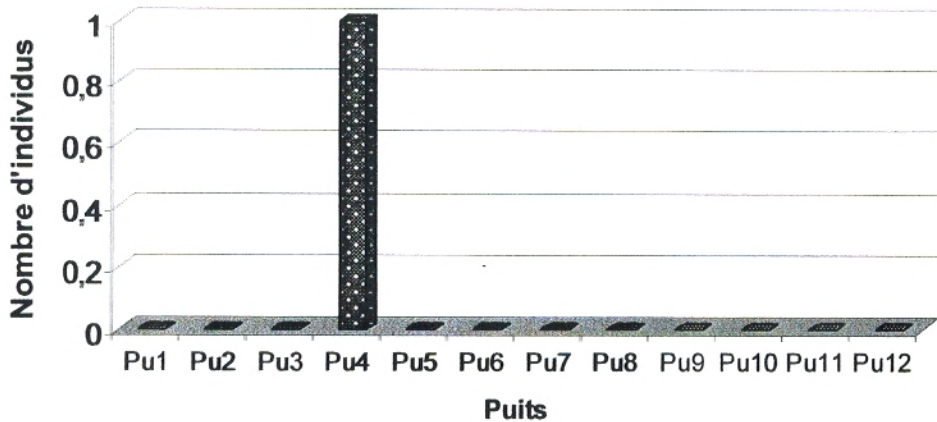
Typhlocirolana



Proasellus



Microcharon



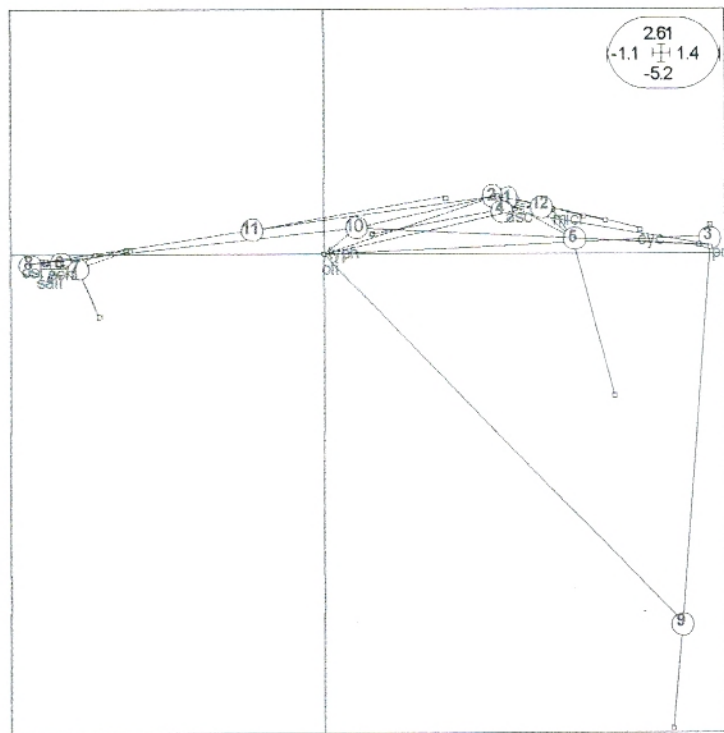


Fig. N°29 : Plan factoriel des puits après discrimination (Axe1 – Axe2)

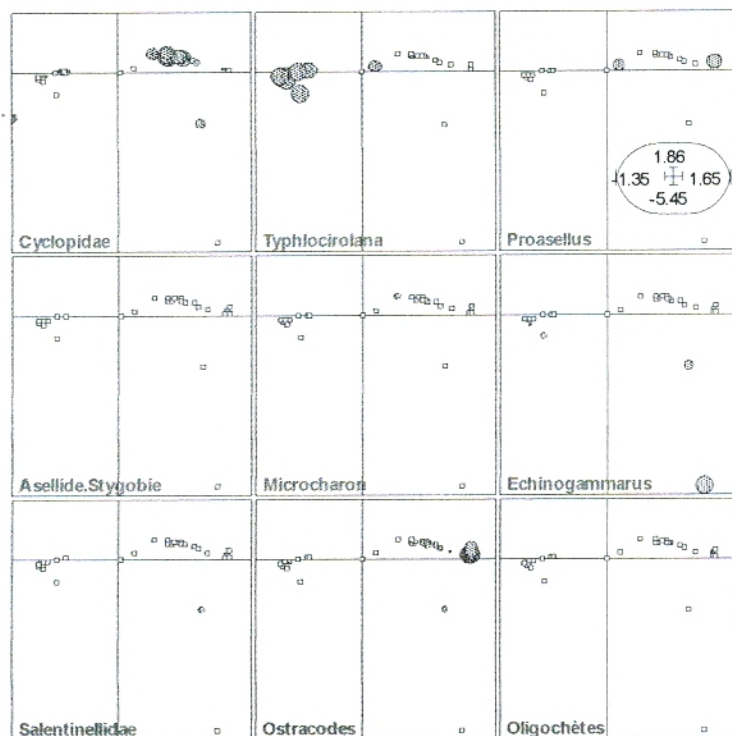


Fig. N°30 : Distribution de la faune dans les différents puits après discrimination

relativement plus faible. Enfin les Amphipodes *Echinogammarus* dont l'abondance est maximale dans le puits Pu9 puisqu'il est le moins peuplé.

D'autre part, les taxons les moins bien représentés sont les Asellidae, les Sallentinellidae et les Microparasellidae. Ils sont surtout localisés du côté droit de l'axe F1. Ce sont des espèces rarement récoltées.

- **Effet temporel :**

L'effet temporel est obtenu en faisant une AFC, suivie d'une analyse discriminante inter-dates en tenant compte des trois saisons hautes eaux, moyennes eaux et étiage (Fig. 31). Les deux premiers axes expriment respectivement 90,2 % et 70,06 % de la variabilité contenue dans la matrice de données.

La projection dans le plan des axes F1 et F2 permet de distinguer sur l'axe F1 la période des moyennes eaux qui est corrélée positivement à cet axe. Les taxons caractéristiques de cette période sont les copépodes Cyclopoidae, les ostracodes et les espèces stygobies telles que *S. angellieri*, *Microcharon* et les *Proasellus*.

L'axe 2 peut être considéré comme un gradient hydrologique. Il oppose du côté positif de l'axe, les prélèvements de la période des hautes eaux qui se distinguent par une faune stygobie particulièrement représentée par les Isopodes *Typhlocirolana*, *Proasellus* et les amphipodes *Echinogammarus* et par une abondance des Cyclopoidae, et du côté négatif de cet axe, les prélèvements de la période d'étiage où seule *Typhlocirolana* et dans une moindre mesure *Echinogammarus* sont les représentants stygobies récoltés à cette saison. La période des moyennes eaux est intermédiaire sur cet axe, traduisant la colonisation des puits par des espèces stygobies rares telle que *S. angellieri* avec la recharge de la nappe alluviales par les eaux de la saison pluvieuse.

La figure 32 montre l'effet temporel pour les principaux groupes taxonomiques. Une différence de distribution, par rapport aux périodes hydrologiques, entre les crustacés en général, et les espèces stygobies en particulier est mise en évidence. Certains taxons comme les *Typhlocirolana* sont abondants durant toute l'année alors que les *Echinogammarus* sont présents durant toute la période d'échantillonnage, mais avec une abondance plus faible. Les groupes des copépodes Cyclopoidae, des *Proasellus* Asellidae et des Oligochètes sont abondants surtout durant les hautes eaux, alors que les Ostracodes ont été prélevés dans les

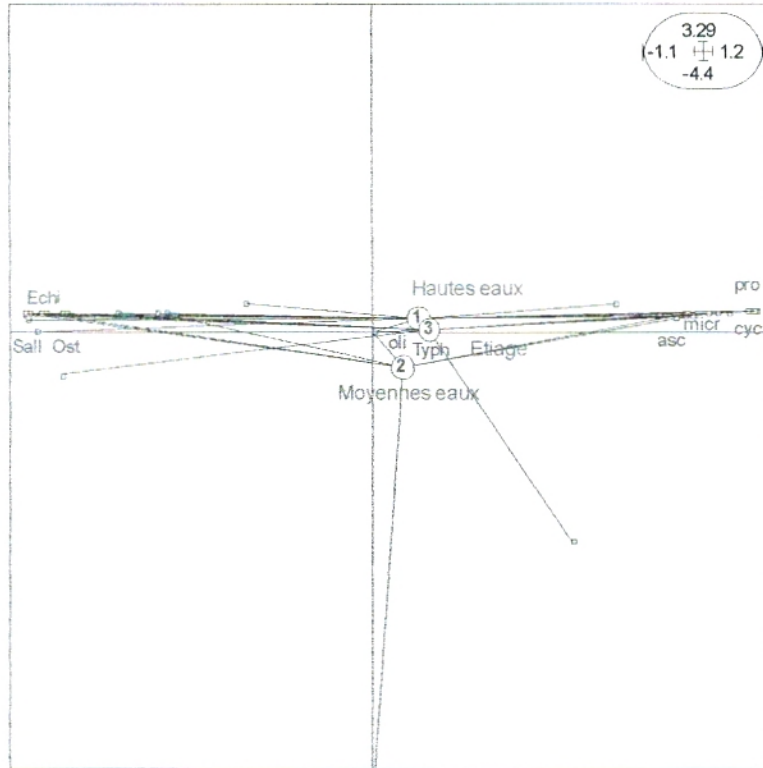


Fig. N°31 : Evolution temporelle dans le Plan factoriel (Axe1 – Axe2)

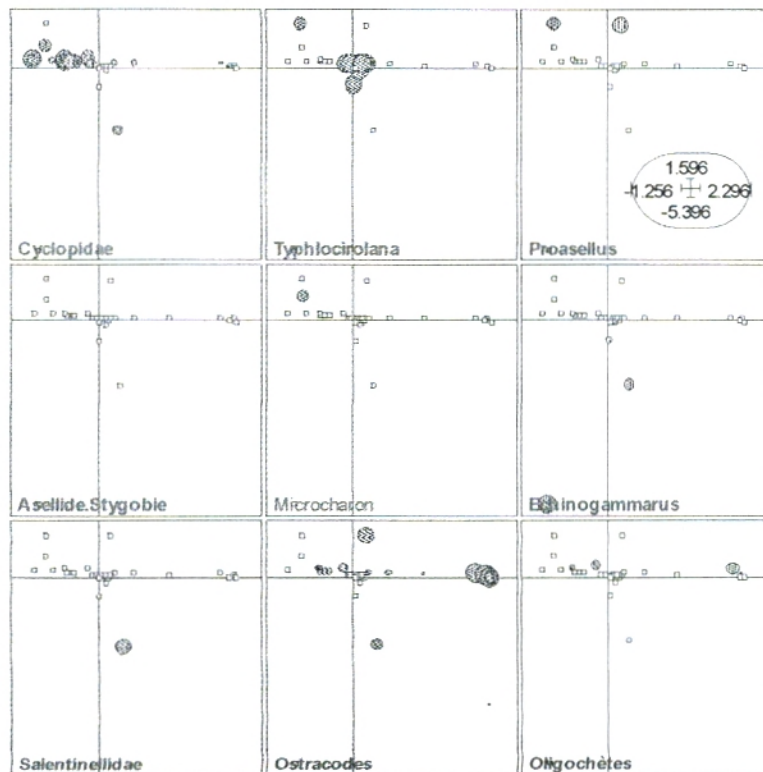


Fig. 32 : Distribution de la faune en fonction des période hydrologiques (après discrimination).

Notons qu'un dimorphisme sexuel traduit par la présence chez l'adulte male d'un organe copulateur représenté par un appendix masculina sous forme d'une longue tige plate, recourbée et articulée à la base de l'endopodite du pléopode 2 les fait distinguer des femelles. De plus, la taille des larves femelles est plus grande que celle des larves males.

L'analyse de la figure 33, fait apparaître les derniers stades larvaires qui sont au nombre de 5 stades, où les larves males ne se distinguent pas des larves femelles, avec un rapport d'accroissement qui ne reste pas loin de 1,25.

Après maturité, la distinction entre les adultes males et les adultes femelles devient nette, à partir d'une largeur céphalique de 7,25 μm .

V.2- Croissance larvaire :

L'évolution de la taille des larves durant une année, permettrait d'étudier l'accroissement de cette taille et d'estimer ainsi la durée du développement.

La représentation graphique (Fig. 34) nous a permis de révéler l'existence simultanée de plusieurs stades larvaires indiquant un développement de plusieurs cohortes en même temps. Le nombre de ces cohortes atteint son maximum en Mars.

