

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID-TLEMEN
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de L'Univers



Département d'Ecologie et Environnement
Laboratoire de recherche d'écologie et gestion des écosystèmes naturels (LECGEN)
Ecologie et gestion des écosystèmes naturels

MEMOIRE

Présenté par

Dahmani Fatima Zohra

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Écologie et environnement Spécialité :

ÉCOLOGIE

Thème

**Contribution à l'évaluation de la qualité et la
faune des puits et sources**

Soutenu le 27 juin 2024, devant le jury composé de :

PRÉSIDENT : ZETTAM AMIN

MCA

UNIVERSITÉ DE TLEMEN

ENCADREUR : MME BELAIDI NOURIA

Professeur

UNIVERSITÉ DE TLEMEN

EXAMINATEUR : BENKEBIL ZINEB

MAB

UNIVERSITÉ DE TLEMEN

Année universitaire : 2023/2024

Remerciements

Avant d'exposer le contenu de ce travail, je tiens à remercier "**Dieu**" le tout puissant de nous avoir donnée le privilège et la chance d'étudier et de suivre le chemin de la science et de la connaissance.

Mes profonds remerciements vont à **Madame Belaidi Nouria** professeur à l'université de Tlemcen pour m'avoir encadrée et dirigée, pour ses encouragements et son soutien tout au long de cette thèse, et surtout pour sa disponibilité qu'elle a fait preuve à mon égard et l'attention qu'elle m'a consacrée malgré ses nombreuses obligations. Merci infiniment!

Je tiens à remercier Mr **Zettam Amin** Professeur à l'université de Tlemcen, qui ma fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire, pour ses conseils et ses encouragements. Je voudrais aussi lui faire part de ma profonde reconnaissance pour les nombreuses discussions autour de la problématique de ma thèse et le partage de ses connaissances qui m'ont été très bénéfiques .

Je tiens à remercier aussi Mme **Benkebil Zineb**, maître de conférence à l'université de Tlemcen, pour l'intérêt qu'elle a porté à ma recherche et pour l'acceptation d'examiner mon travail et de l'enrichir par leur proposition.

Toute ma gratitude va également aux personnes du laboratoire d'Ecologie et Gestion des Ecosystèmes Naturels de l'Université Tlemcen, en particulier les membres de l'équipe d'Hydrobiologie, ainsi qu'à tous mes collègues pour leur soutien et pour tous les bons moments passés ensemble.



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à

Celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à **ma**

mère ...

Mon père, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.

Que dieu les garde et les protège.

Mon frère: *Youssef et Ibrahime et Khalil*

Mes sœurs : *Nabila et Hanane*

Mon neveu: *Nazih et Abdelhadi*

Tout mes amis (e) s sans exception

Et à tous les enseignants et enseignantes qui ont contribué à ma formation.

Résumé

Notre étude a débuté en mars 2024 par une collecte extensive de données sur le terrain dans les régions de Terni et Khémis, se concentrant spécifiquement sur les bassins versants de Beni-Snous et de l'Oued El-Khemis. Trois sites ont été sélectionnés : l'amont de l'Oued El-Khemis, les sources Ain-Ghballi, ainsi qu'un puits à l'Oued Nachef. Nous avons utilisé différentes méthodes d'échantillonnage telles que les filets phréatobiologiques, les filets Surber et des nasses pour étudier la faune aquatique et hyporhéique. Les analyses physico-chimiques ont indiqué des conditions généralement favorables, malgré des niveaux de pollution variables, notamment des concentrations élevées en nitrates et en ammonium dans certaines zones.

Mots clé :

Eau souterraine, faune stygobie, diversité, puits , Terni et Khémis.

