

**UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMCEN
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET
DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS**

Département d'Ecologie et Environnement

Mémoire présenté en vue de l'obtention du
Master d'Ecologie et Environnement

Option Pathologie des Ecosystèmes

*Impact des faibles volumes d'eau pompés sur la
richesse des invertébrés hyporhéiques à l'amont
de la Tafna*

Par *Amine Zettam*

Sous la direction de *Nouria BELAIDI, Professeur*

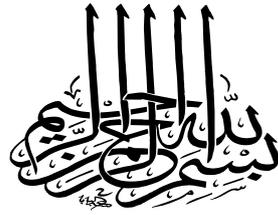
Présenté publiquement **17 octobre 2011**

Membres du jury :

Présidente	Melle Taleb A.	Professeur	Université de Tlemcen
Promotrice	Mme Belaidi N.	Professeur	Université de Tlemcen
Examinatrice	Mme Gaouar N.	Maitre de conférences A	Université de Tlemcen
Examinatrice	Mme Abdellaoui K.	Maitre de conférences A	Université de Tlemcen
Examinatrice	Mme Sari Ali A.	Maitre de conférences B	Université de Tlemcen

Année universitaire 2010/2011

Remerciements



Gloire à **Allah** seigneur du monde et que sa bénédiction soit sur le dernier des prophètes **Mohamed**(PSL) qui nous a permis d'atteindre notre objectif. Au terme de ce travail, Je dois remercier particulièrement:

- **Madame Balaidi N.**, Professeur au département d'écologie et Environnement de la faculté des sciences de la nature et de la vie, et des sciences de la terre et de l'univers de l'université Abou BekrBelkaïd de Tlemcen, pour son encadrement et pour son appui ses conseils et ses orientations tout au long de ce travail. Je lui adresse mes vifs remerciements et ma reconnaissance.
- **Les membres de l'équipe d'écosystèmes aquatiques du laboratoire d'écologie et gestion des écosystèmes naturels de l'université de Tlemcen et surtout Melle TALEB A.**, Professeur au département d'écologie et Environnement de la faculté des sciences de la nature et de la vie, et des sciences de la terre et de l'univers de l'université Abou BekrBelkaïd de Tlemcen, qui mon apporté aide technique et qui ont contribué à la réalisation du travail.
- **Les Membres de jury** pour avoir accepté d'examiner ce Modest travail.

Je dois également exprimer ma gratitude à:

- L'ingénieur d'état en écologie végétale et environnement **Youcef**, mon amie **Mouad**, les étudiantes du Magistère d'hydrobiologie **Fatima** et **Aicha**, pour leur aide sur le terrain.
- les étudiantes du Magistère d'hydrobiologie, **Nadéra** et **Amina** pour leurs aides décisives dans l'identification des espèces.
- Mes frères, **Mohammed**, **Réda** et mon amie **kamel**, pour leur aide pendant la rédaction du mémoire.

Avec toute ma reconnaissance

Zettam Amine

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

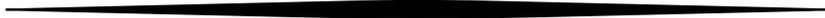
- * A mes parents
- * A ma famille
- * A mon amie **Sani Abdou Soupianou**
- * A mes Amies
- * Aux étudiants de Master d'écologie et environnement promotion 2010/2011

Sommaire

Introduction	1
Etude du milieu physique	3
I.1. Présentation du bassin versant de la Tafna :	3
I.1.2Hydrologie.....	3
I.1.3Géologie :	5
I.1.4 Pédologie :	5
I.2. Description et localisation de la station étudiée.....	7
Matériels et méthode	9
II.1. Méthode de prélèvement dans le milieu hyporheique	9
II.2.Principe	10
II.3.Équipement d'échantillonnage	10
II.3.1. Description de la pompe	10
II.4. Prélèvement et protocole d'échantillonnage.....	12
II.5. Tri et détermination :	13
II.6. Traitements statistiques des données	13
Résultats et interprétations	14
III.1 .Résultats faunistiques	14
III.1.1. Tableau faunistique.....	14
III.1.2. Composition faunistique.....	16
III.1.2.1. Composition faunistique de chaque volume pompé	16
III.1.2.1.1 Le volume 1 L.....	16
III.1.2.1.2 le volume 2 litre.....	18
III.1.2.1.3 le volume 3 litre.....	20
III.1.2.1.4 le volume 4 litre.....	22
III.1.2.1.4 l'ensemble des 5 litres cumulés.....	24
III.2 .Impact du volume	26
III.2 .1. Sur la richesse taxonomique moyenne cumulée	26
III.2 .1.1. Dans le site A	26
III.2 .1.2. Dans le site B	27
III.2.2. Sur le Abondance totale.....	29
III.2.2.1. Dans le site A	29
III.2.2.2. Dans le site B	32
III.3 .Impact de la profondeur	32

III.3 .1. La richesse taxonomique moyenne.....	32
III.3.1.1. Dans le site A.....	33
III.3.1.1. Dans le site B.....	35
III.3 .1. Sur l'Abondance totale.....	35
III.3.2.1. Dans le site A.....	35
III.3.2.1. Dans le site B.....	37
Discussion.....	38
Conclusion.....	40
Références bibliographiques.....	42

Introduction



Introduction

Les écosystèmes aquatiques souterrains constituent la dimension verticale des hydrosystèmes fluviaux (AMORAS et PETTS, 1993); ils assurent de nombreuses et importantes fonctions hydrologiques (régulation des régimes hydrologiques des cours d'eau) et écologiques (échange de matière, d'énergies et d'organismes) dans le fonctionnement des hydrosystèmes (GIBERT *et al.*, 1994, BRUNKE et GOUSER, 1997, WARD, 1998, MALARD *et al.*, 2003), offrant de plus des propriétés de qualité et de protection souvent supérieures à celles des eaux de surface qui sont généralement plus polluées (DANIELOPOL *et al.*, 2003 ; GIBERT *et al.*, 2004).

La zone hyporhéique, caractérisée par une perméabilité d'interstices dans le domaine continental (Ait-Boughrou, 2007) fut identifiée par Orghidan (1959). C'est une zone frontière ("Grenzbiotop") entre l'écosystème aquatique de surface et le milieu souterrain. C'est une composante intégrale de l'hydrosystème fluvial (Payrard, 2008). La zone hyporhéique ("sous le courant" d'un point de vue étymologique) désigne les sédiments (galets, graviers, sables, minéraux argileux...) qui remplissent le lit des cours d'eau représentent un habitat potentiel pour de très nombreuses espèces aquatiques souterraines. D'épaisseur variable (de quelques centimètres à une centaine de mètres), cette zone alluvionnaire située sous le lit des cours d'eau constitue un biotope "souterrain" particulier. Le biotope hyporhéique est composé d'un mélange de sédiments de natures diverses, il présente une très forte hétérogénéité spatiale Payrard (2008) ; les caractéristiques physico-chimiques granulométriques, perméabilité, porosité, et biologique définissent ainsi une mosaïque complexe de "micro-habitats" et de peuplements associés (Payrard, 2008).

Plusieurs auteurs comme Grimm et Fisher (1984), Bretesko et Klemens (1986) Marmonier (1988) et Maridet, (1994) ont souligné l'importance du milieu hyporhéique dans le fonctionnement des cours d'eau. Ce rôle a été mis en évidence dans le système oued des régions arides comme la Tafna (Belaidi et al. 2004, Taleb et al. 2008, Bouzide 2009). Toutefois, l'accès à ce milieu a nécessité le développement de méthodes d'échantillonnage adaptées pour le prélèvement d'eau, des sédiments et de la faune inféodée à cette zone.

Après la méthode des sondages KARAMAN-CHAPPUIS qui consiste à attirer l'eau interstitielle dans des trous creusés dans les plages de graviers des berges, les techniques de prélèvement se sont multipliées, en particulier celle destinées à la récolte de la faune. Nous citons la méthode de carottage qui consiste à récupérer les sédiments contenus dans un tube (Renaud-Debyser 1957 et Williams & Hynes 1974), la technique de congélation proposée par Stocker & Williams (1972) qui consiste à congeler les sédiments autour d'un tube servant à injecter le liquide réfrigérant, la méthode des substrats artificiels adoptée par Hynes (1974) et enfin, la technique de pompage BOU-ROUCH (1974), l'une des méthodes les plus fréquemment utilisées pour le prélèvement dans ce milieu (Hunt et Stanley, 2000 ; Boulton et al, 2003-2004). Cette dernière présente la facilité de mise en œuvre aussi bien dans le lit d'une rivière que sur ses berges. Cette méthode a pu être la clef à rassembler des données écologiquement comparables sur l'hyporheos à l'avenir (Boulton et al. 2003). Ceci a été facilité par le fait que l'équipement requiert peu d'expérience pour fonctionner, a peu de composants et est relativement peu coûteux (Boulton et al. 2003).

Il y'a beaucoup de chercheurs qui se sont intéressés à l'influence des volumes pompés par la pompe Bou-Rouch sur les invertébrés hyporheique comme Danielopol (1976) , BREHIER (1999), Stanley (2000), Hunt et Stanley (2000), Boulton et al (2003) et Kibichii et al (2009),et

Le travail présenté dans ce manuscrit a pour objectif de voir l'impact des faibles volumes d'eaux pompées à l'aide de la pompe Bou-Rouch (1974) sur la richesse des invertébrés hyporheique dans la zone amont de l'oued Tafna.

Etude du milieu physique

I.1. Présentation du bassin versant de la Tafna :

Le bassin versant de l'Oued Tafna couvre près de 73% de la partie ouest de l'Algérie, alors que le reste (27%) se trouve à l'intérieur des terres Marocaines. Il draine une superficie de l'ordre de 7200 Km² et alimente cinq barrages. L'oued Tafna, principal cours d'eau, long de 170 Km, prend naissance au niveau de GharBoumaaza à 1100 m d'altitude et termine son parcours dans la mer méditerranée au niveau de la plage de Rachgoune. Il reçoit deux principaux affluents : L'oued Mouillah au niveau du barrage de Hammam Boughrara à une altitude de 360m et oued Isser au niveau de Fatmi el Arbi (Pierre du Chat) à une altitude de 44m. Le premier prend naissance à El Abed et draine une partie du territoire marocain (le moyen atlas). Le second prend sa source dans les monts de Tlemcen (Anonyme, 2009). (Fig.1).

I.1.2Hydrologie

Le bassin versant de la Tafna révèle une hétérogénéité du relief et du bioclimat, avec les monts de Tlemcen généreusement arrosés en relation de leur haute altitude. Ce sont d'énormes réservoirs d'eau issue des précipitations, qui s'en échappent sous formes de sources, ce qui confère à cette zone amont du bassin une stabilité relative du point de vue débit et en approvisionnement quasi-continu. Cependant, l'aval du bassin bénéficie moins de précipitations trop irrégulières et surtout saisonnière ce qui perturbe l'écoulement et donc le débit et se traduit par une succession des saisons de crues et d'étiages.

Le régime hydrologique est influencé par le climat méditerranéen (du sub-humide vers le aride), qui est caractérisé par une saison froide et humide de Novembre jusqu'à Avril et une autre saison sèche qui s'étale de Mai à Octobre. Oued Tafna est éphémère, il coule en Hiver alors qu'il s'assèche en été (Belaidi et al, 2010).

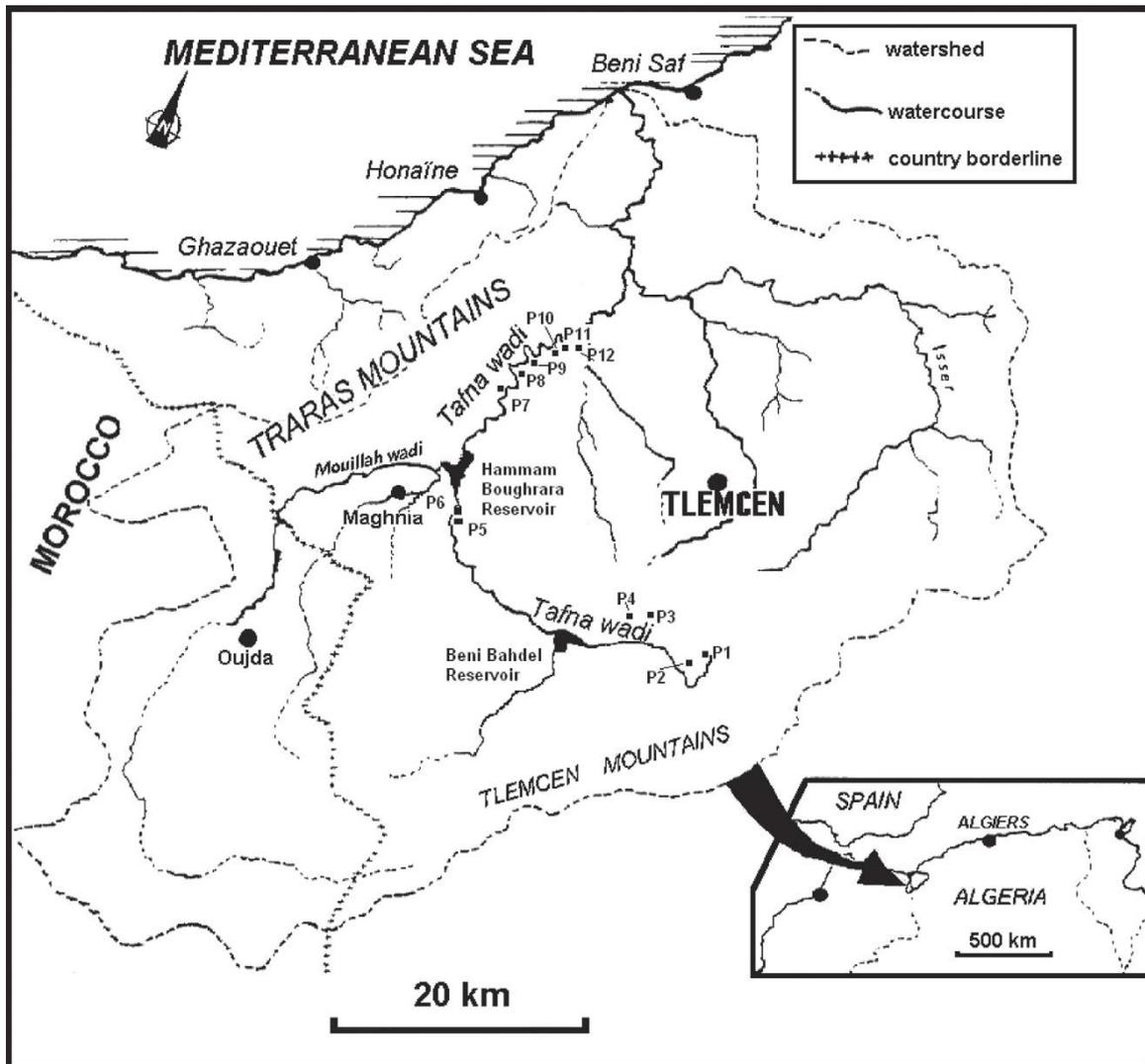


Figure 1 : Réseau hydrographique du bassin versant de l'Oued Tafna (Belaidi et al, 2010).