La population étudiée se composerait de 4 cohortes nettes, distribuées successivement. Les adultes apparaissent au mois de Novembre et subsistent deux ans après jusqu'au mois de Février.

L'analyse de la croissance de chaque cohorte montre que la durée de développement s'étale au-delà d'une année. Il semblerait que le cycle de développement dure au moins 4 années. Ainsi, l'espèce effectuerait sa ponte en hiver et n'atteint le stade adulte qu'en hiver de la 4^{ème} année. Par conséquent, le suivi d'une année reste insuffisant pour définir le cycle biologique du genre *Typhlocirolana*. En effet, et selon la littérature, les espèces souterraines sont dotées d'une croissance plus lente et une longévité légendaire. Par exemple, pour les Gammaridae, l'espèce épigée du genre *Gammarus* peut atteindre au maximum 2 ans alors que l'espèce stygobie du genre *Niphargus* peut subsister jusqu'à 8 ans. Cette longévité peut être expliquée par un ralentissement du métabolisme et de l'activité endocrinienne (Ginet, 1969).

Quelques caractéristiques de l'eau de la nappe étudiée nous sont connues par les analyses faites sur l'eau des puits. Les résultats de l'analyse physico-chimique de l'eau sont regroupés dans le tableau N°6.

1- Température :

La mesure de la température est primordiale, puisque d'importantes répercussions écologiques sont liées aux variations de ce paramètre (Pesson, 1980 et Katz, 1971). A titre d'exemple, elle régule la vie aquatique (Boyer, 1998). De même, elle est utilisée pour le diagnostic hydrogéologique (Thierrin et al., 2001).

Les températures moyennes relevées dans les différents puits varient de 16,87°C à 22,66°C. L'analyse de la figure 01 montre une augmentation progressive de l'amont vers l'aval. Cette augmentation est significative selon l'anova 1 ($F = 3,14$; $p < 0,05$).

Les puits de l'amont sont caractérisés par une température de l'eau relativement fraîche, avec des valeurs oscillant autour d'une moyenne de 17,63°C. Les puits de l'aval sont caractérisés par une température de l'eau plus chaude avec une valeur moyenne de 21,89°C.

Les variations temporelles de la température sont généralement faibles (fig. 33). L'évolution de ces valeurs semble cyclique avec des valeurs minimales enregistrées en hiver et des valeurs maximales observées en été. Les différences saisonnières sont marquées pour les puits Pu1 Pu2 Pu3 Pu4 Pu11 et Pu12 ($F = 8,78$; $p < 0,05$) avec une amplitude thermique annuelle respectivement de 13,5°C 16°C 15,3°C 7°C 5°C et 6°C. Les autres puits présentent une certaine constance thermique avec un écart inférieure à 6°C.

2- Profondeur de la surface de l'eau:

La surface piézométrique constitue la limite supérieure de la nappe (Gaye et Moukolo, 2001).

Les mesures de la profondeur de la surface de la nappe sous la surface du sol au niveau de chaque puits sont représentées dans les figures 34 et 35.

La profondeur moyenne de la nappe (Fig. 34) varie de 3,77 m en Pu5 à 16,25 m en Pu9. L'analyse de la figure 34 montre une variation du niveau de la nappe entre les différents puits. En amont, elle augmente du puits Pu1 avec une valeur moyenne de 4,648 m jusqu'au puits Pu4 avec 9,680 m. Cette variation serait liée à la distance qui sépare le puits du cours d'eau. En effet, le puits Pu1 est dans ce cas le plus proche de la Tafna. Ceci est valable pour les puits de la moyenne Tafna, avec Pu5 et Pu6 situés à proximité du lit de l'oued qui sont

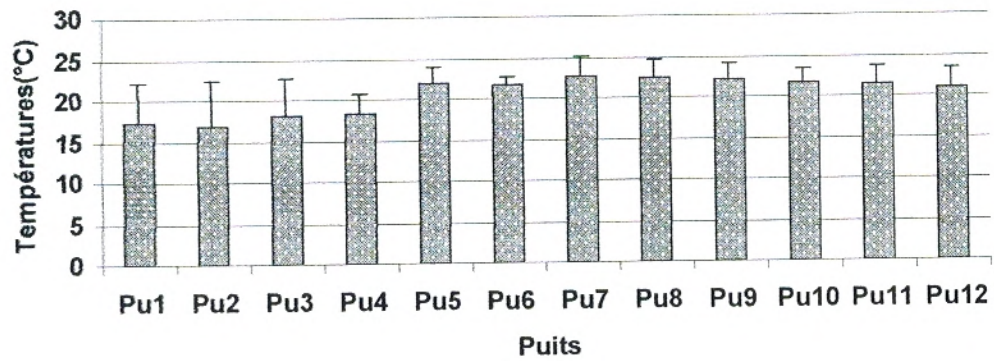


Fig. 35 : Variation de la température moyenne de l'eau dans les différents puits.

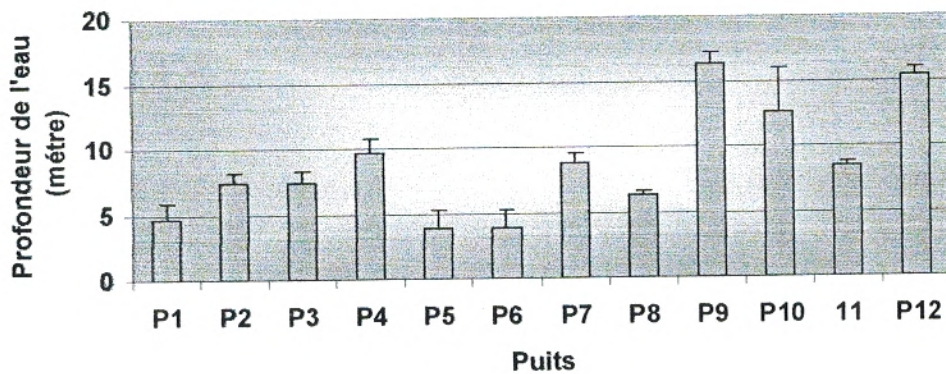
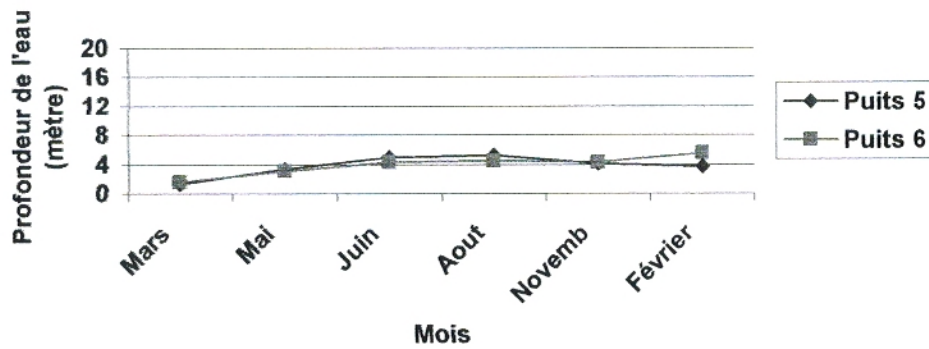
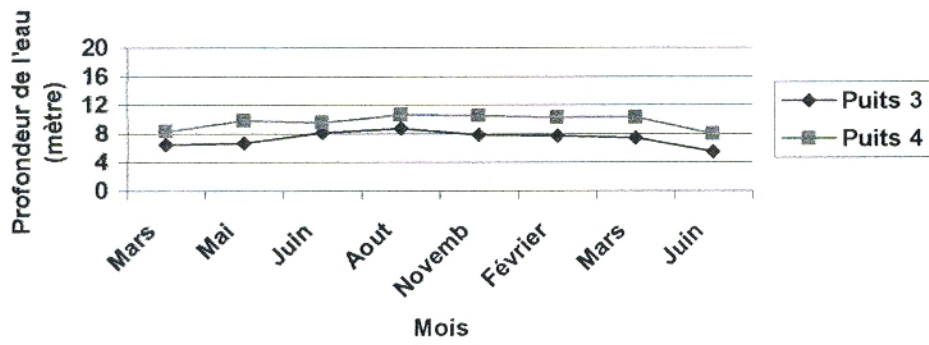
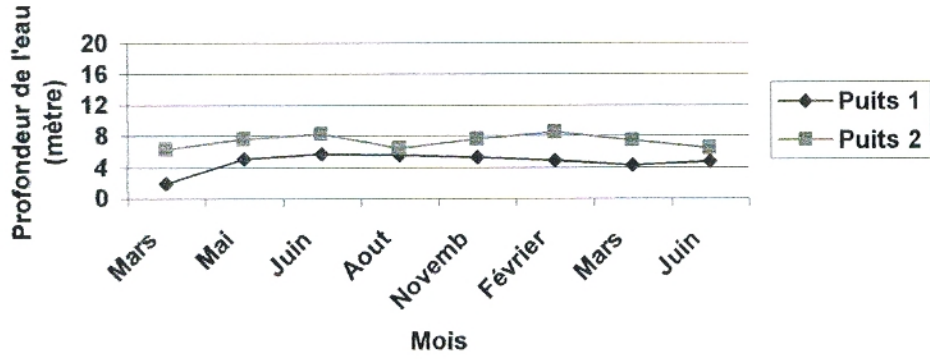


Fig. 36 : Variation de la profondeur moyenne de la surface de l'eau dans les différents puits.



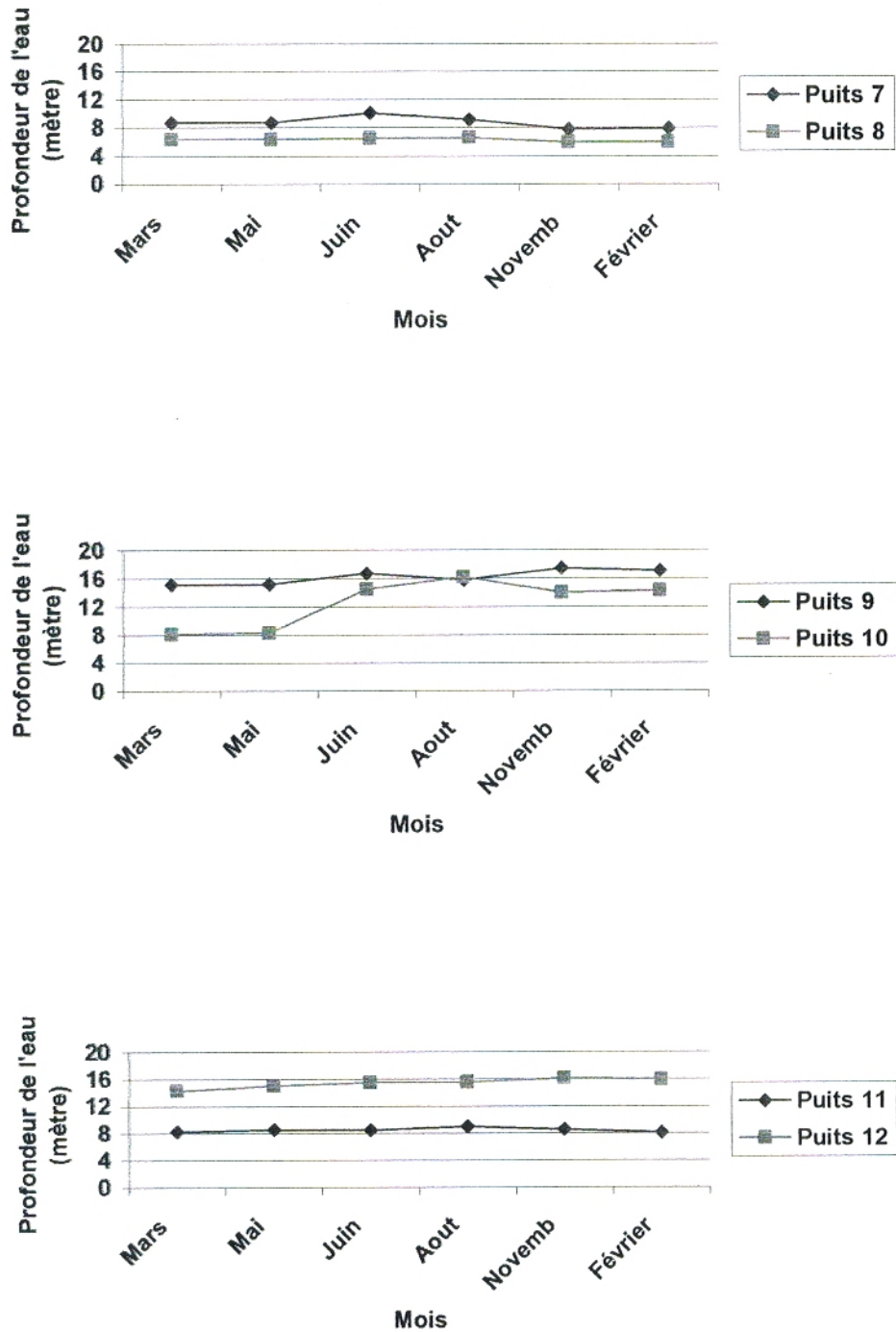


Fig. 37 : Variation temporelle de la profondeur moyenne de la surface de l'eau dans les différents puits.

moins profonds (respectivement 1,42 m et 1,36 m). Alors que les puits Pu9 et Pu12 sont relativement plus profonds avec respectivement 16,25 m et 15,38 m.