Sommaire

Remerciements	II
Dédicace	III
Résumé	IV
Liste des figures	VII
Liste des Tableaux.....	VIII
Introduction	1
CHAPITRE I : ETUDE DU MILIEU PHYSIQUE	4
I.1 Situation géographique :	5
I.2 Choix des stations :	6
I.2.1 Station K1 (Ain-Ghballi):	6
I.2.2 Hydrologie :	7
I.2.3 Station 2 : le bassin de Mefrouch et l'oued enachef :	7
CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES	9
II.1 Méthode phréatobiologique:.....	10
II.2 Méthode des nasses:	12
II.3 Au niveau de la zone hyporhéique (Karaman-Chappuis) :.....	13
II.1.1 Prélèvement dans le milieu superficiel	13
II.1.2 Traitement de l'échantillon	14
II.1.3 Conservation et archivage des récoltes.....	14
II.1.4 Mesure du niveau piézométrique.....	14
II.4 Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau	14
II.4.1 Paramètres physique	14
II.4.2 Paramètres chimique.....	16
II.5 ANALYSE DES DONNEES :	16
II.5.1 L'abondance relative :	16
II.5.2 La richesse taxonomique :	16
II.5.3 Abondance Totale.....	16
CHAPITRE III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS	18
III.1 Résultats physico - chimiques	19
III.1.1 LES PARAMETRES PHYSICOCHEMIQUES DE L'EAU :.....	19
III.2 RESULTATS FAUNITSIQUES	21
III.2.1 Composition de la faune SuperficielleK1 :	21

III.2.3 Composition de la faune des sources :	24
III.2.4 Compositon de la Faune du puits :	26
III.2.5 La Compositions des différentes sources :	26
IV.1 Distribution spaciale :	28
DISCUSSION	30
CONCLUSION	34
REFERENCES BIBLIOGRAPHYQUES	36

Liste des figures

Figure 1: Situation administratif de la commune de Beni-snous.	5
Figure 2: carte de la situation géographique de bassin versant de la Tafna et son réseau hydrographique (Dahmani et al, 2003, modifiée).	6
Figure 3 : Station Ain-Ghballi.....	7
Figure 4 : Situation du bassin d'alimentation du barrage Meffrouche et dispositif de mesure disponible	8
Figure 5: Schéma d'un filet phréatobiologique (Boutin et Boulanouar, 1983).	11
Figure 6Utilisation du filet phréatobiologique dans le puits (1, 2, 3 : positions successives du filet pendant les séries de tractions) (Boutin et Boulanouar, 1983).	11
Figure 7: Dessin d'une nasse.	12
Figure 8 :Méthode de sondage de Karaman-Chappuis(Bernard ;2020).....	13
Figure 9 : photos de filet surber (Achoui ,2020)	14
Figure 10 : Conductimètre (originale).....	15
Figure 11 : PH -mètre (originale).....	15
Figure 12 : Oxymètre (originale).....	15
Figure 13 : Spectrophotomètre DR 5000 de type Hach (originale)	16
Figure 14 : Structure générale de la faune superficielle.....	22
Figure 15 : Abondance relative des Insectes dans la faune superficielle	22
Figure 16 : Abondance relative des Mollusques dans la faune superficielle	23
Figure 17 : Abondance relative des Crustacés dans la faune superficielle	23
Figure 18: Structure générale de la faune hyporhéique.....	24
Figure 19 : Structure générale de la faune des sources	25
Figure 20 : Structure générale de puit du l'oued nachef	26
Figure 21: Abondance relative des taxons dans la source KS1	26
Figure 22 : Abondance relative des taxons dans la source KS2.....	27
Figure 23 : Abondance relative des taxons dans la source KS3.....	27
Figure 24 : Richesse taxonomique ente les faunes.....	28
Figure 25 :Abondance Totale	29
Figure 26 : Indice de diversité de Shannon H'	29

Liste des Tableaux

Tableau 1: Valeurs de quelques paramètres physico-chimiques de l'eau.	21
--	----

INTRODUCTION

L'eau est un élément naturel d'une importance vitale , constituant l'élément fondamental de tout être vivant.

La présence et la survie de l'humanité dépendent largement de l'existence et de la qualité de cette ressource précieuse et vulnérable à travers le monde (Boutin, 1987), étant donné que 75 à 90 % de la population mondiale utilise de l'eau provenant des aquifères souterrains. Cela souligne l'importance de l'étude exhaustive des nappes phréatiques exploitables dans toutes leurs dimensions, afin d'améliorer notre compréhension de ces écosystèmes et éventuellement d'introduire de nouveaux concepts scientifiques bénéfiques pour la planification, la surveillance, la gestion, la protection et la préservation de cette ressource

La recherche écologique sur la faune aquatique souterraine, en particulier celle des nappes phréatiques accessibles par les puits ordinaires et, dans une moindre mesure, les sources, représente l'un des aspects de la phréatobiologie appliquée qui a connu un développement important à l'échelle mondiale au cours des dernières décennies .