I.1.3 Géologie :

Il existe deux structures géologiques principales englobant l'étendue du bassin versant de la Tafna (fig. 2). Ce sont :

- Le bassin amont qui comprend les monts de Tlemcen, appartient au jurassique supérieur caractérisé par la prédominance des calcaires et des dolomies;
- Le bassin aval, orienté vers le nord qui inclut la zone de piémont et les plaines d'Hennaya, Remchi et de l'Isser. Ce sont les vallées limoneuses appartenant au miocène et aux quaternaire (Collignon, 1986).

I.1.4 Pédologie :

Selon Bouanani (2003), Les sols du bassin de la Tafna sont composés de quatre grands ensembles :

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

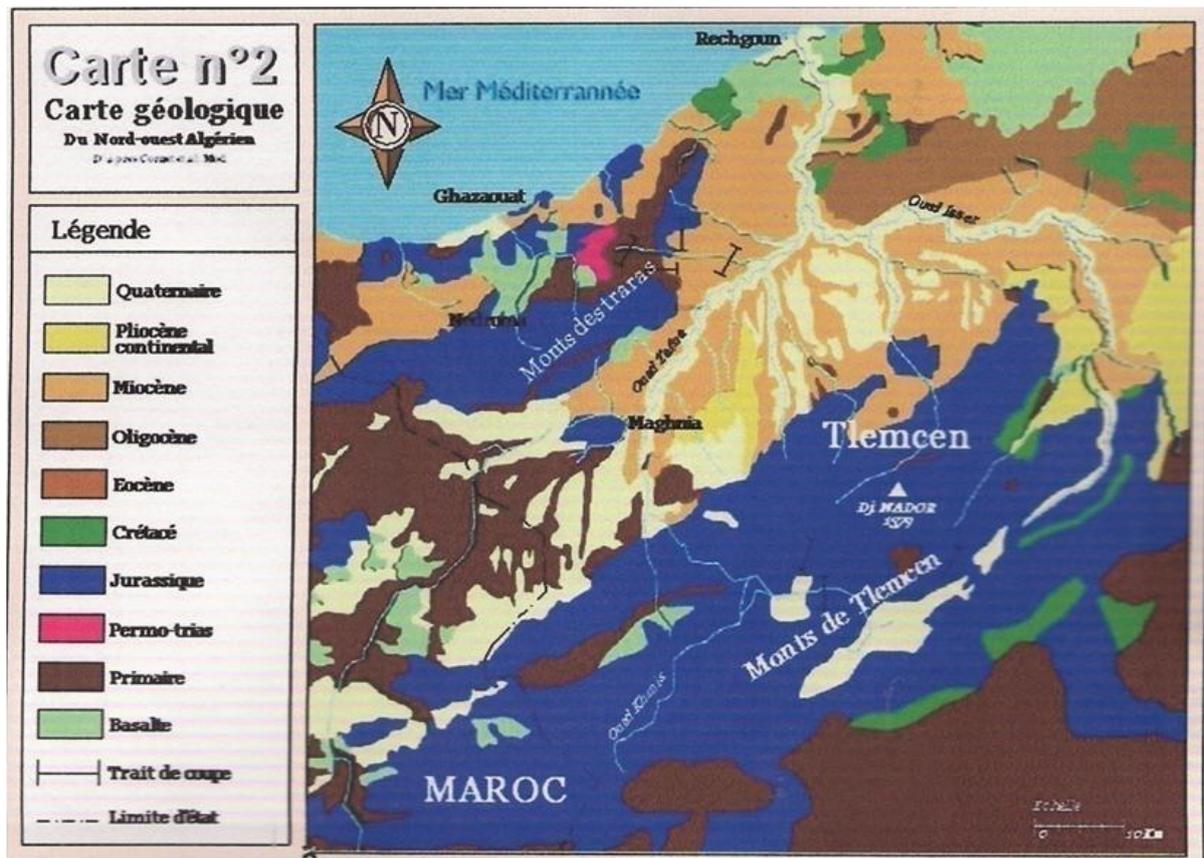


Figure 2 : Carte géologique du Nord-Ouest Algérien (Guardia1975)

I.2. Description et localisation de la station étudiée

La station de GharBoumâaza est une zone karstique par excellence, se situe sur une colline couverte d'une végétation clairsemée. Du côté gauche de la route nationale 22, reliant Tlemcen à Sebdou, GharBoumâaza est limité au Nord par le mont Echebreg haut de 1.351m et l'Oued Essafssaf, à l'Ouest par la forêt de Daher El Berhal, à l'Est par la forêt de Merchiche et au sud par El Habalet et Sebdou.

La station T0 est située dans une garrigue où l'on rencontre du chêne vert peu développé avec la présence d'autres espèces, telles que le Diss (*Ampelodesmamauritanicum*), le Calycotome (*Calycotome intermedia*), le Palmier nain (*Chamaerops humilis*) et l'Asphodèle (*Asphodelus microcarpus*).

- Altitude : 1100 m
- Latitude : 32° 42' 00''N
- Longitude : 1° 18' 30'' W
- Orientation : N-S.

Le contrebas de la grotte de GharBoumaaza est considéré comme la source de l'oued Tafna. En période des hautes eaux, les cours superficiel et souterrain sont en continuité. Dès que l'écoulement se réduit, la rivière souterraine n'atteint plus l'entrée de la grotte ou ne subsiste le plus souvent qu'une mare. Le cours commence plus loin de la grotte. Le lit du cours est dominé par les blocs et galets alors que la Végétation riveraine est très dégradée

Deux sites A & B ont été choisis dans notre station d'étude (GharBoumâaza), d'où la distance entre les deux points été estimée à ≈ 500 m.

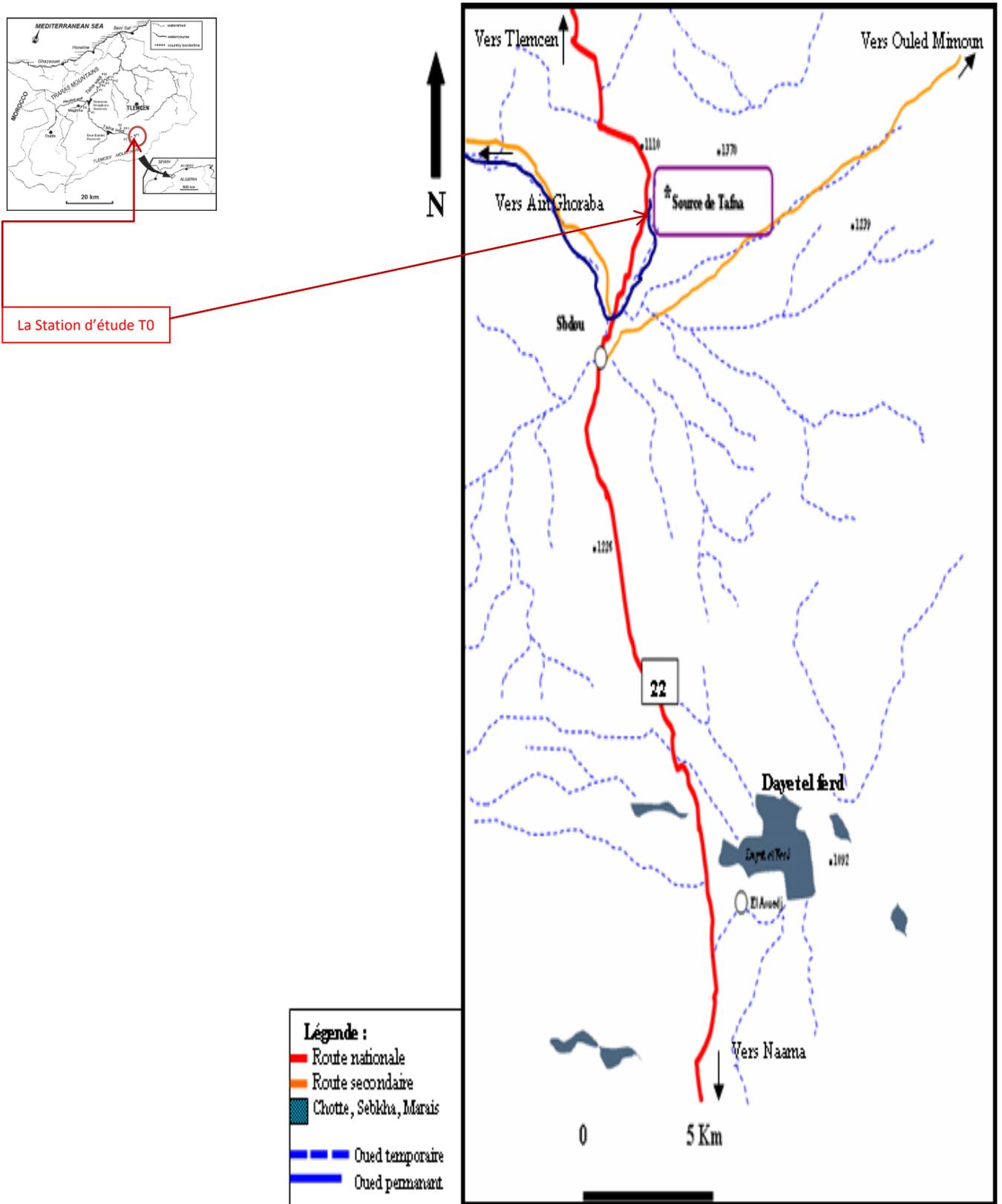


Figure 3 : Localisation de la station d'étude

Matériels et méthode

Cette étude a été menée sur le milieu hyporheïque de deux points de la station de la zone de source (T0) de Mars à Mai 2011. Les invertébrés ont été prélevés par la méthode Bou-Rouch (Bou et Rouch 1967; Bou 1974).

II.1. Méthode de prélèvement dans le milieu hyporheïque

Les hydrobiologistes ont développés une multitude de techniques et stratégies de pour la prospection et la connaissance des caractéristiques biologiques, physicochimique du milieu interstitiel. Parmi ces méthodes on peut citer :

- La méthode de Karaman-Chappuis

C'est en 1942 que Chappuis faisait part de ses premiers résultats obtenus grâce à l'emploi d'une méthode qui est devenue l'outil de travail pour les recherches sur les eaux souterraines (Deboutteville 1960). La méthode de sondage Karaman-Chappuis consiste à creuser un trou dans le sédiment. L'eau interstitielle monte dans le trou jusqu'à l'équilibre avec la surface de la nappe d'eau. Le courant dans le trou est maintenu en prélevant l'eau qui est ensuite filtrée pour collecter les invertébrés. C'est une méthode qualitative rapide qui ne nécessite pas d'appareillage spécifique (pelle, pic). Elle permet de récolter les organismes interstitiels. Après cette méthode, les techniques de prélèvement de la faune interstitielle se sont orientées vers deux voies différentes, celle des carottages et celle des pompages (Rouch 1988).

- La méthode de carottage

Cette méthode consiste à récupérer les sédiments contenus dans un tube (Renaud-Debyser 1957 et Williams & Hynes 1974).

- La méthode de pompage

Cette dernière s'est imposée à la suite de riches prospections menées grâce aux puits tubés (ou pompe Norton) dans la vallée de l'Ardèche et du Gardon d'Alès en 1966 par une équipe du laboratoire souterrain du C.N.R.S. Français (Bou, 1974). La pompe Bou-Rouch est une pompe à main qu'on peut enfoncer à plus d'un mètre dans le sédiment du lit des cours d'eaux. Conçue pour explorer la vie dans le sous-écoulement des rivières.

II.2.Principe

La pompe se révèle rentable pour les biologistes (Bou1974), car elle permet d'aspirer le milieu interstitiel s'étant reconstitué autour de la crépine, le premier prélèvement aspire d'importantes quantités des matériaux solides ainsi que les animaux qui s'y étaient installés. Le but de la méthode des sondages tubé sera donc de prélever le maximum de matériaux à l'aide d'un courant d'eau afin d'entraîner les animaux interstitiels libres et fixés qui seront séparés ultérieurement des sédiments. La technologie de la pompe est par conséquent essentielle car il ne s'agit pas d'une pompe à eau dont l'étanchéité serait vite compromise par l'abondance des matériaux solide en suspension dans l'eau. L'appareil doit perturber au maximum le milieu pour provoquer un « rabattement de la faune » plus ou moins localisé à la profondeur de la crépine (Bou, 1974).

II.3.Équipement d'échantillonnage

L'équipement se compose par une Pompe à piston fixée sur une sonde, un Chapeau saisissant protecteur et une Masse pour enfoncer la sonde dans le sédiment. Équipement d'échantillonnage de Bou-Rouch. B : Pompe à piston fixée dans la sonde. C : Chapeau saisissant protecteur. D : Masse (Figure n°4).