L'évolution temporelle est presque semblable pour la plupart des puits avec un léger minimum au mois de mars en relation avec la recharge de la nappe pendant la période pluvieuse (notamment la neige) (fig. 35) et un léger maximum en août, saison de forte évaporation par conséquent une perte d'eau. Cette variation est significative dans les puits de l'amont ($F = 31,66$; $p < 0,05$) ainsi que dans les puits de l'aval à l'exception des puits Pu8, Pu11 et Pu12.

3- Potentiel hydrogène (pH) :

Il exprime l'acidité ou l'alcalinité de l'eau. Il n'a pas une incidence écologique directe entre 5 et 9 (Gaujous, 1995 et Rodier, 1996). Il est en partie fonction des terrains traversés (Roux, 1987). Pour les eaux naturelles des régions calcaires, celui-ci est compris entre 7 et 7,5 (Nisbet et Verneaux, 1970).

Les pH relevés dans l'ensemble des puits étudiés sont proches de la neutralité, ils varient de 7,3 à 10,41 (Fig.36) à l'exception du puits Pu2 qui enregistre un pH alcalin avec une valeur moyenne de 10,42.

4- Oxygène dissous :

La mesure de l'oxygène dissous (en mg/l ou en % de saturation) est importante car elle permet de fournir des informations concernant la dégradation de substances organiques, la provenance de l'eau, la mobilisation potentielle de certains métaux, etc. (Thierrin et al., 2001). Sa solubilité varie en fonction de la température, de la pression et de la salinité (Rodier, 1996).

Quelque soit la période de mesure, les pourcentages en oxygène dissout sont toujours inférieur à 100. Ils caractérisent la sous-saturation dans les eaux phréatiques. L'analyse de la figure 37 montre des variations importantes des teneurs en oxygène entre les différents puits prospectés. Les valeurs relevées oscillent entre 22% au puits Pu9 et 91,45 % au puits Pu2. Cette forte teneur coïncide avec la plus faible température de l'eau enregistrée au niveau du puits Pu2 et le faible pourcentage caractérise le puits le plus profond.

Nous remarquons d'une manière générale, que le taux d'oxygène enregistré au niveau des puits de l'aval, augmente parallèlement avec leur niveau de l'eau

5- Conductivité :

La mesure de la conductivité donne une évaluation globale des ions, essentiellement minéraux, présents dans l'eau (Bontoux, 1993). Cependant, une teneur élevée traduit une quantité de sels ionisables dissoutes très importantes (Rodier, 1976). Elle dépend de la concentration ionique ainsi que la température des eaux (Hebert et Légaré, 2000).

Selon la figure 38, la conductivité croit progressivement de l'amont vers l'aval. La conductivité de l'eau des puits situés dans la partie supérieure du bassin versant est relativement faible elle varie entre 540,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 1143 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Au contraire dans les puits de la partie inférieure elle est forte à très forte et varie entre 2610 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 7810 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ici l'augmentation générale du degré de minéralisation est liée d'une part aux terrains traversés particulièrement les roches salifères par conséquent un apport de minéraux et de sels solubles et d'autre part à une augmentation du taux de pollution surtout à partir de la région de Maghnia. Elle varie entre 540,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dans le puits Pu2, et 7810 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dans le puits Pu10 qui présente une eau salée au goût.

Tableau N°6 : Les valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques mesurées.

Paramètres	Puits	Pu1	Pu2	Pu3	Pu4	Pu5	Pu6	Pu7	Pu8	Pu9	Pu10	Pu11	Pu12
Température de l'air (°C)		21,063	20,750	21,750	23,750	26,667	29,000	25,333	26,833	25,833	21,667	22,667	22,000
Température de l'eau (°C)		17,313	16,875	18,038	18,325	22,000	21,667	22,667	22,500	22,167	21,667	21,500	21,000
Profondeur (mètre)		4,648	7,331	7,311	9,680	3,772	3,875	8,740	6,248	16,258	12,585	8,500	15,385
pH		7,655	10,415	7,8	7,48	7,3	7,44	7,6	7,8	7,4	7,58	7,5	7,78
Oxygène dissous (%)		69,05	91,45	38,36	85	70	50	29	63	25	30	35	29
Conductivité électrique (µS/cm)		922	540,5	1143	1136,5	2610	2880	3900	5800	7500	7810	6900	6500

La faune des puits de la nappe alluviale de la Tafna révèle une richesse taxonomique de 39 taxons avec 8309 individus, correspondant en moyenne à 9,9 taxons. Cette richesse semble être supérieure à celle obtenue par Dalmas (1973) dans le Sud de la France où il a récolté 4,7 espèces en moyenne, à celle des puits prospectés par Pesce et al. (1981) en Algérie (3,6 espèces en moyenne dans 50 puits), en Egypte (4,4 espèces en moyenne dans 11 puits) et au Maroc (3,4 espèces en moyenne dans 51 puits).

Cependant, elle est équivalente à celle obtenue par Pesce (1980) en Italie (9,8 espèces en moyenne dans 22 puits). Elle reste toutefois, inférieure à celle recensée par Boutin et Boulanouar (1984), Boulanouar (1986) et Boutin et Dias (1987) à Marrakech (12 espèces en moyenne dans 11 puits), Boulal (1988) dans la région de Tiznit au Nord de l'Anti-Atlas (14 taxons en moyenne dans 10 puits) et Boutin et Ibdennacer (1989) au Sud de l'Anti-Atlas (10,8 espèces en moyenne dans 7 puits)

Globalement, les premières prospections faites dans les puits creusés dans la nappe alluviale de la Tafna ont révélé la présence d'une faune relativement faible. En effet, dans la moyenne Tafna, 6,1 espèces en moyenne dans 11 puits ont été récoltées par Chebika (2003), 3,2 espèces en moyenne dans 7 puits par Mahi (2003) et 6,2 espèces en moyenne dans 4 puits par Benaouda (2005). Toutefois, cette richesse taxonomique reste relativement élevée par rapport aux puits situés dans la région urbaine (Chaoui-Boudghrène 1991) (en moyenne 2 espèces dans 11 puits).

D'autre part, le nombre de taxons obtenu à chaque récolte est très irrégulier. Il est généralement imprévisible. Ces observations sont en accord avec ceux de Boutin et Boulanouar (1983) au Maroc. De plus, l'ensemble des puits prospectés révèle une hétérogénéité qui a été déjà signalée par Botosaneanu (1986), Dole et al. (1992), Gibert et Deharveng (2002). En effet, les puits constituent un écotone où cohabitent deux groupes d'espèces, épigées et endogées ou stygobie (Dalmas, 1972 et 1973 ; Vandel, 1964) où la faune stygobionte diffère dans la composition de la faune épigée, en raison de l'absence d'insectes stygobies dans nos récoltes et la dominance des espèces crustacéenne (Bruno et al, 2001).

Parmi les espèces récoltées, certaines sont d'origine superficielle. Il s'agit d'une faune majoritairement stygoxène et stygophile, constituée essentiellement par le groupe d'insectes, représenté par les Diptères, les Hétéroptères, les Coléoptères et dans une moindre mesure les Trichoptères. A côté des insectes, viennent s'ajouter des Crustacés tels que les Amphipodes

Gammarus, les Isopodes *Asellus* (Belaidi comm.pers.), les Copépodes et les Ostracodes. Enfin, les Mollusques et les Arachnides. La distribution de cette faune dépend pour une grande part de la morphométrie du puits, de son aménagement, de sa protection en surface et de facteurs aléatoires de dispersion : arrivée d'insectes aériens venus pondus dans le puits, action de vents, etc. (Boutin et Dias, 1987).

D'autres, au contraire sont d'origine interstitielle habitant la nappe phréatique (stygofaune). Ce sont des espèces, vivant exclusivement dans les eaux souterraines (Thiennemann, 1926 ; Plesa, 1985 ; Marmonier et al., 1993 ; Gibert et al., 1994), et sont selon Boulanouar (1986) et Boutin et Dias (1987), les plus intéressantes puisqu'elles peuvent nous renseigner sur l'état de la nappe phréatique. La communauté stygobie récoltée dans cette étude est surtout crustacéenne. En effet, bien que la plupart des groupes d'invertébrés soient présents dans les eaux souterraines, la faune stygobie est significativement dominée par le groupe des Crustacés qui contribuent à plus de 60 % de la diversité en espèces (Ferreira, 2005). Au contraire les insectes sont extrêmement rares voire absents dans les eaux souterraines de la plupart des travaux.

Les 5 taxons identifiés dans la nappe alluviale de la Tafna sont par ordre décroissant d'abondance total : *Typhlocirolana* (Isopode Cirolanidae), *Echinogammarus* (Amphipode Gammaridae), *Proasellus* (Isopode Asellidae), *Sallentinella angelieri* (Amphipode Sallentinellidae) et *Microcharon* (Isopode Microparasellidae). Cette diversité est très faible comparée à celle recensée par Boulanouar (1986) qui a trouvé 18 espèces stygobies dans la région de Marrakech, par Boulal (1988) et Boutin et Idbennacer (1989) qui ont récolté 11 espèces chacun dans le Sud de l'Anti-Atlas marocain, et par Malard et Gilbert, 1997 qui ont obtenues 32 espèces stygobies dans le bassin de Letz en France. Notons qu'actuellement 381 espèces stygobies sont recensées dans toute la France correspondant à près de 5700 enregistrements, un nombre qui reste encore largement sous-estimé en raison de l'hétérogénéité spatiale de l'effort d'échantillonnage et de l'hétérogénéité de la qualité des données taxonomiques, alors que la stygofaune africaine est estimée à 180 espèces dont 137 sont localisées en Afrique du Nord (Algérie, Maroc, Egypte, Tunisie, Lybie) (Ferreira, 2005). Cette grande différence dans la richesse spécifique est liée surtout au nombre de prélèvements effectués.

La stygofaune de la nappe étudiée est représentée par le groupe des Crustacés. Ces derniers sont en général des bons colonisateurs des eaux souterraines (Stoch, 1995 ; Sket, 1999a et 1999b ; Gibert et Deharveng, 2002). Ferreira (2005) suggère qu'ils sont plus nombreux dans le milieu souterrain que dans les eaux de surface. Ce groupe constitue 21,62 % de la faune totale des puits étudiés. Ce sont les Isopodes Cirolanidae (*Typhlocirolana*), Asellidae (*Proasellus*) et Microparasellidae (*Microcharon*), les Amphipodes représentés par les Gammaridae (*Echinogammarus*) et les Salentinellidae (*Sallentinella angelieri*). Seulement, si ces crustacés présentent des adaptations morpho-anatomiques au milieu souterrain comme l'anophtalmie et la dépigmentation, d'autres groupes n'en présentent aucune comme les Oligochètes et les Nématodes, par conséquent la détermination spécifique des représentant de la nappe alluviale de la Tafna de ces derniers pourrait mettre en évidence leur appartenance à la stygofaune.

La faune stygobie récoltée inclurait une espèce endémique en cours de détermination. Il s'agit du genre *Typhlocirolana* (Belaidi, 2004), ainsi qu'une espèce dont la détermination est remise en question vue sa large répartition géographique : il s'agit du genre *Sallentinella*, classé parmi *S. angelieri* (Messana comm. Pers.). Pour cette raison l'application de la taxonomie moléculaire dans la biodiversité vérifie les affinités moléculaires.