Les puits et les sources représentent des écotones (Gibert et *al.*, 1997) ; en hébergeant des espèces aquatiques provenant de la surface ainsi que des espèces inféodées au eaux souterraines (ou stygobies)

La faune stygobie correspond à un assemblage d'espèces inféodées aux dans les eaux souterraines. La diversité taxonomique de cette faune est très importante puisque pratiquement tous les groupes d'invertébrés présents dans les eaux de surface ont des représentants dans les eaux souterraines ;et ils sont liées à la qualité des eaux souterraines (Boutin, 1984).

Les recherches écologiques sur les milieux hypogés ont donné lieu à plusieurs synthèses, telque celle Gibert et *al.* (1994), Juberthie & Decu(2001) incluant l'étude faunistique des puits, en Algérie Au Maghreb, on peut citer les travaux de Boutin (1993) et Aït Boughrous et *al.* (2007) au maroc. En Algérie, les données sont souvent anciennes comme ceux de Racovitza (1912) et Pesce et *al.* (1981) mais aussi des travaux récents ont été entrepris à l'ouest du pays (Belaidi-Aliane, 2004 ; Belaidi et *al.* 2011 ; Mahi et *al.* 2019), et à l'est du pays (Merzoug et *al.* 2010).

La faune aquatique des puits et des sources de la région de Tlemcen, située dans le nord-ouest de l'Algérie est encore largement inexploitée . Il nous a semblé opportun d'entreprendre une étude faunistique des puits et des sources de cette région, ainsi qu'une analyse physico-

chimique de l'eau prélevée dans ces mêmes stations. Cette approche vise à évaluer l'état actuel de la qualité de l'eau et de la faune souterraine de la région.

CHAPITRE I :
ÉTUDE DU
MILIEU
PHYSIQUE

Notre travail a débuté en Mars 2024 par la collecte d'un grand nombre des données sur le site d'étude (la région de Terni et Khémis) lors des sorties sur terrain.