II.3.1. Description de la pompe

La pompe est constitués par :

a. La sonde

Elle est constituée par un simple tube d'acier comprimé (=tube mécanique) d'un diamètre extérieure de 39mm terminé par une pointe pyramidale en acier forgé. L'ensemble atteint une longueur de 1,6m , la profondeur de 0,60 à 0,80 étant en générale optimum pour les prélèvements classique (Bou, 1974).

La sonde est enfoncée par percussion à l'aide d'une masse.

b. la pompe

Le corps de la pompe contient un piston, clapet et un levier. Dans la partie inférieure on trouve un verrou qui permet la fixation à la sonde.

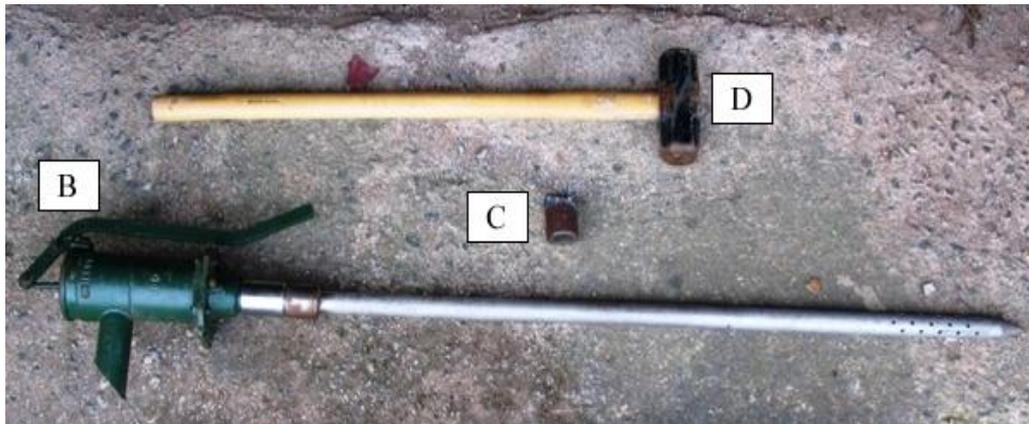


Figure 4 : Équipement d'échantillonnage de Bou-Rouch

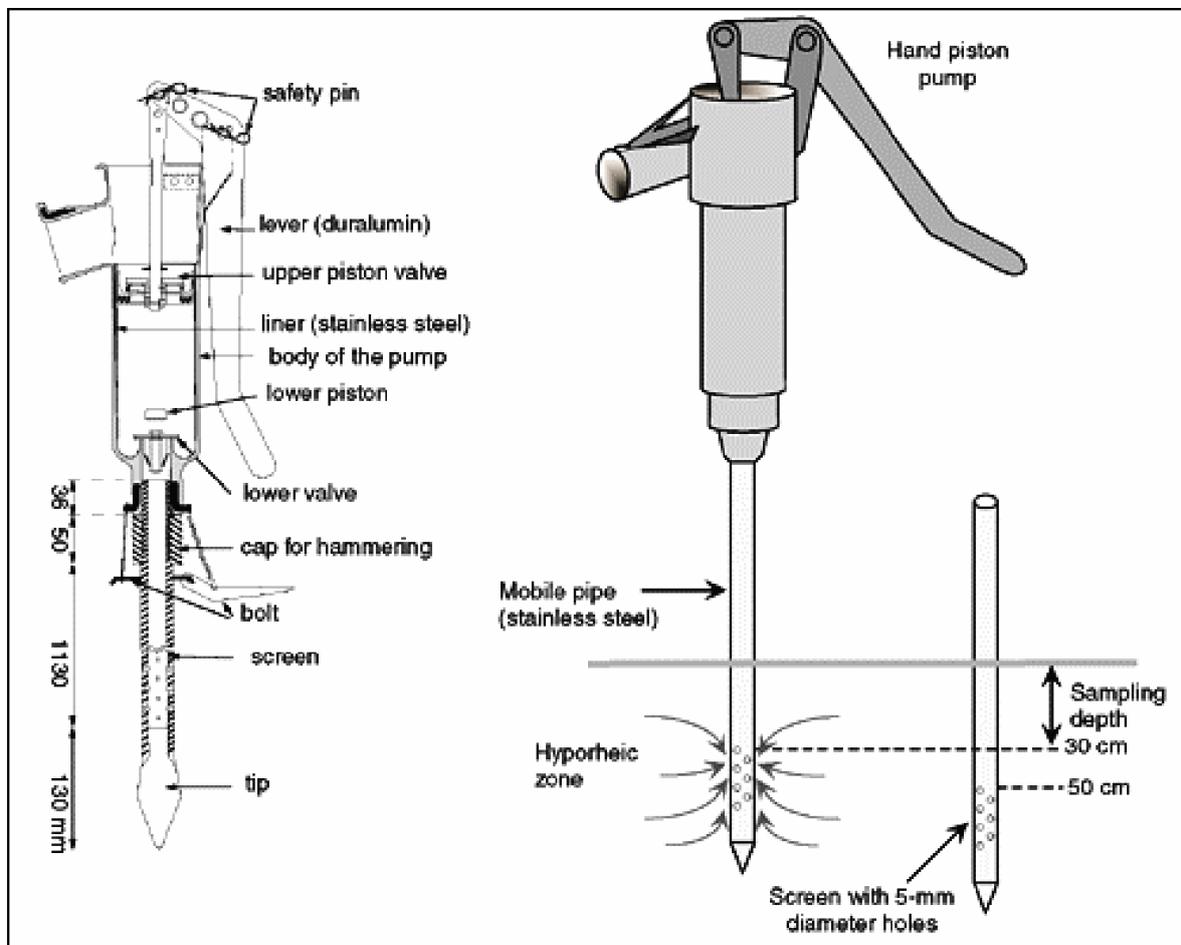


Figure 5 : Schéma de la pompe Bou-Rouch (PASCALIS, 2006.)

II.4. Prélèvement et protocole d'échantillonnage

Pour l'exécution du travail; on a effectué 3 campagnes de prélèvement selon le calendrier suivant de Mars à Mai.

On a fixé la sonde dans 3 points du lit (section mouillée) selon deux profils transversals (fig.6) :

- Dans les deux rives ;
- Dans le milieu du lit.

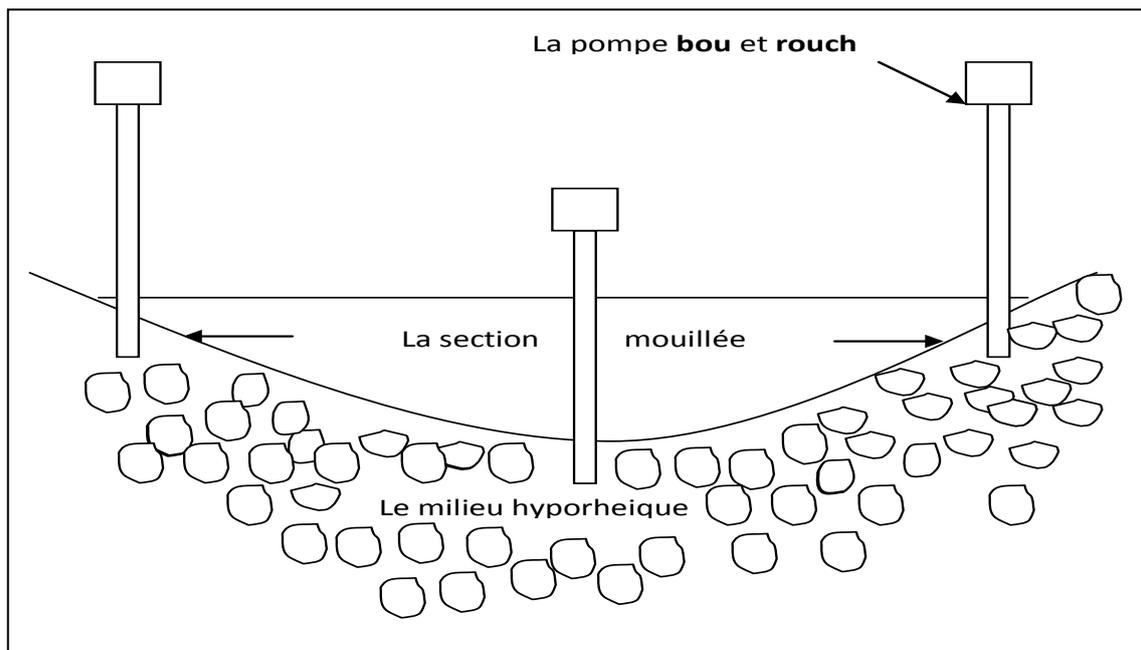


Figure 6 : Coupes transversales d'un Oued et situation des piézomètres.

Dans chaque point :

- Nous avons prélevé à deux profondeurs 30 et 60 cm ;
- Pour chaque profondeur nous avons prélevé cinq volumes 01 L, 02 L, 3L, 4L et 05 L ;

A l'aide d'une masse, nous enfonçons la sonde jusqu'à la profondeur désirée, ensuite la pompe est fixée sur la sonde et verrouillée pour comprimer le joint torique entre le corps et la sonde. Un amorçage est nécessaire. L'eau est prélevée dans un seau ; le contenu est ensuite filtré dans un filet de 150 µm de vide de maille, puis conditionnés dans des pots en plastiques où l'on ajoute du formol à 5% afin de conserver l'échantillon.

II.5. Tri et détermination :

Au laboratoire, chaque échantillon est individuellement trié sous la loupe binoculaire. Les organismes sont conservés dans de l'alcool à 70% avant d'être identifiés. Les déterminations ont été réalisées à l'aide de la clef des macroinvertébrés aquatiques (Tachet et *al*, 1980). Pour les oligochètes leur identification est réalisée au microscope optique.

Le niveau de détermination n'étant pas le même pour tous les groupes zoologiques, nous parlerons de « taxon » pour désigner une unité systématique.

II.6. Traitements statistiques des données

L'analyse statistique a été réalisée au moyen du logiciel "Minitab version15" ou on a utilisé (ANOVA I) à un facteur contrôlé. Pour comparer les abondances et les richesses spécifiques entre chaque profondeur et aussi les entre les volumes d'eau pompés.

Résultats et interprétations

III.1 .Résultats faunistiques

III.1.1. Tableau faunistique

La liste présentée ci-dessous mentionne les principales unités systématiques échantillonnées qui peuplent la zone hyporheïque dans les deux sites de la région prospectée de GharBoumaaza (T0)

	14/03/2011						28/04/2011						26/05/2011					
	SITE A			SITE B			SITE A			SITE B			SITE A			SITE B		
	R. droite	P. centre	R. gauche	R. droite	P. centre	R. gauche	R. droite	P. centre	R. gauche	R. droite	P. centre	R. gauche	R. droite	P. centre	R. gauche	R. droite	P. centre	R. gauche
Emb : Annélides																		
Cl : Oligochètes																		
F : Lumbriculidae	+						+	+	+	+	+		+		+	+	+	+
F : Enchytraeidae	+		+				+						+		+	+		+
F : Tubificidae									+				+	+		+	+	
F : Naididae	+	+							+									
Cl : Nématode							+		+				+			+		+
Cl : Achètes																		
F : Erpobdellidae													+		+			
Emb : Mollusque																		
Cl : Gastéropodes																		
F : Viviparidae												+	+					
F : Bythinellidae				+						+	+	+	+			+	+	+
F : Planorbidae										+								+
F : Valvatidae				+					+	+	+	+	+			+		+
Emb : Arthropodes																		
Cl : Crustacées																		
O : Amphipodes F : Gammaridae	+	+					+	+	+				+		+			
O : Copépodes F : Cyclopoidae	+	+	+				+	+	+			+	+		+	+		+
O : Ostracodes	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+
Cl : Insectes																		
O : Ephéméroptères		+	+	+					+				+	+				

F : Baetidae																		
O : Hétéroptères									+									
F : Veliidae																		
O : Coléoptère																		
F : Haliplidae													+					
F : Dytiscidae																		+
F : Hydrophilidae									+		+	+						
F : Gyridae												+		+		+		
F : Helophoridae				+												+		
F : Hebridae								+										
F : Dryopidae									+	+			+		+			
O : Diptères																		
F : Chironomidae																		
s/F : Orthocladiinae	+	+		+			+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
s/F : Chironominae																	+	+
Tr : Chironomini										+								
s/F : Chironominae																		
Tr : Tanytarsini							+						+					
s/F : Corynoneurinae										+		+				+		+
F : Ceratopogonidae										+								
F : Psychodidae													+					
O : collembole													+		+		+	
Cl : Arachnides																		
F : Hydracariens									+				+		+			

III.1.2. Composition faunistique

III.1.2.1. Composition faunistique de chaque volume pompé

III.1.2.1.1 Le volume 1 L

La faune hyporhéique prélevée dans le premier litre compte 404 individus répartis sur 20 Taxons

Chez les Crustacées qui représentent 79% de la faune interstitielle du volume 1 litre, les Copépodes Cyclopoidae sont les plus abondants (44%). Les Amphipodes Gammaridae figurent avec une abondance de 33%, alors que Les Ostracodes comptent 23%.

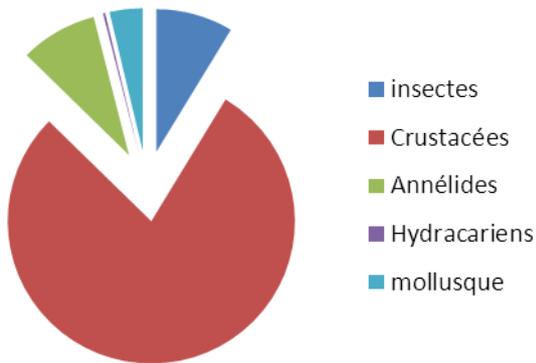
L'Embranchement des Mollusques (4%) est dominé par les Bythinellidae (53%) suivi par les valvatatidae (33%).