Mais le nombre de la stygofaune est certainement sous évalué dans la mesure où certaines espèces pourraient échapper aux récoltées effectuées dans les puits. C'est le cas des Syncarides stygobies qui n'ont été prélevés que dans le milieu hyporhéique de la moyenne Tafna par pompage Bou Rouch (Belaidi et al., 2004) et le genre *Pseudoniphargus* qui domine dans la région Est de l'Algérie (Merzoug com. Pers.) et qui n'a pas été récolté dans nos puits. Toutefois, l'absence de ce dernier taxon pourrait être lié au fort endémisme qui caractérise ces espèces (Holsinger, 1994). Ceci serait confirmé par la prospection d'autres milieux souterrains surtout karstiques tels que les grottes, les rivières souterraines et les zones saturées du massif karstique (forrages). D'autre part, parmi les autres groupes récoltés dans les puits, certains taxons seraient des stygobiontes. Ceci ne pourrait être confirmé qu'avec des spécialistes qui malheureusement ne sont pas toujours accessibles

L'hétérogénéité faunistique globale des puits est constatée à une échelle spatiale d'un puits à l'autre d'une part et entre l'amont et l'aval d'autre part. Ainsi, la richesse taxonomique varie de 5 taxons dans le puits Pu1, le puits le proche de la source de la Tafna à 17 taxons dans les

puits Pu4 et Pu5 situés dans la moyenne Tafna en amont de la zone industrielle de la région de Maghnia. Parmi ces taxons, 11 taxons sont inféodés à la partie amont alors que 15 taxons sont inféodés à la partie aval de la nappe. De même, la diversité mesurée par l'indice de Shannon montre une différence significative allant de 0,1045 à 2,3181.

Cette variation serait liée à plusieurs facteurs dont l'influence du cours d'eau qui conditionne pour une grande part la stabilité ou non de l'habitat phréatique par les échanges hydrauliques (Bruno et al, 2001). Selon Sbordoni et al. (2000), les différences entre des populations sont liées plus à la liaison hydrologique qu'à la distance géographique. En fait, cette différence qui peut apparaître entre deux puits voisins peut fournir de bonnes indications sur cette origine. C'est le cas des puits Pu5 et Pu6 qui n'hébergent pas les mêmes espèces. Ainsi, 14 taxons sont récoltés dans l'un de ces deux puits, c'est le cas par exemple des Ostracodes, Oligochètes, Salentinellidae et Planorbidae. Nous supposons que l'existence d'une source qui n'alimente que le puits Pu5 pourrait être à l'origine de cette différence. Les mêmes observations sont faites par Boutin et Boulanouar (1984) dans la ville de Marrakech.

Cette faune diffère à une échelle plus locale d'un biotope à l'autre (Gibert et Culver, 2004). En effet, elle semble liée à la proximité de l'oued qui enrichit la nappe phréatique en éléments nutritifs, c'est le cas surtout des puits Pu5, Pu6, Pu7, Pu8 et Pu11. De plus, cette faune varie avec la teneur en oxygène. En effet, Strayer et al. (1997) supposent que la quantité d'oxygène prend une priorité, et que la densité de cette faune peut être liée à la disponibilité de la matière organique lorsque le facteur oxygène n'est pas limité. Dans notre cas le taux d'oxygène est toujours supérieur à 22 %.

Plusieurs études ont souligné l'importance de la granulométrie dans la répartition des invertébrés benthiques mais aussi, celle des crustacés stygobies (Yacoubi-Khebiza, 1990 et 1996 ; De Boveée et al, 1995). Le mode d'installation d'un puits, son diamètre et sa forme peuvent modifier la texture du substrat au voisinage direct du puits, affectant ainsi l'échantillonnage (Tillman et al. 1996). De même, Hakenkamp et Palmer (1992) ont montré que les organismes colonisant les puits anciens diffèrent significativement, en terme de composition et d'abondance, de ceux collectés d'un puits récemment installé. Cela, se voit dans nos puits, présentant chacun un âge différent de l'autre, et qui ont pu révéler cette différence faunistique. Enfin, le pompage régulier de l'eau des puits pour des besoins surtout agricoles engendre selon Dole et Chessel (1986) une modification artificielle du niveau

piézométrique, ce qui provoque la disparition ou la migration de la faune des puits suite à une destruction des interstices (Reygrobellet et Dole, 1982).

D'autres facteurs environnementaux peuvent avoir une influence sur la présence de ces espèces en affectant leur fécondité, tels que la salinité de l'eau (Lardies et Wehrmann, 2001 ; Vernberg, 1962). C'est le cas du puits Pu10 caractérisé par la conductivité la plus élevée (7810 $\mu\text{S}/\text{cm}$) n'est colonisé par aucune forme phréatobie et dans une moindre mesure le puits Pu9 qui n'a livré que les *Echinogammarus* avec une abondance très faible.

Toutefois, sur le plan statistique, l'analyse de la distribution spatiale des espèces qui ne présentent pas de phase aérienne, ne met pas en évidence un gradient amont aval net en comparaison avec la faune des eaux courantes, en dépit d'un gradient croissant de minéralisation du Sud vers le Nord. En effet, selon Léfébure (2005) la distribution des taxons souterrains est très souvent interprétée en terme d'événements géographiques associés à des phases de colonisation ou de vicariance.

À l'échelle temporelle, nous notons une variation de la richesse taxonomique. La structure de la zoocénose change par le jeu de disparition de certaines espèces et l'apparition ou réapparition des autres au cours du temps. Il s'agit surtout des Mollusques Planorbidae, des Crustacés Salentinellidae, des Nématodes, des Hétéroptères, des Diptères et des Coléoptères. Sur le plan statistique, l'analyse de la distribution temporelle confirme cette différence entre les trois périodes hydrologiques : hautes eaux, moyennes eaux et basses eaux.

Bien que l'origine de l'eau souterraine a une faible influence sur les communautés interstitiels (Marmonier et al. 1992), elle joue un rôle majeur dans la composition et la diversité de cette faune (Marmonier et al. 2000).

De ce fait, la faune stygobie constitue un bon indicateur biologique en particulier de la qualité de l'eau qui reste largement méconnus (Dole-Oliver et al., 2005). Selon Boutin (1984) et Boulanouar (1986), la richesse spécifique de la faune stygobie et plus encore l'abondance des espèces stygobies particulièrement le groupe des Crustacés Péracarides, diminuent de façon significative avec la pollution. Dans notre cas la faible richesse spécifique de la stygofaune serait liée à la contamination de la nappe alluviale par les eaux de surface en particulier dans la moyenne Tafna mise en évidence par Taleb (2004). Cette pollution serait plus importante à l'aval puisqu'aucune espèce stygobie n'a été récoltée dans les puits Pu10 et Pu12.

Leur présence peut aussi nous renseigner sur quelques caractéristiques physiques de ce milieu : Le crustacé Amphipode *Salentinella*, espèce phréatobie stricte (Marmonier, 1988 ; Marmonier et Dole, 1986 ; Creuzé des Chatelliers et Marmonier, 1990) marque les arrivées d'eaux souterraines. De même, le crustacé Isopode *Microcharon* vit dans les milieux phréatiques vrais, calmes et stables car ce sont des organismes très fragiles inféodés à un substrat fin (Dole, 1983 ; Dole et Coineau, 1987).

Parmi les espèces stygobies récoltées, l'espèce la plus abondante est celle du genre *Typhlocirolana* représentant 72,23 % de la faune totale et 98,63 % de la faune stygobie. Cette espèce est considérée dans l'état actuel de nos connaissances comme une nouvelle espèce (Belaidi, 2004). L'étude de sa taille permet d'identifier son cycle biologique, que nous supposons qu'il dure 4 années. Ainsi, cette période est supérieure à celle des *Gammarus* qui vivent 2 ans au maximum, mais inférieure à celle des *Niphargus* qui peuvent subsister jusqu'à 8 ans. Ces espèces se caractérisent par un nombre de stades larvaires réduit afin d'éviter la perte d'énergie nécessaire à la recherche de nourriture (Ginet, 1969).

L'existence de ces Isopodes Cirolanidae dans certains puits étudiés nous informe sur la granulométrie grossière de l'aquifère (Boutin, 1984 ; Boutin et Dias, 1987). Leur dominance dans la partie aval en comparaison avec la partie amont peut être liée à la texture du système aquifère. Ce dernier peut être justifié par deux scénarios. Le premier est en relations avec les aquifères karstiques qui caractérisent la région. Il s'agit d'un réseau tridimensionnel de crevasses et de conduits qui peut héberger ces espèces à une grande profondeur. C'est le cas du puits Pu4 qui n'a livré que 6 individus durant toute notre période d'échantillonnage.

Le second est en relation avec l'éloignement du réseau hydrographique superficiel qui caractérise ces systèmes (Ofefp, 2004).

Leur abondance élevée par rapport aux autres Crustacés se justifie selon Fagher El Abiari et al. (1999) par leur relative résistance à la pollution. En effet dans la nappe alluviale de la moyenne Tafna, Taleb (2004) a enregistré des valeurs élevées de la DBO₅ traduisant une charge importante en matière organique. Ceci n'est que la conséquence d'une contamination du système aquifère par les eaux de surface très influencées par les rejets urbains et industriels de la ville de Maghnia (Taleb et al. 2004). De plus, Boutin et al. (1995) montrent que la CL100 des ions métalliques est 40 à 60 fois plus élevée chez *Typhlocirolana* que chez *Metacrangonyx* et les Aselles notamment au cadmium. En effet une pollution métallique a déjà été mise en évidence dans les eaux de surface de la Tafna.

Bien que certains principes ont été reconnus et des concepts écologiques ont été proposés (Ward et al., 1998), les connaissances actuelles sur la taxonomie en écologie souterraine reste fragmentaires et incomplètes. En effet, depuis la parution de la « Stygofauna Mundi » (Botosaneanu, 1986), aucun autre catalogue des espèces stygobies n'a été réalisé. D'autre part, les difficultés d'accès au domaine souterrain limite le nombre de spécimens récoltés. Dans notre cas, les adultes nécessaires à la détermination spécifique n'ont pas pu être récupérés pour certaines espèces. C'est le cas par exemple des Isopodes *Microcharon* et *Proasellus* où les males restent inconnus. Et ceci malgré l'utilisation de deux moyens de récolte: le filet phréatobiologique et la nasse appâtée. D'autres moyens devraient être mis au point et une augmentation de la fréquence d'échantillonnage reste nécessaire.

CONCLUSION

L'étude réalisée au cours de ce travail fait apparaître une faune aquatique relativement faible. Elle n'a permis de recenser que 39 espèces colonisant les puits de la nappe alluviale de la Tafna dont 5 espèces sont des stygobies. Elles se répartissent au sein de 5 familles correspondant à environ 84 prélèvements. Ce nombre est équivalent à celui signalé par Belaidi (2004). A l'exception du Syncaride Batinellidae récolté dans le milieu hyporhéique. Il s'agirait d'espèce strictement inféodée aux interstices.

La plupart des groupes taxonomiques n'ont toujours pas été identifiés à l'espèce par manque de représentants adultes qui semblent échapper à nos récoltes.

Cette étude confirme la fragilité de la stygofaune comparée aux espèces superficielles qui sont plus abondantes, à l'exception du genre *Typhlocirolana* qui semble le plus résistant. Les autres espèces sont plus rares. Elles réagissent aux perturbations exogènes (pompage, pollution...) par un enfouissement en profondeur.

Les résultats obtenus permettent de montrer aussi l'importance des échanges hydrauliques entre les eaux de surfaces et les eaux souterraines, particulièrement les puits. Cette importance réside entre autre dans l'enrichissement du milieu souterrain en matière organique qui attire la stygofaune.

La liste établie dans ce travail constitue donc une étape à la connaissance de la stygofaune d'Algérie. Elle contribuera une fois la détermination spécifique réalisée, à délimiter l'aire de distribution de chaque espèce.

Les résultats acquis dans ce travail soulignent la nécessité d'augmenter le nombre de relevés et l'étendu spatial vu l'hétérogénéité aussi bien spatiale que temporelle de la composition faunistique.

La liste devrait être complétée par un échantillonnage intensif en intégrant le sous-bassin de l'Isser dans la partie Est du bassin versant de la Tafna. En effet, cette région n'ayant fait l'objet d'aucune recherche en écologie souterraine, pourrait fournir des espèces nouvelles pour l'Algérie, si ce n'est pour la science.

Il est aussi envisagé d'intégrer les autres accès au milieu souterrain tel que les sources et les grottes pour atteindre la liste exhaustive.

Enfin, la corrélation de la stygofaune avec la qualité physico-chimique et métallique de l'eau des puits pourrait expliquer la distribution des espèces récoltées.

L'étude de l'évolution de la taille des larves du genre *Typhlocirolana* pendant une année, nous a permis d'identifier l'existence simultanée de 4 cohortes et de déterminer ainsi son cycle de développement qui peut dépasser les 4 années.