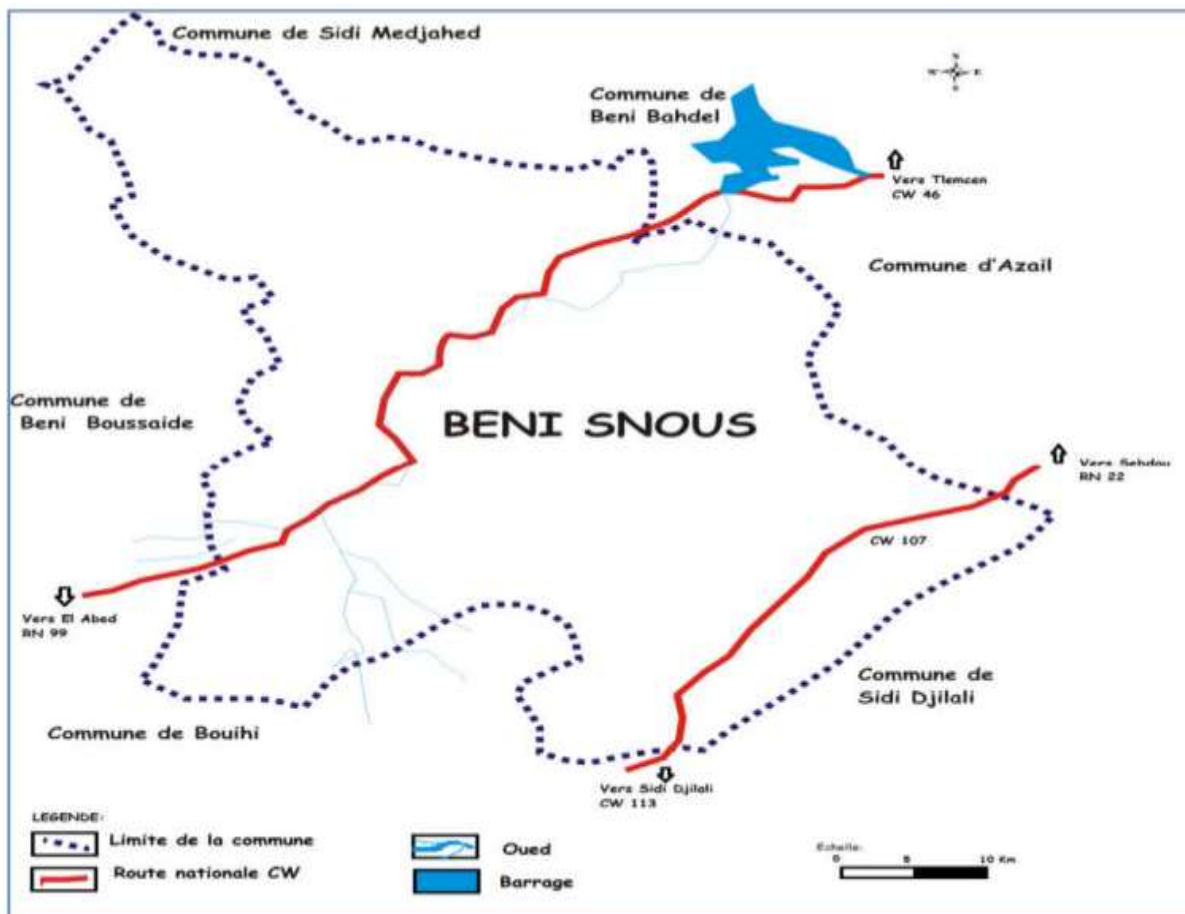
I.1 Situation géographique

Beni-Snous est une région montagneuse, situé à 35km à l'Ouest de Tlemcen, s'étend sur une superficie de 55 543 ha. S'étendant sur 40km jusqu'à la frontière marocaine .

Administrativement cette région comprend trois communes : Beni snous (37 495ha), Azail (12032ha) et Beni-Bahdel avec une superficie de (6016ha).

Elle est limitée :

- Au Nord, par les communes de Sidi Mdjahed et Bouhlou.
- A l'Ouest, par la commune de Beni Boussaid.
- A l'Est, par les communes Ain Ghoraba et Sebdou.
- Au Sud par les communes d'El Bouihi et Sidi Djilali (Pdau, 2008).



(Source : APC Beni Snous)

Figure 1: Situation administratif de la commune de Beni-snous.

Le bassin d'Oued El-Khemis, d'une superficie de 350 km² fait partie des monts de Tlemcen avec des altitudes qui dépassent 1000 m. Il est caractérisé par des pentes assez abruptes dépassant généralement 25% aux abords de l'oued.

L'oued El-Khemis affluent rive gauche de l'oued Tafna, cour le dans une vallée encaissée, jusqu'au barrage de Beni-Bahdel à 650 m d'altitude. Cet oued est alimenté essentiellement par des sources lui assurant un écoulement permanent. Il prend naissance à une altitude de 1700m aux environs du Djebel Dehar Azouj puis il rencontre 3 sous affluents :

- Le premier d'Ouled Belkassem.
- Le second renfermant: Oued Tadet, Oued Mazer (même cours d'eau).
- Et le dernier qui renferme: O. Tadert, O.Tirheza, O.Boulefane et O.Chadli (même cours d'eau permanent)