Les Annélides comptent 9% de la faune du volume 1 litre, dont 54 % sont des Lumbriculidae.

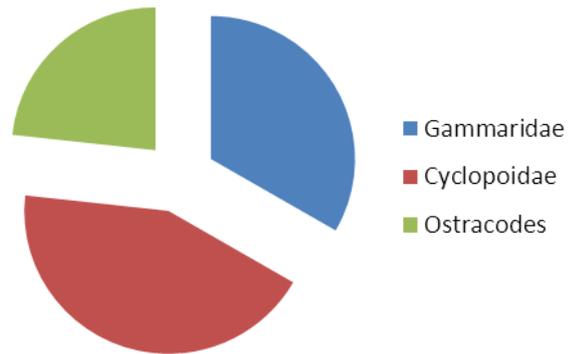
Pour les insectes (8%), Les Diptères Chironomidae sont les plus abondants (80%). Par contre les autres taxons représentent moins de 10%, comme les Epheméroptères Baetidae (8%), les Coléoptère Dryopidae (9%) et Helophoridae (3%).

Les Hydracariens sont faiblement représentés (moins de 1 %)

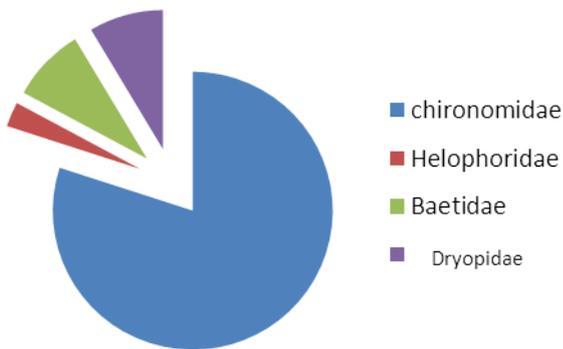
Les groupes Zoologique



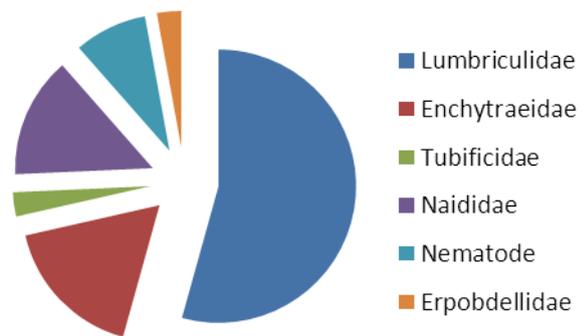
Crustacées



Insectes



Annélides



Mollusque



Figure 7 : Composition du volume 1L (selon l'Abondance)

III.1.2.1.2 le volume 2 litre

Les invertébrés hyporhéiques Dans le volume 2 litre comptent 580 individus répartis sur 24 Taxons.

Chez les Crustacées qui représentent 71% de la faune interstitielle du deuxième litre, les Copépodes Cyclopoidae sont les plus abondants (42%). Les Amphipodes Gammaridae et les Ostracodes figurent avec une abondance similaire de 29%.

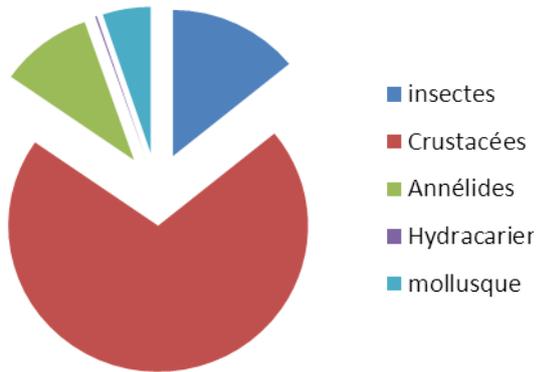
Les Mollusques dénombrent 4 taxons et représentent 5% des invertébrés récoltés. Cet embranchement est dominé par les Bythinellidae (64%) suivi par les valvatidae (30%).

Les Annélides comptent 6 taxons et représente 10% de la faune du deuxième litre, dont 43 % sont des Lumbriculidae.

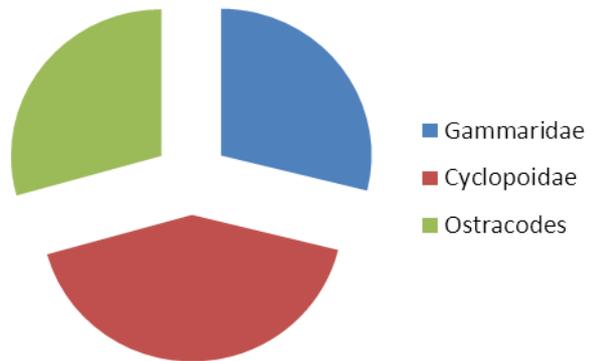
Chez les insectes comptent 7 taxons et représentent 49%, Les Diptères Chironomidae sont les plus nombreux (84%). En revanche les autres taxons représentent moins de 10%.

Les Arachnides ont une très faible abondance et ils sont représentés que par un seul individu appartenant à l'ordre des Hydracariens

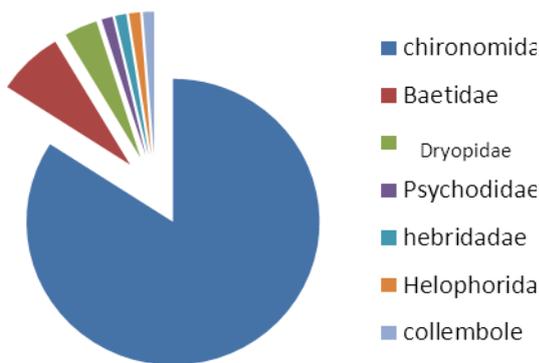
Les groupes Zoologique



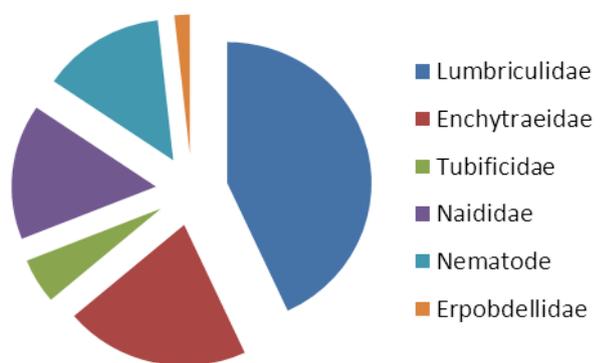
Crustacées



Insectes



Annélides



Mollusque



Figure 8 Composition du volume 2L (selon l'Abondance)

III.1.2.1.3 le volume 3 litre

L'hyporheos prélevé dans le volume 3 litre compte 688 individus répartis sur 26 Taxons.

Chez les Crustacées qui représentent 67% de la faune interstitielle du troisième litre, les Copépodes Cyclopoidae sont les plus abondants (40%). Les Amphipodes Gammaridae figurent avec une abondance de 28%, alors que Les Ostracodes comptent 32%.

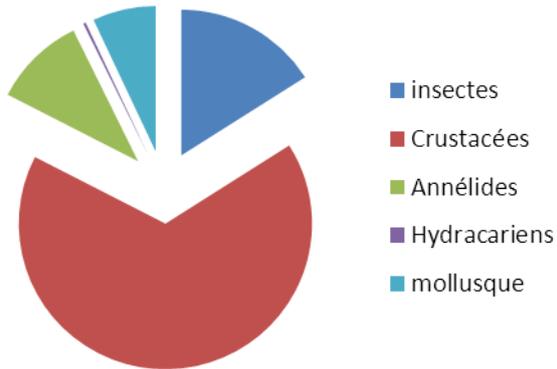
Les Mollusques recensent 4 taxons et représentent 7% des invertébrés récoltés. Cet embranchement est dominé par les Bythinellidae (50%) suivi par les valvatidae (30%).

Dans ce volume les Annélides comptent 6 taxons et représentent 10% de la faune du troisième litre, dont 42 % sont des Lumbriculidae.

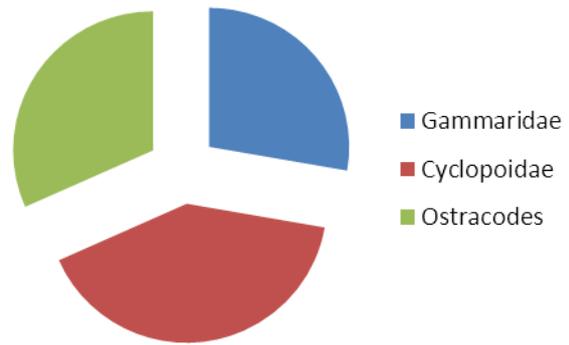
Pour la classe des insectes dénombrent 9 taxons et représente 7% de la faune récoltée du 3eme litre, Les Diptères Chironomidae sont les plus abondant (84%). En revanche les autres taxons représentent moins de 8%.

Les Arachnides ont une très faible abondance et ils sont présentés que par deux individus appartenant à l'ordre des Hydracariens.

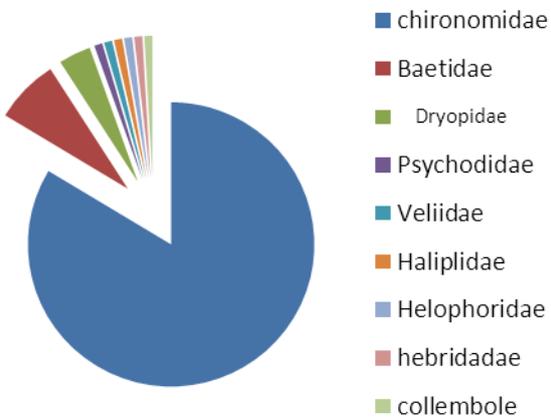
Les groupes Zoologique



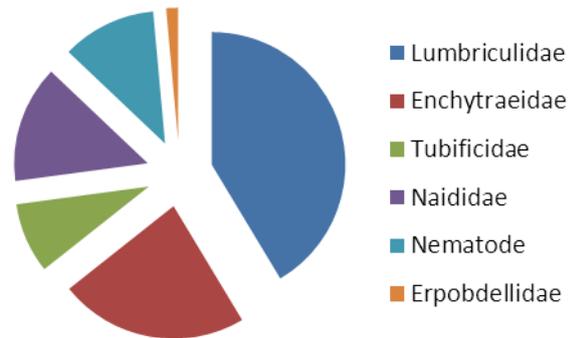
Crustacées



Insectes



Annélides



Mollusque



Figure 9 : composition du volume 3L (selon l'Abondance)

III.1.2.1.4 le volume 4 litre

Les invertébrés hyporhéiques dans le quatrième litre comptent 792 individus répartis sur 29 Taxons.

Chez les Crustacées qui représentent 65% de la faune interstitielle du quatrième litre, les Copépodes Cyclopoidae sont les plus abondants (39%). Les Amphipodes Gammaridae présentent 26%, alors que les Ostracodes figurent avec une abondance de 35%.

Les Mollusques dénombrent 4 taxons et représentent 7% des invertébrés récoltés. Cet embranchement est dominé par les Bythinellidae (53%) suivi par les Valvatidae(39%).

Les Annélides comptent 6 taxons et représentent 10% de la faune du volume4 litre, dont 39 % sont des Lumbriculidae et 23% des Enchytraeidae.

Chez les insectes qui regroupent 12 taxons et représentent 17%, Les Diptères Chironomidae sont les plus nombreux (83%). En revanche les autres taxons représentent moins de 7%.

Les Arachnides ont une très faible abondance et ils sont présentés que par un quatre individus appartenant à l'ordre des Hydracariens.

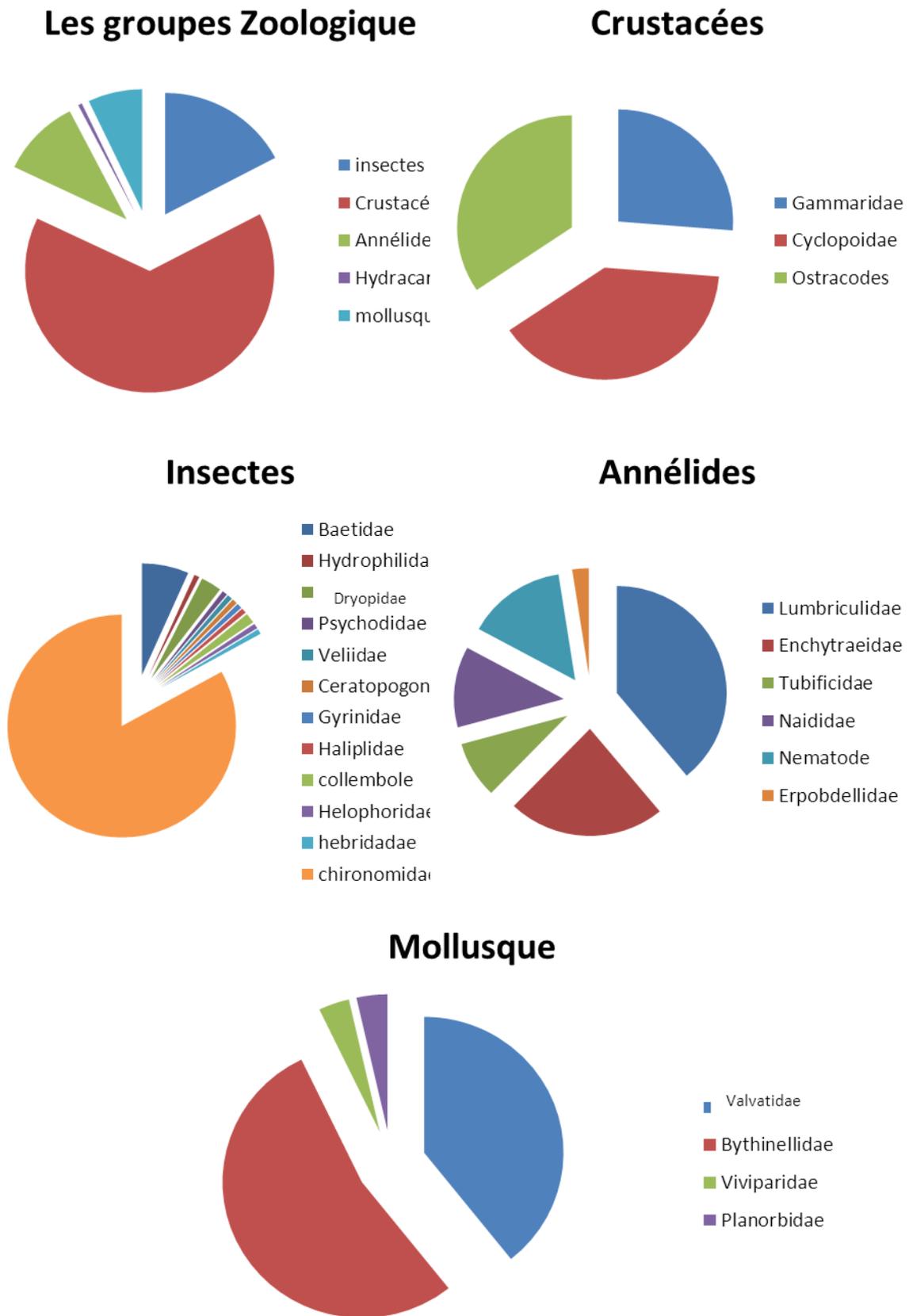


Figure 10 : Composition du volume 4L (selon l'Abondance)

III.1.2.1.4 l'ensemble des 5 litres cumulés

L'hyporheos prélevé dans l'ensemble des 5 volumes cumulés a permis l'identification de 878 individus appartenant à 30 taxons.