En conclusion, en dépit du temps que nous avons consacré à réaliser ce travail, le nombre d'espèces stygobies n'a pas augmenté, ce qui nous laisse penser à réviser la méthodologie qui a été jusqu'à présent utilisée.

**RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**

- ADJIM H., 2004.** Evaluation et affectation des ressources hydriques superficielles du bassin versant de la Tafna. Mémoire. Magister. Sc. Hydr. Univ. Tlemcen. 160 p.
- AÏT BOUGHROUS A., BOULANOUAR M., YACOUBI M. et COINEAU N., 2007.** The first Microcharon (Crustacea, Isopoda, Microparasellidae) from the Moroccan North Saharan Platform. Phylogeny, origin and palaeobiogeography. *Contributions to Zoology*, 76 (1) : 21-34.
- ANGOT A., 1981.** Etude sur le régime pluviométrique de méditerranée. *C. R. Congr. Soc. Sav* : 120 – 143.
- ARMITAGE P., CRANSTON P. S. et PINDER L. C. V., 1995.** The Chironomidae. The biology and ecology of non-biting midges. *Chapman & Hall, London*: 572 p.
- AUCLAIR D. et BIEHLER J., 1967.** Etude géologique des hautes plaines oranaises entre Tlemcen et Saida. *Pub. Serv. Géo. Algérie. Ann. Ser. n° 34*: 3-45.
- BAGNOULS F. et GAUSSEN J., 1953.** Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, t. 88, fase ; 3-4* : 139 – 239.
- BARNARD, J. L. et BARNARD C.M., 1983.** Freshwater Amphipoda of the World I, II. *Hayfield Associates, Mt. Vernon, Virginia*: 1 – 830.
- BARNARD J.L. et DAI A.Y., 1988.** Four species of *Gammarus* (Amphipoda) from China. *Sinozoologia*, 6: 85-112.
- BEAUMONT A et CASSIER P., 1983.** Biologie animale. Protozoaires-Métazoaires épithélioneuriens. Vol 2: 460 – 954.
- BELAIDI-ALIANE N., 2004.** Rôle du milieu hyporhéique dans le fonctionnement de l'écosystème oued. Dynamique de la faune hyporhéique à l'aval d'un barrage pollué. Thèse. Doc. Univ. Tlemcen (Algérie).
- BELAIDI N., TALEB A. et GAGNEUR J., 2004.** Composition and dynamics of hyporheic and surface fauna in a semi-arid stream in relation to the management of a polluted reservoir. *Ann. Limnol.-Int. J. Lim*, 40 (3): 237 – 248.
- BEN ABBAS TAARJI R., 1986.** Paléogéographie et stygobiologie dans le bassin hydrogéologique d'Essaouira-Chichaoua (Maroc). Mém. C.E.A. Fac. Sc. Marrakech : 75 p.
- BENAOUDA B., 2005.** Contribution à l'étude du genre *Typhlocirolana* (Isopode, Crustacée) de la moyenne Tafna : Ouest algérien. Mém. Ing. Fac. Sc. Univ. Tlemcen : 46 p.
- BEN BACCAR B., 1992.** Réseau piézométrique du Sud-Est. Région de Gabes. Actes de la journée sur la gestion du réseau piézométrique. DGRE.
- BENEST P., 1966.** La plaine de Maghnia : les réservoirs et les nappes jurassiques – rapport au SES.
- BENEST M., 1972.** Les formations carbonatées et les grands rythmes du Jurassique supérieur des Monts de Tlemcen – CRAS – D – 275 : 1469 – 1472.

- × **BENEST M., 1985.** Evolution de la plate forme de l'Ouest algérien et du Nord-Est marocain au cours du Jurassique supérieur et au début du Crétacé : Stratigraphie, milieux de dépôts et dynamique sédimentaire. Thèse, Doctorat, Lab., Géol. Univ, Lyon. Fasc. 1 : 367 p.
- ✓ **BENNAS, N., SAINZ-CANTERO C.E. et OUAROUB A., 2001.** Nouvelles données sur les coléoptères aquatiques du Maroc : Les Hydraenidae Mulsant, 1844 (Coleoptera) du Rif. *Zool. Baetica*, 12: 135-168.
- × **BERTRAND H., 1968.** Larves de coléoptères aquatiques de nouvelle-calédonie. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér Hydrobiol., vol. II, n°1* : 75 – 82.
- BICHAIN J.M. et PRIE V., 2005.** Projet de “ groupe d'étude biospéologie ” pour la Commission scientifique de la Fédération Française de Spéléologie. *Spéléoscope* 27 (2) : 34 – 39.
- BONNET P., 1966.** La plaine de Maghnia : les réservoirs et les nappes jurassiques-rapport au SES.
- BONTOUX J., 1993.** Introduction à l'étude des eaux douces, eaux naturelles, eaux usées, eau de boisson (qualité et santé). Edt. CEBEDOC. Québec : 169 p.
- BOTOSANEANU L., 1986.** Stygofauna Mundi. Leiden (The Netherlands): E.J. Brill and Dr. W. Backhuys: 740 p.
- BOTOSANEANU L., BOUTIN C. et HENRY J.P., 1985.** Deux remarquables cirolanides stygobies nouveaux du Maroc et de Rhodes. Problématique des genres *Typhlocirolana* Racovitza, 1905 et *Turcolana* Argano & Pesce, 1980 (Isopoda). *Stygologia*, 1 : 186 – 207.
- ✓ **BOUANANI A., 2003.** Hydrologie, transport solide et modélisation : Etude de quelques sous bassins de la Tafna (NW - Algérie). Thèse, Doctorat. Univ. Tlemcen. 248 p.
- BOUGIS P., 1974.** Ecologie du plancton marin II : le zooplancton. Edt. Coll « écologie ». Masson. Paris : 190 p.
- BOULAL M., 1988.** Recherches écologiques sur la faune aquatique des puits de la région de Tiznit (Anti-Atlas Occidental, Maroc). Thèse 3^{ème} cycle, Fac. Sc. Marrakech. 228 p.
- ✓ **BOULAL M., 2002.** Recherche phréatobiologique dans le Souss et les régions voisines du Maroc occidental : Qualité de l'eau, Biodiversité, Ecologie et Biogéographie historique des espèces. Doctorat d'Etat. Es-Science. Fac. Sc. Marrakech: 441 p.
- BOULANOUBAR M., 1986.** Etude écologique comparée de quelques puits de la région de Marrakech. Impact des pollutions sur la zoocénose des puits. Thèse 3^{ème} cycle, Fac. Sc. Marrakech. 159 p.
- BOULANOUBAR M., BOUTIN C. et HENRY J.P., 1991.** Premier Aselle anophtalme du Maroc : *Proasellus gineti* n. sp. (Crustacea, Isopoda, Asellota). *Stygologia*, 6 (2) : 119 – 125.

BOULANOUAR M., YACOUBI M., MESSOULI M. et COINEAU N., 1995. Un nouveau Microcharon (Isopoda, Janiroida) du Maroc. Origine et biogéographie historique. *Contr. Zool.*, 65 (1) : 53 – 64.

BOULANOUAR M., YACOUBI-KHEBIZA M., BOUTIN C. et COINEAU N., 1997. Un nouvel Isopode Microparasellide (Crustacea Janiroidae des eaux souterraines de la région péri-rifaine (Maroc). *Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse*, 133 : 21 – 27.

BOUMAIZA M., MARTINEZ-ANSEMIL E. et GIANI N., 1986. Les Oligochètes et *Aphanoneura* des eaux courantes de Tunisie. I. Données faunistiques. *Annales de Limnologie* 22 : 231 – 237.

BOUTIN C., 1984. Sensibilité à la pollution et répartition de quelques espèces de Crustacés phréatobies à Marrakech. *Mém. Biospéol.*, 11 : 55 – 64.

BOUTIN C., 1988. L'eau des nappes phréatiques superficielles, une richesse naturelle vitale mais vulnérables. L'exemple des zones rurales du Maroc. *Bull. Trim. Coms. Reg. Tensift (O.N.Méd) Marrakeche*, 2 : 12 – 23.

BOUTIN C., 1993a. Biogéographie historique des Crustacés Isopodes Cirolanidae stygobies du groupe *Typhlocirolana* dans le bassin méditerranéen. *Compte rendu. de l'Académie des Science de Paris, Sciences de la Vie*, 316 : 1505 – 1510.

BOUTIN C., 1993b. Biogéographie historique des Crustacés Malacostracés stygobies du Maroc. PhD thesis, Université Claude Bernard, Lyon I : 263 p.

BOUTIN C. et BOULANOUAR M., 1983. Méthodes de capture de la faune stygobie : Expérimentation de différents types de pièges appâtés dans les puits de Marrakech. *Bull. Fac. (2). Sc. Marrakech* : 5 – 21.

BOUTIN C. et BOULANOUAR M., 1984. Premières données sur la faune des puits des environs de Marrakech (Maroc Occidental). *Verh. Internat. Verein. Limnol. 22. Stuttgart* : 1762 – 1765.

BOUTIN C., BOULANOUAR M. et YACOUBI-KHEBIZA M., 1995. Un test biologique simple pour apprécier la toxicité de l'eau et des sédiments d'un puits. Toxicité comparée, in vitro, de quelques métaux lourds et de l'ammonium vis-à-vis de trois genres de crustacés de la zoocénose des puits. *Hydroécol. appl. Vol 7, n°1-2*: 91 – 109..

BOUTIN C. et COINEAU N., 1990. 'Regression model', 'Modèle biphasé' d'évolution et origine des micro-organismes stygobies interstitiels continentaux, *Revue de Micro-paléontologie*, 33 : 303 – 322.

BOUTIN C. et COINEAU N., 1991. Instabilité des conditions environnementales et vitesse de l'évolution. L'exemple des micro-crutacés souterrains d'origine marine dans les pays méditerranéens. *Bull. Inst. Geol. Bassin d'Aquitaine*, 50 : 63 – 69.

BOUTIN C. et DIAS N., 1987. Impact de l'épandage des eaux usées de la ville de Marrakech sur la nappe phréatique. *Bull. Fac. (3). Sc. Marrakech* : 5 – 27.

BOUTIN C. et IDBENNACER B., 1989. Faune stygobie du Sud de l'Anti-Atlas marocain : premiers résultats. *Sciences Eau*, 2 : 891 – 904.

BOUTIN C., BOULANOUAR M., COINEAU N. et MESSOULI M., 2002. Biodiversity in the stygobiotic cirolanids (Crustacea : Isopoda) from the Mediterranean Basin. I. A new species of *Typhlocirolana* in Morocco, taxonomic, ecological and biogeographic data. *Journal of Natural History*, 36: 797 – 817.

BOVEE DE F., YACOUBI-KHEBIZA., COINEAU N. et BOUTIN C., 1995. Influence du substrat sur la répartition des Crustacés stygobies interstitiels du Haut-Atlas occidental. *Revue. Inter. Hydrobiol.*, 80 : 453 – 468.

BOYER M., 1998. Guide technique N°1. La gestion des boisements de rivières : Dynamique et fonction de la ripisylve. Guide technique N°1: 43 p.

BRAGA J. M., 1948. Sur les Aselles de l'Afrique du Nord. *Anais.Fac.Cienc.Porto*, 33 :7- 93.

BRARATTI M., BURCHI A., MESSANA G et YACOUBI-KHEBIZA M., 1999. Inferring phylogenetic history of five taxa of the genus *Typhlocirolana* (Isopoda Cirolanidae) by 12S sequence. Preliminary data. *Mémoires de Biospéologie*, 26 : 59 – 64.

BRUNKE M. et GONSER T., 1997. The ecological significance of exchange processes between rivers and groundwater. *Freshwater Biology*. 37: 33 p.

BRUNO M.C., LOFTUS W.F. et PERRY S.A., 2001. Preliminary data on microcrustacean communities from ground waters in the southern Everglades. *Eve L. Kuniansky*: 89 – 97.

CARUSO D. ET COSTA G., 1978. Ricerche faunistiche ed ecologiche sulle grotte di Sicilia (Catalogo ragionato). IV. Fauna cavernicola di Sicilia, *Animalia*, 5 : 423 – 513.

CHAOUI-BOUDGHANE C., 1991. Contribution à l'étude de la faune hypogée d'Afrique du Nord (Milieux hyporhéique et phréatique). Thèse. Magistère. Univ. Tlemcen (Algérie) :109 p.

CHAOUI-BOUDGHENE S., 1991. Contribution à l'étude de la qualité des eaux des puits de la ville de Tlemcen à partir d'une étude faunistique. Mém. Ing. Fac. Sc. Univ. Tlemcen (Algérie) : 53 p.