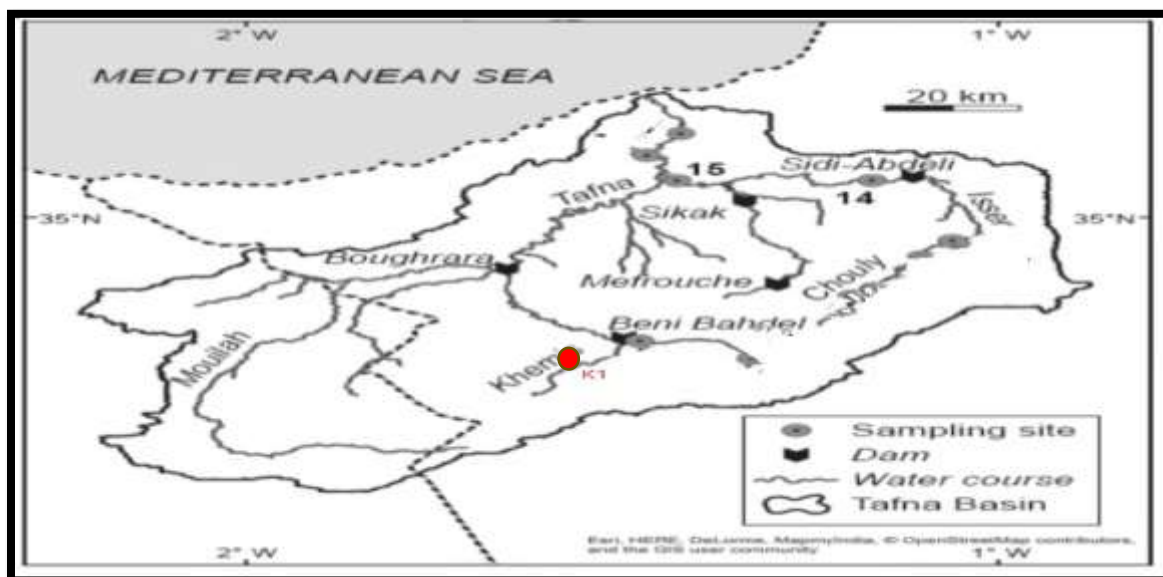


Figure 2: carte de la situation géographique de bassin versant de la Tafna et son réseau hydrographique (Dahmani et al, 2003, modifiée).

I.2 Choix des stations

Le choix des stations est une étape importante qui doit être guidé par les objectifs de l'étude. Dans notre travail 3 sites ont été sélectionnés: L'amont de l'oued de El-Khemis, où nous avons pu choisir 3 sources (Ain-Ghali) et un puits au niveau d'oued nachef.

I.2.1 Station K1 (Ain-Ghali)

cette station est située sous le pont de village d'Ouled Moussa ; d'une latitude de 34°37'59'' nord et longitude de 1°34'14''ouest, à une altitude de 853 m.

La largeur du lit est de 4m, et le débit est très fort, le substrat est formé d'un fond de limons et d'argile sur lequel sont entreposés des galets et des blocs. La station est très ombragée du faite de la présence d'une vallée extrêmement encaissée et de la forte densité de la végétation représentée essentiellement par le lentisque (*Pistacia lentiscus*) et le figuier (*Ficus carica*). L'eau est limpide, fraîche et peu profonde, on note aussi la présence d'une source près de la station de prélèvement. (Benbahi,2021)



Cliché: Babali B. (2021)

Figure 3 : Station Ain-Ghbali

I.2.2 Hydrologie

Le bassin versant d'Oued El-Khemis présente des potentialités en eau importantes. C'est la région la plus arrosée des monts de Tlemcen. C'est le seul cours d'eau de la Tafna qui reste permanent. Les grès fissurés et les dolomies de Tlemcen très karstifiées décèlent d'importantes ressources en eaux souterraines avec la présence de plusieurs sources au niveau du bassin d'Oued El-Khemis dont la qualité des eaux est de très bonnes. Toutefois, elles restent très vulnérables à la pollution.

I.2.3 Station 2 : le bassin de Mefrouch et l'oued enachef

Le bassin versant de Mefrouche est localisé sur le plateau de Terni à environ 1000 m d'altitude. Il draine une surface de 90 Km². L'oued Enachef long de 15 m prend sa source dans la région de Aouinet Dejjaj.

Construit sur l'Oued El-Mefrouche (haut Sikkak), le barrage d'El Mefrouche est situé à environ 4 km au sud-

A l'ouest de la ville de Tlemcen. Son bassin versant est de 90 km², ce dernier régule les eaux du bassin versant de l'Oued Enachef.

Le barrage dispose de 3 puits de captage d'eau, les 2ème et 3ème puits sont dans la retenue, communiquent entre eux sauf le 1er qui est en aval.