L'analyse faunistique montre que les Crustacées représente le groupe zoologique le plus abondant (65%), suivi par les Insectes (19%), les Mollusques (8%) et les Annélides (7%). En revanche le groupe des Hydracariens est représenté par moins de 2%.

Les Crustacées comptent 3 Taxons et sont représentés par les Copépodes Cyclopoidae qui dominant (39% des Crustacées), les Ostracodes (36%) et les Amphipodes Gammaridae(25%).

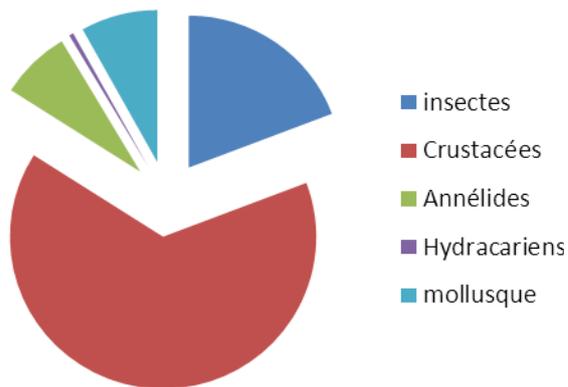
Les Mollusques comptent 4 Taxons. Les Bythinellidae sont les plus abondants (57%), suivis par les Valvatidae (37%). Quant aux Viviparidae et Planorbidae, ils sont représentés par une abondance relative inférieure à 6%.

Les Annélides comportent 3 Taxons appartenant à 2 Classes :
Les Oligochètes sont représentés par les Lumbriculidae qui dominant (52%), les Enchytraeidae (30%) et les Tubificidae (15%). Les Achètes sont représentés par la seule famille des Erpobdellidae et ne compte que 3%.

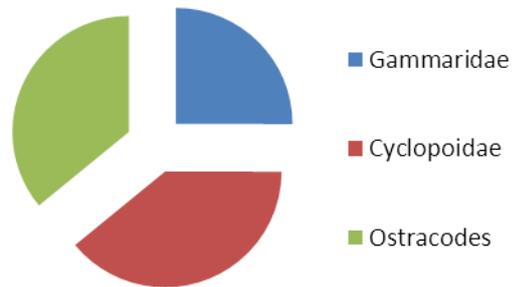
Les Insectes sont représentés par 16 Taxons. Les Diptères sont les plus abondants (88%) et sont représentés par les Cératopogonidae et Chironomidae qui regroupent les Orthocladiinae (75%), les Corynoneurinae (11%), les Chironomini (12%) et les Tanytarsini (2%). Par contre les autres groupes sont numériquement faiblement représentés les Ephéméroptères 6%, les Coléoptères 4% et les collemboles 1%.

Les Arachnides sont rares et ils sont représentés par les Hydracariens (1%).

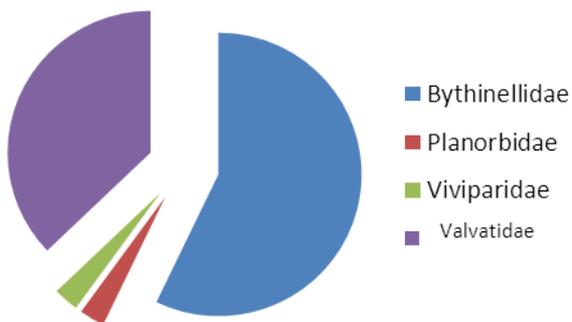
Les groupes Zoologique



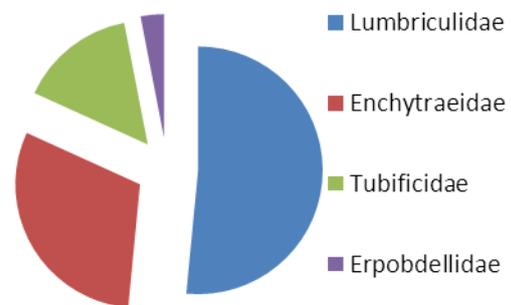
Les Crustacées



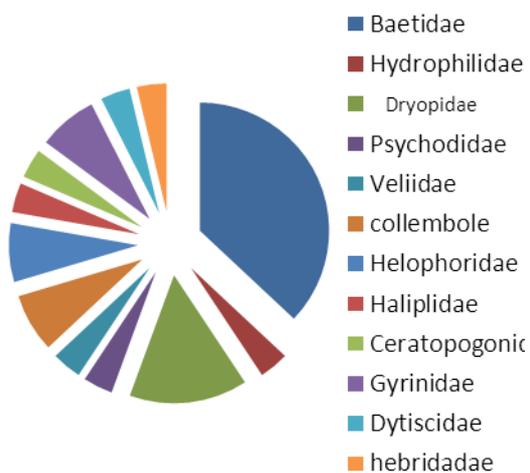
Les Mollusque



Les Annélides



Les insectes sans les Chironomidae



Les Chironomidae

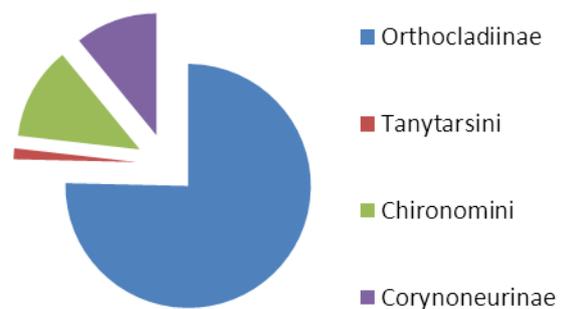


Figure11 : Composition du volume 5L (selon l'Abondance)

III.2 .Impact du volume

III.2 .1. Sur la richesse taxonomique moyenne cumulée

Les figures 12 et 13 montrent que quel que soit le point de prélèvement, la richesse taxonomique moyenne cumulée augmente du premier jusqu'au troisième litre d'eau pompé. Elle se stabilise ou augmente légèrement à partir du quatrième volume. En effet 2 à 6 taxons sont ajoutés entre le volume 1L et le volume 3L. Alors que 1 à 4 taxons seulement sont additionnés entre le volume 3L et le volume 5L. Cette augmentation reste selon l'ANOVA1, non significative ($P > 0.05$).

III.2 .1.1. Dans le site A

La figure 12 et le tableau 2 montrent une augmentation de la richesse taxonomique moyenne, mais cette augmentation a tendance à se stabiliser après le troisième volume d'eau et de sédiments pompés.

- Dans le piézomètre de la rive droite le nombre moyen de taxons récoltés à 1L est de 8 taxons. Il augmente à 12 taxons dans 2L et atteint 13 taxons à 3L ensuite il continue son augmentation respective de 2 taxons ou on obtient 18 taxons dans le 5L, représentant 44% avec une augmentation respective de 22%, 11%, 11% et encore de 22%. Cette augmentation est liée à la récolte des Psychodidae, Nematode, Tanytarsini et des Tubificidae dans le deuxième litre, Valvatidae et Naididae dans le troisième litre, collembole et Erpobdellidae dans le quatrième litre et des Hydrophilidae et Bythinellidae dans le dernier volume.

- Dans le centre du lit, le nombre moyen de taxons est de 7. Il augmente à 8 taxons dans 2L et se stabilise à 9 taxons à partir du troisième volume pompé, représentant 77% avec une augmentation respective de 11% et de 22% entre le premier et le troisième litre lié à la récolte respective des Orthocladinae, et des Valvatidae.

- Dans la rive gauche le nombre moyen de taxons est de 9. Il augmente à 10 taxons dans 2L, 13 à 3L, 14 taxons à 4L et aucun taxon n'est ajouté à 5L, représentant 64% avec un accroissement de 7% à 2L, 21% à 3L et 8% à 4L. Avec l'apparition des Baetidae après le premier litre, Tubificidae, Veliidae et les Hydracariens dans le troisième litre, et les collemboles dans le quatrième litre.

Tableau 2 : Pourcentage de la richesse taxonomique cumulée en fonction du volume d'eau pompé dans le site A

Volumes pompés / point de prélèvement	1L	2L	3L	4L	5L
R. droite	44%	66%	77%	88%	100%
P. centre	77%	88%	100%	100%	100%
R. gauche	64%	71%	92%	100%	100%

III.2 .1.2. Dans le site B

La figure 13 et le tableau 3 montrent qu'il y'a une faible différence de Taxons dans ce point entre le premier et le dernier volume d'eau pompé.

-Dans la rive droite le nombre moyen de taxons est de 12. Il augmente à 14 dans 2L, 16 à 3L et atteint 19 taxons à 4L où il se stabilise, représentant 63% avec une augmentation respective de 10%, 10% et 17% lié à la récolte respective des Tubificidae et hebridadae après le premier volume, Lumbriculidae et Haliplidae après le deuxième litre, Hydrophilidae et des Ceratopogonidae dans le quatrième volume.

-Dans le centre du lit le nombre moyen de taxons est de 5. Il augmente à 6 taxons dans 2L, 8 à 3L, 9 à 4L et atteint 10 taxons à 5L, représentant 50% avec une augmentation respective de 10%, 20%, 10% et de 10% lié à la récolte des collembole après le premier volume, Cyclopoidae et Viviparidae après le deuxième volume, Gyrinidae après le troisième volume , et des Tubificidae dans le dernier litres pompé.

-Dans la rive gauche le nombre moyen de taxons est de 7. Il augmente à 10 dans à 2L, 11 dans le troisième et le quatrième litre et atteint 14 taxons à 5L, représentant 50% avec une augmentation de 21% à 2L, 9% à 3L et 20% après le quatrième volume lié à la récolte des Chironomini, Corynoneurinae et Bythinellidae à 2L , Planorbidae à 3L et les Hydrophilidae, Dytiscidae, Valvatidae après le quatrième volume.

Tableau 3 : Pourcentage de la richesse taxonomique cumulée en fonction du volume d'eau pompé dans le site B

Volumes pompés / point de prélèvement	1L	2L	3L	4L	5L
R. droite	63%	73%	83%	100%	100%
P. centre	50%	60%	80%	90%	100%
R. gauche	50%	71%	80%	80%	100%

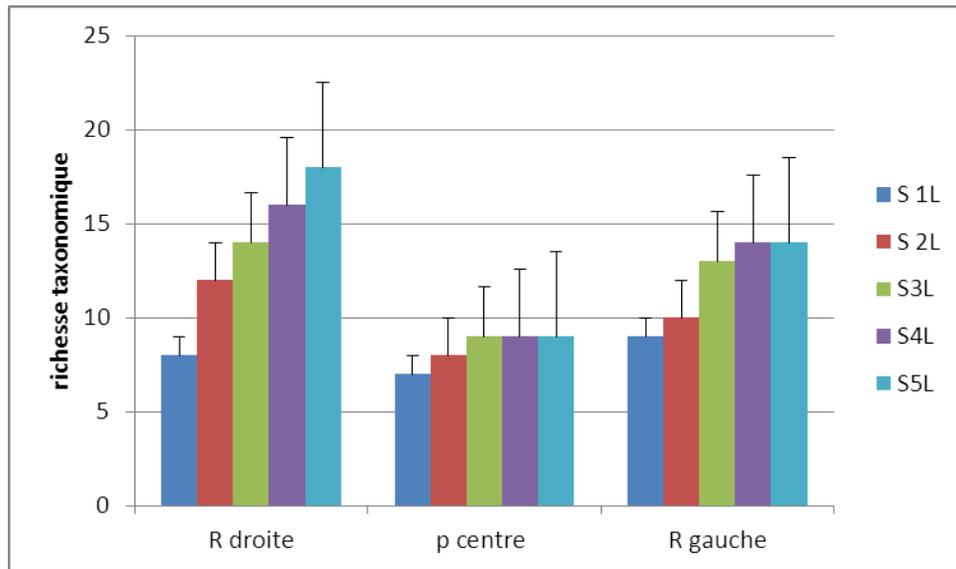


Figure 12 : la richesse taxonomique moyenne cumulée en fonction du volume pompé dans le site A

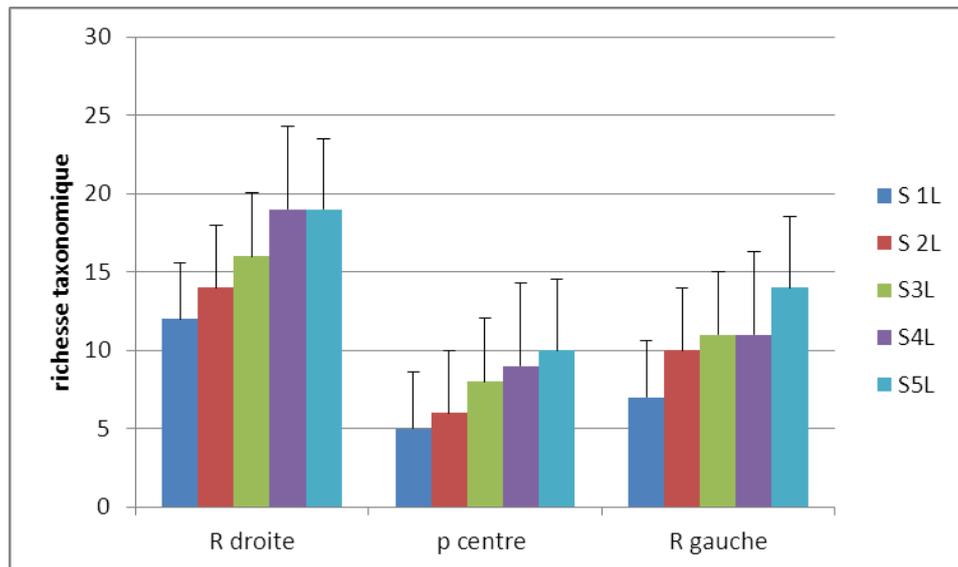


Figure 13 : la richesse taxonomique moyenne cumulée en fonction du volume pompé dans le site B

III.2.2. Sur le Abondance totale

Les figures 14 et 15 montrent que le nombre moyen d'individu récolté augmente avec le nombre de litre pompé.