CHAVANON G., BERRAHOU A. ET MILLAN A., 2004. Apport a la connaissance des Coléoptères et hémiptères aquatiques du Maroc oriental: catalogue faunistique. *Boln. S.E.A.*, n°1, 35 : 143–162.

CHEBIKA R., 2003. Contribution à l'étude de la faune de quelques puits de la moyenne Tafna (Région de Maghnia). Mém. Ing. Fac. Sc. Tlemcen (Algérie) : 65 p.

CHELSEL D. et DOLÉDEC., 1991. Recent developments in linear ordination methods for environmental sciences. *Advances in Ecology, India* 1: 133- 155.

CLARKE, K. R., WARWICK R. M. et BROWN B. E., 1993. An index showing breakdown of seriation, related to disturbance, in a coral-reef assemblage. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 92: 205- 219.

COINEAU N., 1971. Les Isopodes interstitiels. Documents sur leur écologie et leur biologie. Mém. Mus. natn. Hist. nat., (N.S., A) 64 : 1 – 170.

COINEAU N., 1985. Colonisation du milieu souterrain continental par les organismes d'origine marine. Moyen d'accès par le milieu interstitiel. *Bull. Soc. Biospéol.*, 8 : 26 -30.

COINEAU N., 1986. Isopoda : Asellota : Janiroida. In : L. Botosaneanu (ed), *Stygofauna mundi* E.J. Brill/W. Backhuys, Leiden : 465 – 472.

COINEAU N., 1992. Biogéographie évolutive du Crustacé interstitiel *Microcharon* (Isopoda, Janiroida) dans l'ouest du Bassin Méditerranéen. *Bull. Inst. Océanogr., Monaco*, 9 :101 – 114.

COINEAU N. et BOUTIN C., 1992. Biological processes in space and time. Colonization, evolution and speciation in interstitial stygobionts, in A. I. Camacho (ed) *The Natural History of Biospeleology*, vol. 7 (Madrid: Mus. Nac. Cien. Nat. & C.S.I.C), Monografias : 423 – 451.

COINEAU N. et BOUTIN C., 1996. Age and origin of the stygobiontic amphipod *Pseudoniphargus* (Crustacea) in Morocco, with the description of three new species. *Bull. Mus. Civ. Nat. Verona*, 20 : 503 – 520.

COINEAU N, BOUTIN C. et FAKHER EL ABIARI A. 2001. Origin, age, and evolutionary rate of the microparasellid isopod *Microcharon* from the groundwater of the south-Rifian region (Morocco). In: *Isopod Systematics and Evolution*, edited by B. Kensley and R.C. Brusca. Crustacean issues, 13, R. Vonk and F.R. Schram Editors, Balkema, Rotterdam, Brookfield: 301-311.

COLLIGNON E., 1939. Observation sur les Anopheles et sur certains Culicides d'Algérie. *Arch. Inst. Pasteur, Algérie*, 17(1) : 135 – 138.

COLLIGNON B., 1986. Hydrogéologies appliquées des aquifères karstiques des monts de Tlemcen (Algérie). Tome 1 : Hydrogéologie régionale. Tome 2 : Les forages hydrauliques dans les roches karstifiées. Thèse de doct. Univ. Avignon. France: 118 et 282 p.

COSTA A., 1857. Ricerche sui crostacei Anfipodi del Regno di Napoli. *Memorie della Reale accademia delle scienze di Napoli*, 1: 165-235.

COWIE R.H., 1997. Catalog and bibliography of the nonindigenous nonmarine snails and slugs of the Hawaiian islands. *Bishop Museum*, n°50: 66 p.

CREUZE DES CHATELLIERS M. et MARMONIER P., 1990. Macrodistribution of Ostracoda and Cladocera in a by-passed channel : exchange between superficial and interstitial layers. *Stylogia*, 5, 1: 17 – 24.

CREUZE DES CHATELLIERS M., TURQUIN M.J. et GIBERT J., 1991. Les aquifères : des systèmes biologiques. *Hydrogéologie* 3 : 163 – 185.

DALMAS A., 1972. Contribution à l'étude des caractères physicochimique et de la faune de quelques puits artificiels de la Provence. Thèse de spécialité. Univ. De Provence : 159 p.

DALMAS A., 1973. Zoocénoses de puits artificiels en Provence. *Ann. Spéléol.*, 28 (3): 517 – 522.

DANIELOPOL D.L., POSPISIL P. et ROUCH R., 2000. Biodiversity in groundwater : a large-scale view. *Trends in Ecology and Evolution*, n°15 : 223 – 224.

DE GRAVE S. et HERRANDO-PEREZ S., 2003. A new species of *Typhlocirolana* (Isopoda, Cirolanidae) from the Ullal de la Rambla de Miravet, Spain. *Zootaxa*. 393: 1 – 11.

DOLE-OLIVER M.J., 1983. Le domaine aquatique souterrain de la plaine alluviale du Rhône à l'Est de Lyon : Ecologie des niveaux supérieurs de la nappe. Thèse. Doctorat. Univ. Lyon I : 168 p.

DOLE OLIVER M. J., MARMONIER P. et BEFFY L., 1992. Response of invertebrate to lotic disturbance: is the hyporheic zone a patchy refugium? *Bull. Fresh water biology*. (37). Univ. Lyon I : 257 – 276.

DOLE OLIVER M.J. et CHESSEL D., 1986. Stabilité physique et biologique des milieux interstitiels. Cas de deux stations du haut Rhône. *Annals. Limnol.* 22 (1) : 69 – 81.

DOLE-OLIVER M.J., et COINEAU N., 1987. L'Isopode *Microcharon* (Crustacea, Isopoda) abondant dans les eaux interstitielles de l'Est lyonnais. *M. reginea* n. sp., écologie et biogéographie. *Stygologia*, 3, 3 : 200 – 217.

DOLE-OLIVER M.J., MALARD F., FERREIRA D. et GIBERT J., 2005. Biodiversité dans les eaux souterraines. *La Houille Blanche*. n° 3 : 39 – 44.

EMBERGER L., 1955. Une classification biogéographique des climats. *Trav. Lab. Bot. Géol. Serv.*, 7 Montpellier : 3 – 43.

ENVIRONMENT CANADA., 1997. Biological test method. Test for growth and survival in sediment using larvae of freshwater midges (*Chironomus tentans* or *Chironomus riparius*). EPS 1/RM/32. Environment Canada, Ottawa, CAN. 133 p.

FAKHER EL ABIARI A., OULBAZ Z., YACOUBI-KHEBIZA M., COINEAU N. et BOUTIN C., 1999. Etude expérimentale de la sensibilité comparée de trois crustacés stygobies vis-à-vis de diverses substances toxiques pouvant se rencontrer dans les eaux souterraines. *Mém. Biospéol. XXV* (25), 52 : 167 – 181.

FERREIRA D., 2005. Biodiversité aquatique souterraine de France : base de données, patrons de distribution et implications en termes de conservation. Thèse de Doctorat. Univ. Lyon I : 206 p.

CULVER D. C. et HOLSINGER J. R., 1992. How many species of troglobites are there ?. *NSS Bull*, 54: 79 – 80.

FAKHER EL ABIARI A., 1999. Rôle des facteurs abiotiques dans la répartition de la faune aquatique souterraine : Cas des Crustacés Pécararides stygobies. Thèse. Doctorat. Univ. Marrakech (Maroc) : 208 p.

FAKHER EI ABIARI A., OULBAZ Z., YACOUBI-KHEBIZA M., COINEAU N. et BOUTIN C., 1999. Etude expérimentale de la sensibilité comparée de trois crustacés stygobies vis-à-vis de diverses substances toxiques pouvant se rencontrer dans les eaux souterraines. *Mém. Biospéol. XXV (25)*, 52 : 167 – 181.

FIER F. et ILIFFE T.M., 2000. *Nitocrellopsis texana* n. sp. from central TX (U.S.A.) and *N. ahaggarensis* n. sp. from the central Algerian Sahara (Copepoda, Harpacticoida). *Hydrobiologia* 418: 81–97.

GAGNEUR J., GIANI N. et MARTINEZ-ANSEMIL E., 1986. Les Oligochètes aquatiques d'Algérie. Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse 122 : 119 – 124.

GALASSI, D.M. P., DE LAURENTIIS P. et DOLE-OLIVIER M.J., 1999. *Nitocrellopsis rouchi* n. sp., a new ameirid harpacticoid from phreatic waters in France (Copepoda: Harpacticoida: Ameiridae). *Hydrobiologia* 412: 177–189.

GALASSI D., MARMONIER P., DOLE-OLIVER M.J. et RUNDLES S., 2002. Microcrustacea. Freshwater Meiofauna. *Biologie and Ecology*: 135 – 175.

✕ **GAUJOUS D., 1995.** La pollution des milieux aquatiques. Aide – mémoire. Edt. Technique et documentation : 220 p.

GAYE C. B. et MOUKOLO N., 2001. Problèmes de contamination des nappes phréatiques par les rejets domestiques dans les métropoles d'Afrique Noire. Cas de la nappe de Brazzaville au Congo. *Sécheresse*, 12 (3) : 175 – 182.

GIBERT J. et CULVER L., 2004. Diversity patterns in Europe, 196 – 201. Encyclopedia of caves. Academic Press, San Diego.

GIBERT J. et DEHARVENG L., 2002. Subterranean ecosystems: a truncated functional biodiversity. *BioScience*, n° 52 (6): 473 – 481.

GIBERT J., DADIELOPOL D.L. et STANFORD J.A., 1994. Ground Water Ecology. Academic Press. San Diego : 571 p.

GINET R., 1969. Rythme saisonnier de reproduction de *Niphargus* (Crustacé Amphipode hypogé). *Annale de Spéléologie* 24 (2) : 387 – 397.

✕ **GRABOWSKI M. et PESIC V., 2005.** *Echinogammarus thoni* (Schaferna, 1922) - a new gammarid species (Crustacea, Amphipoda) in Serbia & Montenegro. *Lautbornia* 55: 113-115.

✕ **GUARDIA P., 1975.** Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après l'étude de l'Oranie Nord-occidentale, relations structurales et paleogéographiques entre le rif externe et le tell. Thèse, Doctorat. Univ. Nice, n°10. 1141 : 286 p.

GURNEY R., 1908. A new species of *Cirolana* from a fresh-water spring in the Algerian Sahara. *Zoologischer Anzeiger*, 32: 682 – 685.

- HAKENKAMP C.C. et PALMER M.A., 1992.** Problems associated with quantitative sampling of shallow groundwater invertebrates. American Water Resources Association, Bethesda, Md: 101 – 110.
- HASSAINE K., 2002.** Les Culicides (Diptera – Nematocera) de l’Afrique méditerranéenne. Bioécologie d’*Aedes caspius* et d’*Aedes detritus* des marais salés, d’*Aedes mariae* des rocks-Pools littoraux et de *Culex pipiens* des zones urbaines de la région occidentale algérienne. Thèse. Doc. D’état. Univ. Tlemcen : 203 p.
- HÉBERT S. et LEGARE S., 2000.** Suivi de la qualité des rivières et petits cours d’eau, Direction du suivi de l’état de l’environnement, ministère de l’Environnement, Envirodoq no ENV 2001-0141, rapport no QE-123 : 24 p.
- HENRY J.P. et MAGNIEZ G., 1972.** Un Aselle interstitiel de Tunisie : *Proasellus bagradicus*. *Anns. Spéléol.*, 17 : 183 – 193.
- HERBST G.N., 1982.** New records of Typhlocirolana species (Crustacea : Isopoda) from Israel : Ecological and biogeographical significance, *Israel Journal of Zoology*, 31 : 47 – 53.
- HIMMI O., TRARI B., EL AGBANI M.A. et DAKKI M., 1998.** Contribution à la connaissance de la cinétique et des cycles biologiques des Moustiques (Diptera, Culicidae) dans la région de Rabat-Kénitra (Maroc). *Bulletin de l’Institut Scientifique*, Rabat, 1997-1998, n°21 : 71-79.
- HOLSINGER J. R., 1994.** Ptttern and process in the biogeography of subterranean amphipods. In: Biogeography of subterranean crustaceans: the effects of different scales. Summer Meeting of the Crustacean Society, Charleston, June 1992. *Hydrobiologia*, 287 (1): 131 – 145.
- HOU Z. E. et LI S. Q., 2002a.** A new species of the genus *Gammarus* from Yunnan, China (Crustacea: Amphipoda: Gammaridae). *Acta Zootaxonomica Sinica*, 27(1): 65-73.
- HOU Z. E. et LI S. Q., 2002b.** Descriptions of two new species of Genus *Gammarus* (Crustacea: Amphipoda: Gammaridae) from Yunnan, China. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 50(1): 37-52.
- HOU Z. E. et LI S. Q., 2003a.** *Gammarus glabratus*, A new cave Amphipoda from Guizhou, China (Amphipoda: Gammaridae). *Crustaceana*, 76(4): 433-442.
- HOU Z. E. et LI S. Q., 2003b.** Two new freshwater gammarids (Crustacea: Amphipoda: Gammaridae) from Lake Lugu, China. *Revue Suisse de Zoologie*, 110(3): 1-18.
- HOU Z. E. et LI S. Q., 2003c.** *Gammarus electrus*, a new species of Amphipoda from Beijing, China (Crustacea: Amphipoda: Gammaridae). *Acta Zootaxonomica Sinica*, 28(2): 241-248.
- HOU Z. E. et LI S. Q., 2003d.** A new species of blind Amphipoda from China (Crustacea: Amphipoda). *Acta Zootaxonomica Sinica*, 28(3): 448-454.