III.2.2.1. Dans le site A

La figure 14 et le tableau 4 montrent qu'il y'a une différence du nombre d'individus selon le volume d'eau pompé dans le milieu hyporheique ou le nombre d'individus augmente entre le premier et le cinquième volume. Toutefois cette différence reste non significative selon l'ANOVA, $P= 0,861 > 0,05$.

-Dans la rive droite, le nombre d'individu obtenu à 5 L est de 246 ind. Cet effectif augmente à 288 dans 2L, 320 à 3L, 384 à 4L et 372 à 20L, représentant ainsi un pourcentage de 66% à 1L qui a augmenté de 11%, 8%, 7% et de 8% respectivement. Cette élévation est liée à l'apparition de 9 taxons et surtout à la fluctuation de l'effectif des Ostracodes et des Cyclopoidae.

-Dans le centre du lit le nombre d'individu obtenu à 1 L est de 43 individus. Cet effectif augmente jusqu'au 5L atteignant 113 individus, représentant ainsi un pourcentage de 38% à 1L qui a augmenté de 32%, 8%, 2% et de 20% respectivement. Cet accroissement est lié à l'augmentations de l'effectif des Ostracodes et a l'apparition de deux taxons.

-Dans la rive gauche le nombre d'individu obtenu à 1 L est de 54 individus. Cet effectif augmente à 2L, 3L, 4L et à 5L ou il atteint 125 individus, représentant ainsi un pourcentage de 43% à 1L qui a augmenté de 22%, 13%, 13% et de 9% respectivement. Cet accroissement est lié surtout à l'augmentations de l'effectif des Gammaridae et des Ostracodes et à l'apparition de 5 taxons supplémentaire entre le premier et le dernier volume.

Tableau 4 : Pourcentage de l'abondance relative cumulée en fonction du volume d'eau pompé dans le site A

Volumes pomés point de prélèvement	1L	2L	3L	4L	5L
R. droite	66%	77%	85%	92%	100%
P. centre	38%	70%	78%	80%	100%
R. gauche	43%	65%	78%	91%	100%

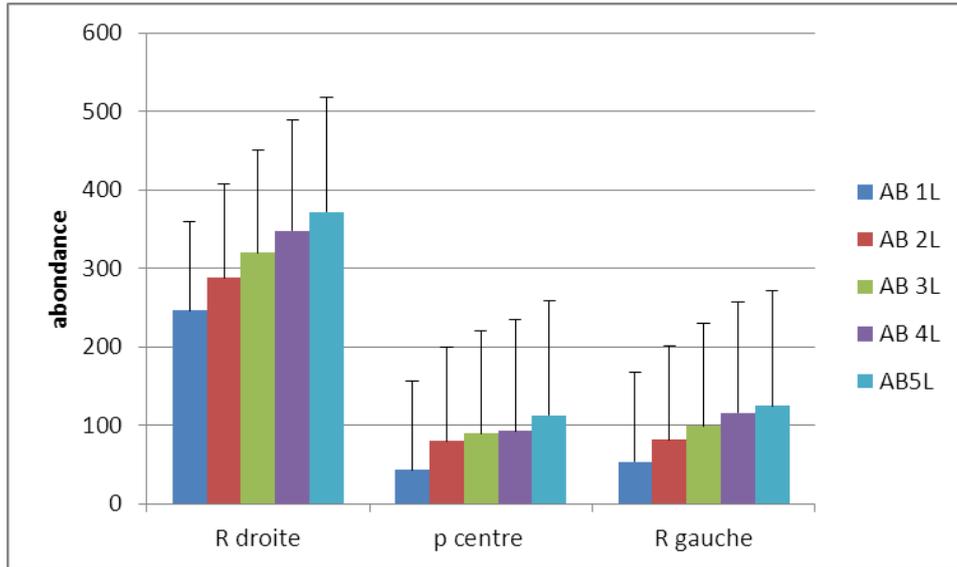


Figure 14 l'Abondance cumulée en fonction du volume pompé dans le site A

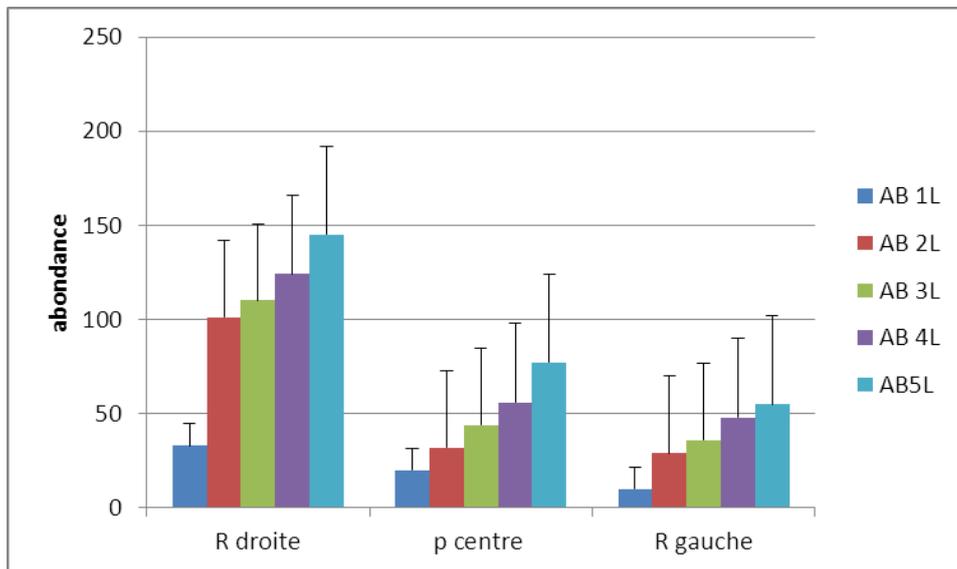


Figure 15 l'Abondance cumulée en fonction du volume pompé dans le site B

III.2.2.2. Dans le site B

La figure 15 et le tableau 5 montrent une augmentation du nombre d'individus en fonction des volumes d'eau pompés dans ce point. Mais cela reste non significatif, car d'après l'ANOVA, $P=0,087 > 0,05$.

-Dans la rive droite, le nombre d'individu obtenu à 1 L est de 33 ind. Cet effectif augmente entre le premier et le cinquième litre ou il atteint 145 individus, représentant ainsi un pourcentage de 22% à 1L qui est augmenté de 46%, 6%, 9% et de 17% respectivement. Cette augmentation est liée surtout à l'élévation du nombre des Ostracodes, Cyclopoidae, Orthocladinae et des Bythinellidae et aussi à l'apparition de 7 taxons.

-Dans le centre du lit le nombre d'individu obtenu à 1 L est de 20ind. Cet effectif augmente est atteint 77 à 20L, représentant ainsi un pourcentage de 26% à 1L qui est augmenté de 15%, 15%, 15% et de 29% respectivement. Cette croissance est liée surtout à l'augmentation du nombre des Orthocladinae et à l'apparition de 5 autres taxons.

-Dans la rive gauche le nombre d'individu obtenu à 1 L est de 10 ind. Cet effectif augmente entre le premier et le cinquième litre ou il atteint 55 individus, représentant ainsi un pourcentage de 18% à 1L qui est augmenté de 34%, 12%, 21% et de 15% respectivement. Cette augmentation est liée surtout à l'apparition de 7 taxons.

Tableau 5 : Pourcentage de l'abondance relative cumulée en fonction du volume d'eau pompé dans le site B

Volumes pompés / point de prélèvement	1L	2L	3L	4L	5L
R. droite	22%	68%	74%	83%	100%
P. centre	26%	41%	56%	71%	100%
R. gauche	18%	52%	64%	85%	100%

III.3 .Impact de la profondeur

III.3 .1. La richesse taxonomique moyenne

Selon la figure 16 et 17, le nombre de taxon récolté à 30cm de profondeur est supérieur à celui prélevé à 60 cm quel que soit le point de prélèvement, au niveau des deux points de la station T0

III.3.1.1. Dans le site A

-A 30cm, 19 taxons sont dénombrés, dont 7 sont récoltés uniquement à cette profondeur. Cesont, les Veliidae, les Psychodidae, les Nematode, les Naididae, les Hydrophilidae, les Baetidae et les Tanytarsini.

-A 60 cm de profondeur, nous avons dénombrés 13 taxons, dont 1 qui est récolté uniquement à cette profondeur. C'est le taxon des Bythinellidae.

Toutefois cette différence reste non significative selon l'ANOVA, $P= 0,130 > 0,05$ dans le premier point de la station T0.

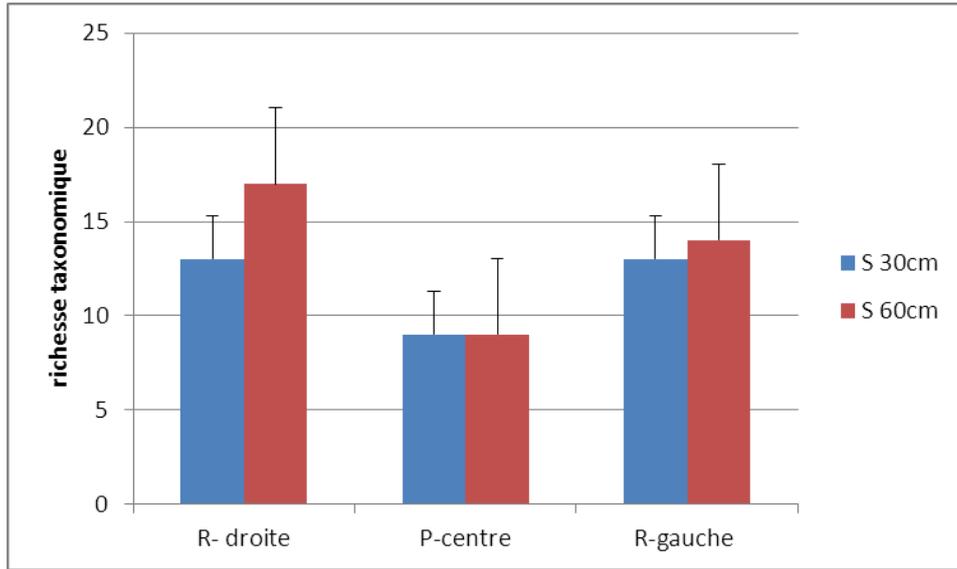


Figure 16 la richesse taxonomique moyenne cumulée selon la profondeur dans le site A

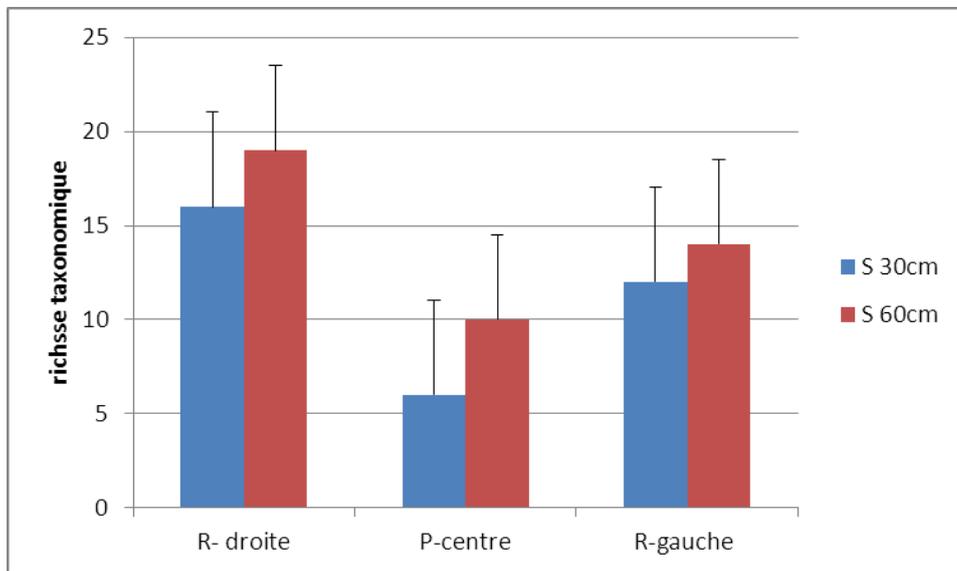


Figure 1 la richesse taxonomique moyenne scumulée elon la profondeur dans le site B

III.3.1.1. Dans le site B

D'après la figure 17, il y'a une nette différence de la richesse taxonomique entre les profondeurs. Elle est plus importante à 30cm. Cette différence est non significative selon l'ANOVA1 car, $P= 0,490 > 0,05$.