- ✕ **HOU, Z. E., LI S. Q. et KOENEMANN S., 2002.** *Gammarus emeiensis*, a new species of amphipod crustacean from Sichuan Province, China. *Beaufortia*, 52(4): 37-43.
- ✕ **HOU, Z. E., LI S. Q. et MORINO H., 2002.** Three new species of the genus *Gammarus* (Crustacea: Amphipoda: Gammaridae) from Yunnan, China. *Zoological Sciences*, 19: 939-960.
- HOU, Z. E., LI S. Q. et ZHENG M.Q., 2002.** A new species of freshwater Amphipoda from China (Crustacea: Amphipoda: Gammaridae). *Acta Zootaxonomica Sinica*, 27(3): 456-465.
- HUMPHREYS W., 1999.** Physico-chemical profile and energy fixation in an anchialine remiped habitat in north-western Australia. *Journal of the Royal Society of Western Australia* 82: 89-98.
- KARAMAN G., 1974.** The genus *Echinogammarus* Stebb (fam. Gammaridae) in Italy (52. Contribution to the knowledge of the Amphipoda). *Bull. Mus. civ. St. nat. Verona*, 1: 71-104.
- KARAMAN G. S., 1993.** Anfipodi delle acque dolci italiane. Fauna d'Italia, XXXI. Calderini, Bologna: 1-337.
- KARAMAN G. S. et PINKSTER S., 1987.** Freshwater *Gammarus* species from Europe, North Africa and adjacent regions of Asia (Crustacea-Amphipoda) Part III *Gammarus balcanicus*-group and related species. *Bijragen tot de Dierkunde*, 57(2): 207-260.
- KATZ M., 1971.** Effects of pollution upon aquatic life in Leonard L. *Ciaccia*, 197 : 301 – 318.
- KNIGHT K. L. et STONE A., 1977.** A Catalog of the Mosquitoes of the world (Diptera-Culicidae). The Thomas Say Foundation, Entomological Society of America: 611 p.
- KREJCA J.K., 2005.** Stygobite phylogenetics as a tool for determining aquifer evolution. Thèse de doctorat. Univ. Texax: 99 p.
- ✕ **KULKOYLUOGLU O., 2000.** Distribution and ecology of freshwater Ostracoda (Crustacea) collected from springs of Nevada, Idaho, and Oregon: A preliminary study. *Western North American Naturalist*, 60 (3): 291-303.
- LAFONT M., 1983.** Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentale françaises. 3 : Annélides Oligochètes. *Bull. Mens. Soc. Linn. Lyon* 52 (4) : 108-135.
- ✕ **LARDIES M. et WEHRTMANN I., 2001.** Latitudinal variation in the reproductive biology of *Betaeus truncatus* (Decapoda: Alpheidae) along the Chilean coast. *Ophelia* 55: 55–67.
- LEFEBURE T., 2005.** Origine, évolution et mesure de la biodiversité des eaux souterraines : analyse moléculaire du genre *Niphargus* (Crustacea). Thèse de Doctorat. Univ. Lyon 1 :120 p.
- LUCAS G., 1952.** Description géologique et pétrographique des monts de Rhar - Roubane et du Sidi El Abed (frontière algéro - marocaine). *Bull. Serv. Cart. Géol. Algérie* (2),n° 16:539 p.

- MAHI A., 2003.** Mise en évidence des méthodes de prélèvement de la faune des puits de la moyenne Tafna : comparaison entre deux méthodes de prélèvement (la méthode phréatobiologique et la méthode des nasses). Mém. Ing. Fac. Sc. Univ. Tlemcen. 59 p.
- MALARD F., GIBERT J. et LAURENT R., 1997.** L'aquifère de la source du Lez : un réservoir d'eau et de biodiversité. *Karstologia*, n°30 : 49 – 54.
- MALARD F., LEFEBURE T., ISSARTEL J., DOUADY C. et LAZZAROTTO J. 2006.** Nature et Patrimoine en Pays de Savoie. *ALSN*, n°18,03 : 26 -29.
- MALARD F., REYGROBELLET J. L., MATHIEU J. et LAFONT M., 1996.** Biomonitoring groundwater contamination : application to a karst area in Southern France. *Aquatic Sciences*, 58: 158 – 187.
- MANDAVILLE S.M., 1999.** Bioassessment of freshwaters using benthic macroinvertebrates- a primer. First ed. Feb. 1999. Halifax , Canada: Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax.
- MARGALEF R., 1958.** Algunos crustáceos de las aguas continentales de España y norte de Africa. *Miscellanea Zoologica, Barcelona*, 1 : 51 – 59.
- MARMONIER P., 1988.** Biocénoses interstitielles et circulations des eaux dans le sous-écoulement d'un chenal aménagé du Haut-Rhone français. Thèse. Doctorat. Univ. Lyon I : 269 p.
- MARMONIER P. et DOLE-OLIVER M.J., 1986.** Les Amphipodes des sédiments d'un bras court-circuité du Rhone. Logique de répartition et réaction aux crues. *Sciences de l'Eau*, 5 : 461 – 486.
- MARMONIER P., CLARET C. et DOLE-OLIVIER M.J., 2000.** Interstitial fauna in newly-created floodplain canals of a large regulated river. *Regul. Rivers: Res. Mgmt.* 16: 23–36.
- MARMONIER P., DOLE-OLIVIER M.-J. et CREUZE DES CHATELLIERS M., 1992.** 'Spatial distribution of interstitial assemblages in the floodplain of the Rhone River', *Regul. Rivers: Res. Mgmt.*, 7: 75–82.
- MARMONIER P., VERVIER P., GIBERT J. et DOLE-OLIVIER M.J., 1993.** Biodiversity in ground waters. *Trends in Ecology and Evolution*, n°8: 392 – 395.
- MATHIEU J., ESSAFI K. et CHERGUI H., 1999.** Spatial and Temporal variations of stygobite Amphipod populations in interstitial aquatic habitats of karst / floodplain interfaces in France and Morocco. *Annl. Limnol.* 35 (2): 133 – 139.
- MESSOULI M., 1994.** Evolution, phylogénie et biogéographie historique des Metacrangonyctidae, Crustacés Amphipodes stygobies du Nord de l'Afrique et des régions voisines. Thèse. Doct. Univ. Marrakech : 309 p.
- MEZQUITA F., HERNANDEZ R. et RUEDA J., 1999.** Ecology and distribution of ostracods in a polluted Mediterranean river. *Palaeogeography-Palaeoclimatology-Palaeoecology* 148 (1-3): 87-103.

- MORINO, H. et WHITMAN N., 1995.** A new species of the genus *Gammarus* (Crustacea: Amphipoda) from fresh waters of Russian Far East. *Publications of Itako Hydrobiological Station*, 8: 27-36.
- NEGREA S. et POSPISIL P., 1995.** Contribution à la connaissance des eaux souterraines du Danube à Vienne. *Anns. Limnol.* 31 (3): 169 – 178.
- NEVEU A., 1974.** La dérive des stades aquatiques de quelques familles de diptères torrenticoles. *Ann. Hydrobiol.*, 5: 15 – 42.
- NISBET M. et VERNEAUX J., 1970.** Composantes chimiques des eaux courantes. Discussion et proposition de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques. *Annal. Limno.* 6 (2) : 161 – 190.
- NOTENBOOM J., 1990.** Biologie: de biologische expedities: Turkei, Speleo Nederhand Pierk 3: 10 – 13.
- NOTENBOOM J., 1991.** Marine regressions and the evolution of groundwater dwelling amphipods (Crustacea), *Journal of Biogeography*, 18: 437 – 454.
- NOURISSON M., 1956.** Etude morphologique comparative et critique des *Typhlocirolana* (Crustacés Isopodes Cirolanidae) du Maroc et d'Algérie, *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles et Physiques du Maroc*, 36 : 103 – 124.
- PECK S.B., 1998.** A Summary of Diversity and Distribtuion of the Obligate Cave-Inhabiting Faunas of the United States and Canada. *Journal of Cave and Karst Studies* 60(1): 18-26.
- PERTUS J.L., 1986.** *Typhlocirolana margalefi* nov. sp. y *Typhlocirolana moraguesi aureae* nov. subsp. Dos nuevos isopodos cirolanidos limnotrogrobios del Levante ibérico y Baleares. *Oecologia Aquatica*, 8 : 95 – 105.
- PESCE G.L., 1980.** *Bogidiella aprutina* n. sp., a new subterranean amphipod from phreatic waters of central Italy. *Crustaceana*, 38 (2): 139 – 144.
- PESCE G.L., 1981.** *Microcharon ullae* n.sp., A microparasellid from subterranean waters of rhodes, Greece (Isopoda : Asellota). *Musei macedonici scientiarum naturalium*, n°7 (249) : 57 – 61.
- PESCE G.L. et TETE P., 1978.** Microparasellides d'Algérie (Crustacea : Isopoda). *Rev. Zool. Afr.*, 92 (4) : 992 – 1001.
- PESCE G.L. Tete P. et De Simone M., 1981.** Ricerche faunistiche in acque sotterranee freatiche del Maghreb (Tunisia, Algeria, Morocco) et dell'Egitto. *Natur. Soc. Ital. Sc. Nat. Museo civ. Stor. Nat. E Acquario civ. Milano*, 72, (1-2) : 63 – 98.
- PESCE G.L., MAGGI D., CIOCCA A. et ARGANO R., 1978.** Biological researches on the subterranean phreatic waters of Northen Greece. *Biol. Gallo-hellen.*, 8: 109 – 126.

- PESCE G.L., TETE P. et DE SIMONE M., 1981.** Ricerche faunistiche in acque sotterranee fratiche del Maghreb (Tunisia, Algeria, Morocco) et dell' Egitto. *Natura. Soc. Ital. Sc. Nat. Museo. Civ. Stor. Nat. Acquario Civ. Milano*, 72 (1 – 2): 63 – 98.
- PESSON P., 1980.** La pollution des eaux continentales. Indice sur les biocénoses aquatiques. Edt. Bordas : 345 p.
- PINKSTER S., 1993.** A revision of the genus *Echinogammarus* Stebbing, 1899, with some notes on related genera (Crustacea, Amphipoda).- *Memorie del Museo Civico Di Storia Naturale (IIa serie), Sezione Scienze Vita (A. Biologia)* 10: 1-185.
- PINKSTER S. et PLATVOET D., 1990.** Some remarks on the genus *Echinogammarus* Stebbing, 1899 with description of a new species *E.valedictus* from Algeria (Crustacea, Amphipoda). *Bjdr. Dierkd.* 60 (3 – 4): 263 – 269.
- PLENET S. et GIBERT J. 1995.** Comparison of surface water/groundwater interface zones in fluvial and karstic systems. *C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la vie*, 318 : 499–509.
- PLENET S., HUGUENY H. et GIBERT J., 1996.** Invertebrate community responses to physiological and chemical factors at the river/aquifer interaction zone. II. Downstream of the city of Lyon. *Arch. Hydrobiol.*, 136: 65 – 88.
- PLESA C., 1985.** Microglossaire de stygologie. *Theoretical and Applied karstology*, n° 2: 25 – 45.
- POR F.D., 1962.** *Typhlocirolana reichi* n. sp. un nouvel Isopode Cirolanide de la dépression de la Mer Morte, *Crustaceana*, 4 : 247 – 252.
- PRATO E., 1994.** I crostacei Anfipodi del fouling dei Laghi di Alimini ed Acquatina. *Thal. Sal.* n°20: 93-105.
- PRATO E., PAVIA B., PACIFICO P., 1995.** Il macrofouling del Lago di Acquatina (Basso Adriatico). *Thal. Sal.*, n° 21: 69-79.
- RACOVITZA E.G., 1905.** *Typhlocirolana moraguesi* n. g., n. sp. Isopode aquatique cavernicole des Grottes du Drach (Baléares). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 30 : 72 – 80.
- RACOVITZA E.G., 1912.** Cirolanides (première série). *Biospeologica* 27. *Archives de Zoologie expérimentale et générale*, 10 : 203 – 329.
- REYGROBELLET J.L. et DOLE OLIVER M.J., 1982.** Structure et fonctionnement des écosystèmes du haut Rhône français, XVII. Le milieu interstitiel de la « Iône du grand Gravier », premiers résultats hydrologiques et faunistiques. *Pol. Arch. Hydrobiol. Univ. Claude Bernard. Lyon I* : 485 – 500.
- RODIER J., 1976.** L'analyse de l'eau. Eaux naturelles – eaux résiduaires – eaux de mer. Tome I et II 5^{ème} edt. Bordas : 1136 p.