-A 30cm nous avons pu dénombrer 20 taxons, dont 9 sont prélevés seulement à cette profondeur. Ce sont les Lumbriculidae, Enchytraeidae, Tanytarsini, Baetidae, Helodidae, Haliplidae, Planorbidae, Hydrophilidae, et les collemboles.

-A 60 cm nous avons trouvés 15 taxons, dont 9 sont récoltés uniquement à cette profondeur. Il s'agit des Ceratopogonidae, Viviparidae, Gyrinidae, Dytiscidae et des Hebridadae.

III.3 .1. Sur l'Abondance totale

III.3.2.1. Dans le site A

La figure 18 montre qu'il y a une grande différence de l'effectif récolté en fonction des profondeurs 30 et 60cm dans ce point de la station T0.

A 30cm la faune prélevée représente 92% de la population globale de la faune interstitielles du premier point.

En revanche à 60cm nous avons prélevé seulement 8% avec la prédominance des Cyclopoidae représentant un pourcentage de 25% de l'ensemble des invertébrés dans cette profondeur.

Selon l'ANOVA1, cette différence est non significative. $P= 0,091 > 0,05$.

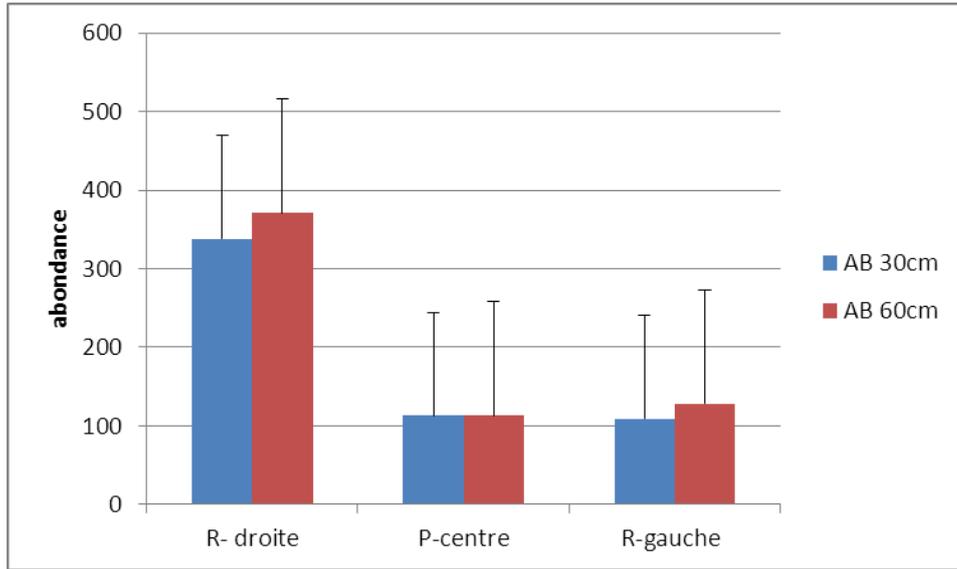


Figure 18 l'Abondance cumulée selon la profondeur dans le premier point

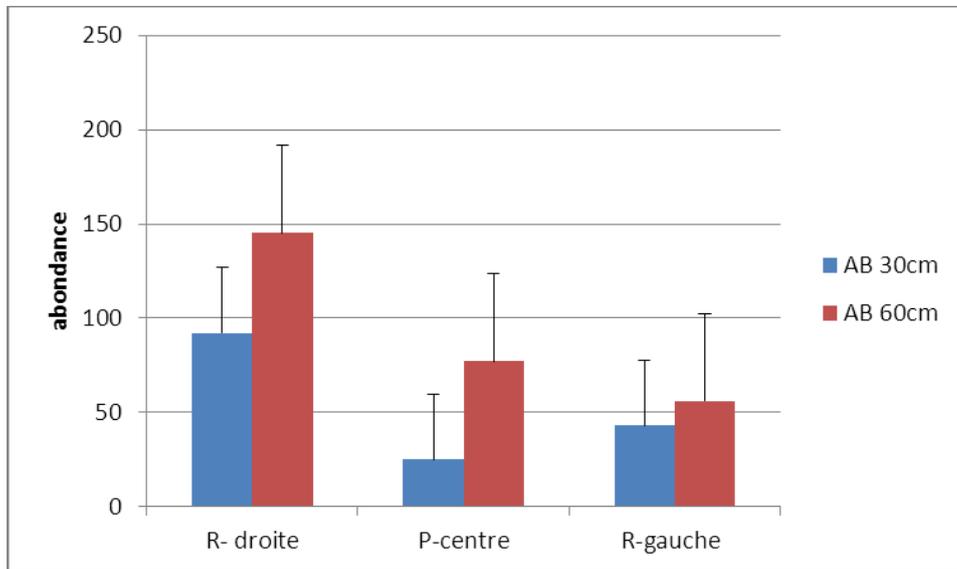


Figure 19 l'Abondance cumulée selon la profondeur dans le deuxième point

III.3.2.1. Dans le site B

D'après cette figure 19, l'abondance de la faune prélevée à 30cm est plus importante qu'à 60cm

A 30cm, l'hyphorheos représente 57% de la population globale de la faune interstitielles du deuxième point.

Par contre nous avons trouvés 43% à 60cm de profondeur dans le sédiment avec la dominance des Orthocladiinae représentant un pourcentage de 38% de l'ensemble des invertébrés dans cette profondeur.

Selon l'ANOVA1, cette différence est non significative. $P= 0,600 > 0,05$.

Discussion

Discussion

Suite à l'intérêt grandissant que porte l'écologie des milieux hyporhéiques qui s'est rapidement développée comme centre de recherche écologique d'eau douce. Les hydrobiologistes ont développés une multitude de techniques et stratégies de pour la prospection et la connaissance des caractéristiques biologiques, physicochimique du milieu interstitiel.

Malgré cet arsenal de techniques, l'utilisation de la méthode du sondage Bou-Rouch classiquement employée dans l'étude du sous écoulement des cours d'eau européens (Gibert et al., 1977 ; 1981 ; Seyed-Reihani, 1980 ; Reygrobellet et Dole, 1982 ; Dole et Mathieu, 1984 ; Dole, 1983 ; 1984 ; Danielopol, 1976 ; Rouch, 1988 ; Rouch et al., 1989) reste indispensable pour l'étude du milieu hyporhéique, car elle est facile à mettre en oeuvre aussi bien dans le lit d'une rivière que sur ses berges (Ait-boughrous, 2007) et faire aussi des études comparables quantitatives et qualitatives.

L'hyporhéos prélevé par la pompe Bou-Rouch au niveau de cette d'étude a permis l'identification de 30 taxons. Cette richesse taxonomique est supérieure à celle récoltée par la méthode Karaman Chapuis (Gagneur et Chaoui Boudghrène 1991), mais reste légèrement inférieure à celle récoltée par la méthode en pompant un volume supérieure à celui utilisé dans ce présent travail (Belaidi et al 2004, Zettam 2010).

Outre les Annélides Oligochètes, les Crustacés Copépodes (Cylopidés), les Amphipodes (Gammaridae) et les Diptères *Chironomidae*, le fond faunistique récolté par le protocole utilisé est constitué d'Insectes à large valence écologique et d'eurythermes telles que *Baetis* sp. (Éphéméroptères) (Claret et al, 2007).

Le travail effectué sur terrain montre aussi que quelques soit le faciès échantillonné, la part de la richesse taxonomique augmente du premier jusqu'au troisième litre, ensuite soit elle se stabilise ou elle augmente timidement après le troisième volume. En effet 2 à 6 taxons sont ajoutés entre 1 et 3L représentant un pourcentage de 20% à 33% et 1 à 4 taxons seulement sont additionnés entre 3 et 5L représentant un pourcentage de 0% à 23%. Cette augmentation est selon l'ANOVA1 non

significative ($P > 0.05$). Cela a été vérifié par les travaux de Kibichii et al (2009) ou le nombre de taxa se stabilisait entre 3 et 5 L d'échantillon pompés. De même Boulton et al (2003) recommandent le volume de 3 à 5 L. Cependant, Hunt et Stanley (2000) considèrent le volume de 0.2-2.5 L comme le mieux adaptés pour le prélèvement dans le sous écoulement et Danielopol (1976) et BREHIER (1999), considèrent l'échantillon 10 L comme le plus représentatif de la communauté autour du tube à une hauteur de 30 cm.

Les résultats montrent aussi que le nombre moyen d'individu récolté augmente avec le nombre de litre pompé, ou nous avons enregistré une fluctuation de 34% à 82% entre le premier et le cinquième litre pompés, malgré que cette augmentation reste toujours non significatif selon l'ANOVA1 ($P > 0.05$).

A la lumière de nos résultats on peut proposer que le volume de 5L soit le volume minimal pour la récolte dans la zone hyporheique, en accord avec les travaux de Kibichii et al (2009) et Zettam (2010). Toutefois ce volume diminue les chances de prélèvement de la faune hypogée, strictement inféodée au milieu souterrain. En effet, le protocole utilisé dans ce travail ne nous a pas livré la stygofaune, en comparaison au récoltes faites par Zettam (2010).

Les résultats obtenues ont montré que la profondeur de 30cm était plus riche ou nous avons récoltés entre 19 à 20 taxon que celle de 60cm quelques soit le point de prélèvement ou nous avons enregistré la présence de 13 à 15 taxons la population globale, au niveau des deux sites de la station, toutefois cette différence est toujours non significatif selon l'ANOVA1 ($P > 0.05$). De plus, la richesse cumulée a montré que la profondeur de 60 cm n'a permis de récolter que 1 à 9 taxons supplémentaires par rapport à la profondeur de 30 cm, ce qui représente en moyenne 11% à 33%. La différence de la richesse et de l'abondance taxonomique s'explique essentiellement par la forte concentration de la faune interstitielle dans les couches les plus superficielle (Bou, 1974 ; Williams et Hynes, 1974 ; Danielopol, 1976) là où se déroule la majorité des réactions de transformation de la matière organique (Husmann, 1974 ; 1975). Ceci nous incite à prélever dans des profondeurs plus importantes afin d'enrichir la liste des taxons hyporheique, en particulier en stygofaune.

Conclusion

Conclusion

Vue l'arsenal de techniques dont disposent les écologistes dans l'étude du milieu hyporheïque qui a un rôle fondamental dans le maintien des processus écologiques et dans la préservation de la biodiversité des cours d'eau, la pompe Bou-Rouch reste un outil indispensable dans toutes études des invertébrés de cette zone.

Dans cette modeste recherche cette technique nous a permis de faire une étude comparative de l'hyporheos de cinq volumes pompés par la pompe Bou-Rouch (1, 2, 3, 4 & 5L) dans une station du bassin amont de Tafna (T0) où nous avons pu faire l'identification de 878 individus appartenant à 30 taxons.

A la lumière des résultats acquis on peut dire que quel que soit le point de prélèvement, la part de la richesse taxonomique augmente du premier jusqu'au troisième litre, ensuite soit elle se stabilise ou elle augmente timidement après le troisième volume, ou on peut dire que le volume de 5L serait le plus approprié pour faire des prélèvements dans la zone hyporheïque.

De plus cette technique nous a permis de prélever l'hyporheos dans deux profondeurs (30cm, 60cm) à l'intérieure du sédiment. Les résultats trouvés prouvent que la profondeur de 30cm est la plus riche et la plus diversifiée en espèces invertébrés qui vit dans ce milieu quel que soit le point de prélèvement au niveau des deux points de notre station d'étude.

Finalement, Les résultats obtenus durant ce travail prouvent que le volume d'échantillonnage reste un facteur critique et déterminant qui doit être davantage mis en valeur dans les études quantitatives en utilisant la méthode de Bou-Rouch, et une décision devra être prise selon les objectifs de toute étude concernant l'écotone hyporheïque, afin de mieux adapter la pompe Bou-Rouch aux «Oueds» qui parcourent la région Nord-Africaine.

Références Bibliographiques

Références Bibliographique

- **AIT-BOUGHROUS A., 2007.** Biodiversité, écologie et qualité des eaux souterraines de deux régions arides du Maroc : le Tafilalet et la région de Marrakech. Thèse de Doctorat, Univ, MARRAKECH: 207p.
- **AMORAS C. et PETTS G.E., 1993.** Hydrosystèmes fluviaux. Éditions Masson, Paris.
- **ANONYME, 2009.** Actualisation du réseau hydrographique à partir de l'imagerie Alsat-1. « Cas du bassin versant de la Tafna », Centre national des techniques spatiales Algérien: 3p.
- **BELAIDI- ALIANE N., TALEB A. ET GAGNEUR J., 2004.** Composition and dynamique of hyporheic and surface fauna in a semi-arid system in relation of the management of polluted reservoir, *Ann. Limnol. Int. J. Limnol.* 40 (3): 237-268.
- **BELAIDI N., TALEB A., MAHIA. and MESSANA G., 2010.** Composition and distribution of stygobionts in the Tafna alluvial aquifer (north-western Algeria), *Subterranean Biology* 8: 21-32.
- **BOU C., 1974,** Recherche sur les eaux souterraines. Les méthodes de récolte dans les eaux souterraines interstitielles. *Annexe. Spéolo*, 29, 4, p. 611-619.
- **BOUANANI A., 2003.** HYDROLOGIE, TRANSPORT solide et modélisation Etude de quelques sous bassins de la Tafna (NW – Algérie), Thèse de Doctorat, Univ, Tlemcen: 250p.
- **BOULTON, A. J., DOLE-OLIVIER, M.-J., AND MARMONIER, P., 2003.** Optimizing a sampling strategy for assessing hyporheic invertebrate biodiversity using the Bou-Rouch method: within-site replication and sample volume. *Archiv fuer Hydrobiologie* 156, 431–456.
- **BOUZID S., 2008.** Etude de la dynamique du phosphore dans la Tafna, Thèse de Magistère, Univ, TLEMCEEN: 207p
- **BREHIER F., 1999.** Inventaire de la faune souterraine de la réserve naturelle géologique TM 71- Compte-rendu des collectes effectuées au cours des mois de juin et de juillet 1997, le laboratoire souterrain de Moulis – Ariège : 36p.
- **BRETESKO G. & KLEMENS W., 1986.** Quantitative methods and aspect in the study of the interstitial fauna of running waters. *Stygologia*, 2 (4) : 279-316.

- **BRUNKEM., et GONSER T., 1997.** The ecological significance of exchange processes between rivers and groundwater. *FreshwaterBiology*, 37: 1-33.
- **CÉCILE CLARET, GAËLLE LIENHARDT, VALENTINE CARTIER, EVELYNE FRANQUET, GUILLAUME MIRALLES, 2007.** Composition et distribution des assemblages d'invertébrés dans la zone hyporhéique d'une plaine alluviale de la Moyenne-Durance, *ecologiamediterranea*– Vol. 33 – 2007: p. 5-13.
- **CHAOUI BOUDGHENE S., 1991.** Contribution à l'étude de la faune hypogée d'Afrique du Nord (milieu hyporhéique et phréatique), Thèse de Magister, Univ, Tlemcen: 109p.
- **COLLIGNON B., 1986.** Hydrogéologie appliquée des aquifères karstiques des Monts de Tlemcen (Algérie), Thèse de Doctorat nouveau régime, Univ Avignon: 282p.
- **DANIELOPOL D.L., 1976.** The distribution of the fauna in the interstitial habitats of riverine sediments of the Danube and the Piesting (Austria). *Int. J. Speleol.*, 8 : 23-51
- **DANIELOPOL D.L., GRIEBLER C., GUNATILAKA A. et NOTEMBOOM J., 2003.** Present state and future prospects for groundwater ecosystems. *Environmental conservation* 30, 2: 1004-130.
- **DELAMARE-DEBOUTEVILLE, 1960.** Biologie des eaux souterraines littorales et continentales. – *Vie et Milieu, suppl. 9*, 740p.
- **DOLE M.J. 1983.** Le domaine aquatique souterrain de la plaine alluviale du Rhône à l'est de Lyon; écologie des niveaux supérieurs de la nappe. Thèse 3^e cycle, Univ. Claude Bernard, LyonI : 168p.
- **DOLE M.J. et MATHIEU J., 1984.** Etude de la "pellicule biologique" dans les milieux interstitiels de l'Est Lyonnais. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 22 : 1745-1750.
- **GIBERT J., CULVER D.C., DANIELOPOL D.L. GRIEBLER C., GUNATILAKA A., NOTEMBOOM J. et SKET B., 2004.** Groundwater ecosystems: human impact and future management. *Aquatic ecosystems: Trends and global prospect*. N.V.C. polumin. Cambridge University Press, Cambridge.
- **GIBERT J., DANIELOPOL D.L. et STANFORD J.A., 1994.** Groundwater Ecology. Academic Press, San Diego.
- **GIBERT J., GINET R., MATHIEU J., REYGROBELLET J., ET SEYED-REIHANI A., 1977.** Structure et fonctionnement des écosystèmes su haut –

Rhône Français. IV. Le peuplement des eaux phréatiques ; premières résultat. *Anne.*, 23 : 735 – 742.

- **GRIMM NB, FISHER SG. 1984.** Exchange between interstitial and surface water: implications for stream metabolism and nutrient cycling. *Hydrobiologia* 111: 219-228.
- **GUARDIA P., 1975.** Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après l'étude de l'Oranie nord occidentale. Thèse .Doct. Nice. 256 p., 139 fig., 5 pl.
- **HUNT, G. W., AND STANLEY, E. H. 2000.** An evaluation of alternative procedures using the Bou-Rouch method for sampling hyporheic invertebrates. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **57**, 1545–1550. doi:10.1139/CJFAS-57-8-1545.
- **HUSMANN S., 1974/1975.** Versuche Zur Erfassung Der Vertikalen Verteilung Von Organismen und Chemischen Substanzen Im Grundwasser Von Taluen und Terrassen ; Methoden und Erste Befunde. *Int. J. speleol.* 6 : 271- 302.
- **HYNES H.B.N., 1974,** Further studies on the distribution of stream animals within the substratum. *Limnol. Oceanog.*, 19 : 92-99.
- **KIBICHI SAMUEL, BAARS JAN-ROBERT AND KELLY-QUINN MARY, 2009.** Optimising sample volume and replicates using the Bou-Rouch method for the rapid assessment of hyporheic fauna, *Marine and Freshwater Research*, 60:p 83–96.
- **MALARD F., FERREIRA D., DOLÉDECS et WARD J.V., 2003.** Influence of groundwater upwelling on the distribution of the hyporheos in a headwater river flood plain. *Archiv.Für Hydrobiologie*, 157, 1: 89-116.
- **MARIDET L., 1994,** La végétation rivulaire, facteur de contrôle du fonctionnement écologique des cours d'eau : influences de la communautés benthique et hyporheique et sur les peuplements de poissons dans trois cours du massif central, Thèse de Doctorat, Univ, Claude Bernard- Lyon I: 117p.
- **MARMONIER P., 1988.** Biocénoses interstitielles et circulation des eaux dans le sous écoulement d'un chenal aménagé du haut-rhone français. Thèse de doctorat, Univ Claude Bernard- Lyon I, France : 2 tomes 59p+ 108p.
- **PASCALIS, 2006.** Protocols for the Assessment and Conservation of Aquatic Life In the Subsurface: www.pascalis-project.com.
- **PAYRARD D., 2008.** Un model hydrobiogéochimique pour décrire les échanges entre l'eau de surface et la zone hyporheique de grande plaine alluviales, Thèse de Doctorat, Univ, Toulouse III- Paul Sabatier: 276p.

- **RENAUD-DEBYSER J., 1957.** Description d'un carottier adapté aux prélèvements des sables de plage, rev. Inst. Fr.petre., 12 (4) : 501-502.
- **REYGROBELLET J.L. et DOLE M.J., 1982.** structure et fonctionnement des écosystème du Haut-Rhône français. XVII. Le milieu interstitiel de la Rhône du Grand Gravier"; premiers résultats hydrologiques et faunistiques. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 29(2) : 485-500.
- **ROUCH R., 1988.** Sur la répartition spatiale des crustacés dans le sous-écoulement d'un ruisseau des Pyrénées. *Annl. Limnol.* 24 (3) : 213 - 234.
- **ROUCH R., BAKALOWICZ M., MANGIN A. et D'HULST D., 1989.** Sur les caractéristiques chimiques du sous-écoulement d'un ruisseau des pyrénées. *Annl. Limnol.* 25 (1) : 3 - i6.
- **SEYED-REIHANI A., 1980.** Etude écologique du milieu aquatique interstitiel lié au fleuve du Rhône en amont de Lyon, Thèse de Doctorat, Univ, Claude Bernard- Lyon I: 70p.
- **STOCKER G. & WILLIAMS D.D., 1972.** A freezing core method for describing the vertical distribution of sediment in a streabed. *Limnology and oceanography*, 17(1):136-138.
- **TACHET H., BOURNAUD M., RICHOUX PH., 1980.** Introduction à l'étude des vertébrés d'eau douce, Ed Univ de Lyon I, Association française de limnologie : 155p.
- **WARD J.V., 1998.** Riverine landscapes: biodiversity patterns, disturbance regimes and aquatic conservation. *Biological conservation* 83, 3: 269-278.
- **WILIAMS D.D. & HYNES H.B.N., 1974.** The occurrence of benthos deep in the substratum of a stream. *Freshwaterbiology*, 4: 233-256.
- **YACOUBI- KHEBIZA M., 1987,** Etude de la faune hyporheique d'un oued du haut -Atlas de Marrakech. L'oued n'fis et ses affluents au voisinage du barrage de LallaTakerkoust, mémoire. C.e.a. fac. Sci., Marrakech : 1-27.
- **YACOUBI- KHEBIZA M., 1990.** Ecologie et biogéographie des biocénoses aquatiques des nappes alluviales de quelque vallée du haut -Atlas de Marrakech (Maroc). Paléobiogéographie des Crustacés phréatobis. Thèse 3eme cycle . fac. Sci., Marrakech : 1-246.
- **ZETTAM A., 2010.** Adaptation de la méthode Bou-Rouh dans un système Oued, Thèse d'ingéniaurat d'état en écologie végétale et environnement, Univ, Tlemcen: 54p.

Annexes



Liste des Figures

Figure 1 : Réseau hydrographique du bassin versant de l'Oued Tafna (Belaidi et al, 2010).	4
Figure 2 : Carte géologique du Nord-Ouest Algérien (Ghardia 1975).....	6
Figure 3 : Localisation de la station d'étude.....	8
Figure 4 : Équipement d'échantillonnage de Bou-Rouch.....	11
Figure 5 : Schéma de la pompe Bou-Rouch (PASCALIS, 2006).....	11
Figure 6 : Coupes transversales d'un Oued et situation des piézomètres.....	12
Figure 7 : Composition du volume 1L.....	17
Figure 8 Composition du volume 2L.....	19
Figure 9 : composition du volume 3L.....	21
Figure 10 : Composition du volume 4L.....	23
Figure11 : Composition du volume 5L.....	25
Figure 12 : la richesse taxonomique moyenne cumulée en fonction du volume pompé dans le site A.....	28
Figure 13 : la richesse taxonomique moyenne cumulée en fonction du volume pompé dans le site B.....	28
Figure 14 l'Abondance cumulée en fonction du volume pompé dansle site A.....	31
Figure 15 l'Abondance cumulée en fonction du volume pompé dansle site B.....	31
Figure 16 la richesse taxonomique moyenne cumulée selon la profondeur dans le site A...	34
Figure 2 la richesse taxonomique moyenne s cumulée selon la profondeur dans le site B.	34

Liste des Tableaux

Tableau 1 faunistique	14
Tableau 2 : Pourcentage de la richesse taxonomique cumulée en fonction du volume d'eau pompé dans le site A.....	27
Tableau 3 : Pourcentage de la richesse taxonomique cumulée en fonction du volume d'eau pompé dans le site B.....	27
Tableau 4 : Pourcentage de l'abondance relative cumulée en fonction du volume d'eau pompé dans le site A.....	30
Tableau 5 : Pourcentage de l'abondance relative cumulée en fonction du volume d'eau pompé dans le site B.....	32

Résumé :

Notre travail a pour objectif de voir l'impact des faibles volumes d'eaux pompées à l'aide de la pompe Bou-Rouch (1974) sur l'hyporheos dans une station amont d'oued Tafna (GharBoumaaza).

La technique Bou-Rouch nous a permis de faire une étude comparative de l'hyporheos de cinq volumes pompés (1, 2, 3, 4 & 5L) ou nos évaluations ont prouvé quela part de la richesse taxonomique augmente du premier jusqu'au troisième litre, ensuite soit elle se stabilise ou elle augmente timidement après le troisième volume, ou on peut dire que le volume de 5L serait le plus approprié pour faire des prélèvements dans la zone hyporheique. De plus cette technique nous a donnés l'avantage de prélever l'hyporheos dans deux profondeurs (30cm, 60cm). Les résultats trouvés prouvent que la profondeur de 30cm est la plus riche et la plus diversifiée en espèces quelques soit le point de prélèvement

Mots clés : Milieu hyporheique – hyporheos – Méthode Bou-Rouch – GharBoumaaza- oued Tafna

Summary :

Our work aims to see the impact of lower volumes of water pumped through the pump Bou-Rouch (1974) on hyporheos a station upstream of Wadi Tafna (GharBoumaaza).

Bou-Rouch technique allowed us to make a comparative study of five volumes pumped hyporheos (1, 2, 3, 4 & 5L) or our assessments have shown how much of the taxonomic richness increases from first to third liter, then either it stabilizes or increase shyly after the third volume, or we can say that the volume of 5L would be most appropriate to take samples in the area over hyporheique. This technique has given us the advantage to take the 'hyporheos in two depths (30cm, 60cm). The results found show that the depth of 30cm is the richest and most diverse in cash regardless of the sampling point.

Key words: Medium hyporheic–Hyporheos–Bou-Rouch method –TafnaWadi

الملخص:

إنّ الهدف من عملنا هذا هو معرفة تأثير الأحجام الصغيرة المأخوذة بطريقة بو-روش (1974) على الكائنات الشبه الجوفية في محطة من الحوض العلوي لواد تافنة (غار بومعزة).

لقد سمحت لنا تقنية بو-روش بمقارنة الكائنات الشبه الجوفية المتحصل عليها في ثلاثة أحجام مختلفة (1.2.3.4.5ل) حيث بينت النتائج المتحصل عليها أن عدد الأنواع يرتفع من اللتر الأول إلى اللتر الثالث، ثم يستقر أو يرتفع بشكل محتشم بعد هذا الحجم، وعلى هذا يمكن أن نقول أن الحجم 5ل هو الأنسب لأخذ عينات من الوسط الشبه الجوفي. زيادة على ذلك مكنتنا التقنية من أخذ عينات من الحيوانات اللافقارية على عمقين مختلفين (60 و30سم) من نفس الوسط، حيث يمكن القول أن عمق 30سم هو الأغنى والتنوع بيولوجيا مهما تغيرت النقطة التي أخذنا منها العينات.

الكلمات المفتاحية: الوسط الشبه الجوفي- الكائنات الشبه الجوفية- طريقة بو-روش- غار بومعزة- واد تافنة