RODIER J., 1996. L'analyse de l'eau. Eaux naturelles – eaux résiduaires – eau de mer. 8^{ème} Edt. Dunod : 1383 p.

ROGNON P. et COURONEAU J., 1967. Etude sur cuve rhéoélectrique – recherche de la transmissivité et des conditions aux limites pour la plaine de Maghnia – rapport géopétrole n° 711, au génie rural de Tlemcen.

ROSE M. et TREGOUBOFF G., 1957. Manuel de planctologie Méditerranéenne. Tome 1 et 2. Edt. C.N.R.S. Paris : 587 p.

ROUCH R. et DANIELOPOL D., 1997. Species richness of microcrustacea in subterranean freshwater habitats. Comparative analysis and approximate evaluation. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie* 82: 121–145.

ROUCH R., 1987. Copépodes harpacticoïdes stygobies d'Algérie. *Bijdr. Dierk.* 57: 71–86.

ROUX M., 1987. Analyse biologique de l'eau. Edt. Lavoisier. Tech et Doc : 230 p.

RUFFO S., 1947. *Hadzia minuta* n.sp. (Hadziidae) e *Salentinella gracillima* n.gen. n.sp. (Gammaridae) nuovi anfipodi trogobi dell'Italia meridionale. *Boll. Soc. Nat. Napoli*, 56: 1-11.

RUFFO S., 1955. Le attuali conoscenze sulla fauna cavernicola della regione pugliese. *Mem. Biogeogr. Adriatica*, 3: 1-143.

SBORDONI V., ALLEGRUCCI G. et CESARONI D., 2000. Population genetic structure, speciation and evolutionary rates in cave dwelling organisms. In: Wilkens, H.; Culver, D. C.; Humphreys, W. F. (eds), *Subterranean Ecosystems, Ecosystems of the World 30*. Chapter 24. Amsterdam: Elsevier: 453 – 477.

SCHUH R.T. et SLATER J. A., 1995. True bugs of the World (Hemiptera : Heteroptera). Classification and Naturel History. Ithaca: Cornell University Press: 336 p.

SCHLAGINTWEIT F., MANDL G.W. et EBELI O., 2001. *Salpingoporella austriaca* n.sp., a new dasycladale (calca-reous alga) from the Lower Norian Dachstein Limestone of Mount Dachstein (Northern Calcareous Alps, Austria). *Rev. Paléobiol (Genève)*, 20/2: 359–365.

SKET B., 1986. Ecology of the mixohaline hypogean fauna along the Yugoslav coast. *Stygologia* 2: 317-338.

SKET B., 1999a. High biodiversity in hypogean waters an dits endangerment – The situation in Slovenia, the Dinaric karsts, and Europe. *Crustaceana*, n° 72: 767 – 780.

SKET B., 1999b. Tne nature of biodiversity in hypogean waters and how it is endangered. *Biodiversity and Conservation*, n° 8: 1319 – 1338.

SENEVET G. et ANDARELLI L., 1954. Le genre *Aedes* en Afrique du Nord, I : Les larves. *Arch. Inst. Past. Algérie*, 32 (4) : 310 – 352.

STOCH F., 1995. The ecological and historical determinants of crustacean diversity in groundwaters, or: Why are there so many species? *Mémoires de Biospéologie* 22: 139–160.

STOCK, J. H., MIRZAJANI A.R., VONK R., NADERI. S. et KIABI B.H, 1998. Limnic and brackish water Amphipoda (Crustacea) from Iran. *Beaufortia*, 48(9): 173-234.

STRAYER D.L., MAY S.E., NIELSEN P., WOLLHEIM W. et HAUSAM S., 1997. 'Oxygen, organic matter, and sediment granulometry as controls on hyporheic animal communities', *Arch. Hydrobiol.*, 140: 131-144.

STRECKER U., FAÜNDEZ V.H. et WILKENS H., 2004. Phylogeography of surface and cave Astyanax (Teleostei) from Central and North America based on cytochrome *b* sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 33: 469-481.

STROUHAL H. VON., 1961. Eine neue Ostmediterrane Typhlocirolana-Spezies (Isopoda, Cirolanidae), *Annalen des naturhistorischen Museums in Wien*, 64 : 245 – 256.

TACHET M., BOURNAUD M. et RICHOUX P., 1980. Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces (Systématique élémentaire et aperçu écologique). Univ Lyon 1. Ass. Française de Limnologie : 155 p.

TALEB A., 2004. Contribution à l'étude du fonctionnement de l'écosystème oued. Rôle du milieu hyporhéique dans l'évolution de la qualité des eaux en aval du barrage de Hammam Boughrara sur la Tafna. Thèse. Doc. Univ. Tlemcen : 104 p.

TALEB A., BELAIDI N., et GAGNEUR J., 2004. Water quality before and after dam building on a heavily polluted river in semi-arid algeria. *River. Res. Applic.* 20: 943 – 956.

THIENNEMANN A., 1926. Die Binnengewässer Mitteleuropa. *Einzeldarstellung aus der Limnologie und ihren Nachbargebieten*, n° 1: 255 p.

THIERRIN J., STEFFEN P., CORNAZ S., VUATAZ F. D., BALDERER W. et LOOSER M., 2001. Guide pratique de l'échantillonnage des eaux souterraines. Edt. Porreny : 56 p.

THINTHOIN R., 1948. Les aspects physiques du tell oranais. Essai de morphologie de pays semi-aride : ouvrage publié avec les concours du C.N.R.S. Ed L. Europe : 639 p.

TILLMAN D.C., BARSOTTI A.M., SILLIMAN S.E. et LAMBERTI G.A., 1996. A comparaison of hyporheic pore water samplers : sample designs and heterogeneous physical environments. *Bull. North Am. Benthol. Soc.* 13 : 261p.

USTAOÚLU M.R., BALIK S.L. et TASDEMÜR A., 2005. Chironomidae Fauna (Diptera-Insecta) of Gumuldur Stream (Izmir). *Turk.J Zool* 29: 269-274.

VAN OVERDIJK C.D.A., 2000. Microhabitat selection by the amphipods *Echinogammarus ischnus* and *Gammarus fasciatus* in laboratory and field experiments. Thèse. Master. Univ. Windstor (Canada) : 135 p.

VANDEL A., 1964. Biospéologie : la biologie des animaux cavernicoles. *Gauthier-Villars*. Paris : 620 p.

VERET D., COURONEAN J. et ROGNON P., 1967. Influence de nouveau captages dans la plaine de Maghnia. Simulation sur cuve rhéoelectrique. Rapport géopétrole n° 470, au service du génie rural de Tlemcen.

VERNBERG F. J., 1962. Latitudinal effects on physiological properties on animal populations. *Annual Review of Physiology* 24: 517–546.

VIAL E., 1997. Récolte des Hydrobiidae souterraines et des sources: intérêt et méthodes. *Vertigo*, 7 : 31 – 34.

WARD J.V., BRETSCJKO G., BRUNKE M., DANIELOPOL D., GIGERT J., GONSER T. et HILDREW A.G., 1998. The boundaries of river systems: The metazoan perspective. *Freshwater Biologie* (40): 531 – 569.

WINNEL M.H. et JUDE D.J., 1984. Association among Chironomidae and sandy substrates in nearshore Lake Michigan. *Can. J. fish. Vol. 41, n°1*: 174 – 179.

YACOUBI KHEBIZA M., 1990. Ecologie et biogéographie des biocénoses aquatiques des nappes alluviales de quelques vallées du Haut-Atlas de Marrakech (Maroc). Paléobiogéographie des Crustacés phréatobies. Thèse. Univ. Marrakech : 246 p.

YACOUBI-KHEBIZA M., 1996. Biocénoses aquatiques interstitielles des vallées du Haut-Atlas de Marrakech : microdistribution, dynamique de répartition, écologie et biogéographie. Thèse Doct. D'Etat, Univ. Marrakech, 374 p.

YACOUBI-KHEBIZA M., BOULANOUAR M. et COINEAU N., 1997. Un nouveau Microparasellidae (Crustacé Isopode) du Haut-Atlas ; aspects phylogénétiques et biogéographiques. *Contr. Zool.*, 66 (4) : 227 – 234.

ZIANI H. et MOUMOUCHE A., 1991. Schéma hydraulique de la wilaya de Tlemcen. Mém. Ing. Sc. Hydr. Univ. Tlemcen : 152

ملخص

هذا العمل يمثل أولى المعطيات حول الكائنات التي تعيش في المياه الباطنية لحوض تافنة (الشمال الغربي للجزائر). لهذا الغرض، 12 بئرا، وقع عليها الاختيار في هذا الحوض، شكلت هدفا لدراسة تمت خلال سنة كاملة، ابتداءا من شهر مارس 2005 إلى غاية شهر مارس 2006، باستعمال طريقتين للتحصل على الكائنات التي تعيش في البئر: الطريقة الفخياطوبولوجية وطريقة الفخ، مع أخذ كوقت لمكوث الفخ مدة 24 ساعة.

39 صنف و 8309 فرد، مع 5 تم اعتبارها ككائنات حياتها مرتبطة كليا بالمياه الباطنية.

متابعة النمو البرقاني للنوع (*Typhlocirolana* (Crustacea Isopoda Cirolanidae)) من خلال حوالي 6000 فردا، سمح بتحديد دورة الحياة التي تتجاوز 4 سنوات.

المياه الجوفية الغير مشبعة بالأكسجين، والغنية بالعناصر المعدنية، تشكل تدرج طبيعي للملوحة مع كميات متغيرة لكن دائما مرتفعة.

الكلمات المفتاحية:

الكائنات الباطنية، التنوع، بئر، تافنة، الشمال الغربي للجزائر.

RÉSUMÉ

Ce travail présente les premières données sur la faune souterraine du bassin versant de la Tafna (Nord-Ouest algérien). En effet, 12 puits, sélectionnés au niveau de ce bassin, font l'objet d'une étude suivie pendant une année, allant du mois de Mars 2005 jusqu'au mois de Mars 2006, en utilisant deux méthodes de prélèvement de la faune des puits: la méthode phréatobiologique et la méthode des nasses, et avec un temps de séjour des nasses de 24 heures.

Avec 39 taxons et 8309 individus, dont 5 sont considérés comme des espèces stygobies, la faune récoltée dans les eaux souterraines de cette région est dominée par le groupe des Crustacés. Le suivi de la croissance larvaire du genre *Typhlocirolana* (Crustacea Isopoda Cirolanidae), établi sur environ 6000 individus, a permis de déterminer son cycle biologique qui s'étale au-delà de 4 années.

L'eau de la nappe phréatique sous saturé en oxygène, très minéralisée, présente un gradient naturel de salinité et des teneurs variables mais toujours élevés.

Mots clés :

Stygofaune, diversité, puits, Tafna, Nord-Ouest algérien.

SUMMARY

This work presents the first data on underground fauna of the basin area of Tafna (North-western Algerian). Indeed, 12 wells, selected on the level of this basin, are the subject of a study followed during one year, from Mars 2005 to Mars 2006, by using two methods of taking away of the fauna of the wells: phreatobiologic method and method of trap, and with a residence time of the 24 hour for trap. With 39 taxa and 8309 individuals, of which 5 are considered as species stygobies, the fauna collected in groundwater of this area is dominated by the group of Crustacea. The follow-up of the larval growth of the kind *Typhlocirolana* (Crustacea Isopoda Cirolanidae), established on approximately 6000 individuals, made it possible to determine its biological cycle which is spread out beyond 4 years.

The water of the ground water under saturated with oxygen, very mineral-bearing, presents a natural gradient of salinity and variable but always high contents.

Key words:

Stygobiont fauna, diversity, well, Tafna, algerian North-West.