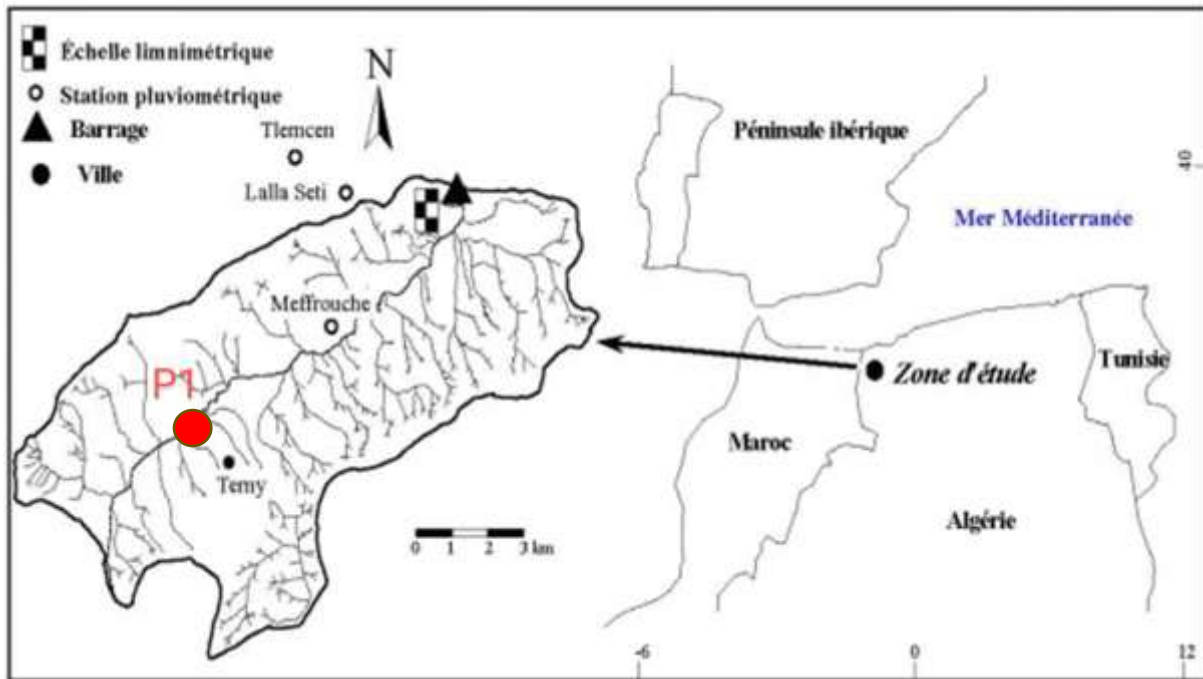


Figure 4 : Situation du bassin d'alimentation du barrage Meffrouche et dispositif de mesure disponible

CHAPITRE II :
MATERIELS ET
METHODES

Prélèvement de la faune

Au niveau des puits

II.1 Méthode phréatobiologique

Les prélèvements au niveau du puits ont été réalisées à l'aide d'un filet de type Cvetkov, comprenant un cône filtrant en soie à bluter d'un diamètre accru de 35 cm. Juste en dessous du cylindre de distribution, un manchon filtrant en soie à bluter de 5 cm de diamètre supporte la partie inférieure du dispositif tout en servant de réservoir de collecte. À ce niveau, un réservoir en plexiglas de 5 cm de diamètre est fixé, clos par une valve qui empêche les animaux capturés de s'échapper. Pour assurer la stabilité, le réservoir est lesté par un cylindre métallique placé en dessous.

Le filet, relié par une sangle, est manipulé à travers une série de tractions énergiques successives, créant ainsi 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 l'avons remonté rapidement 20 fois de suite (voir fig.5).

À chaque remontée, la colonne d'eau, partiellement filtrée par le cône en soie à bluter, est chargée de particules solides mises en suspension ainsi que des animaux planctoniques ou benthiques détachés. Elle traverse ensuite le cylindre de distribution en abaissant la membrane, pour finalement parvenir au réservoir où les matériaux solides et la faune se décantent (Boutin et Boulanouar, 1983).

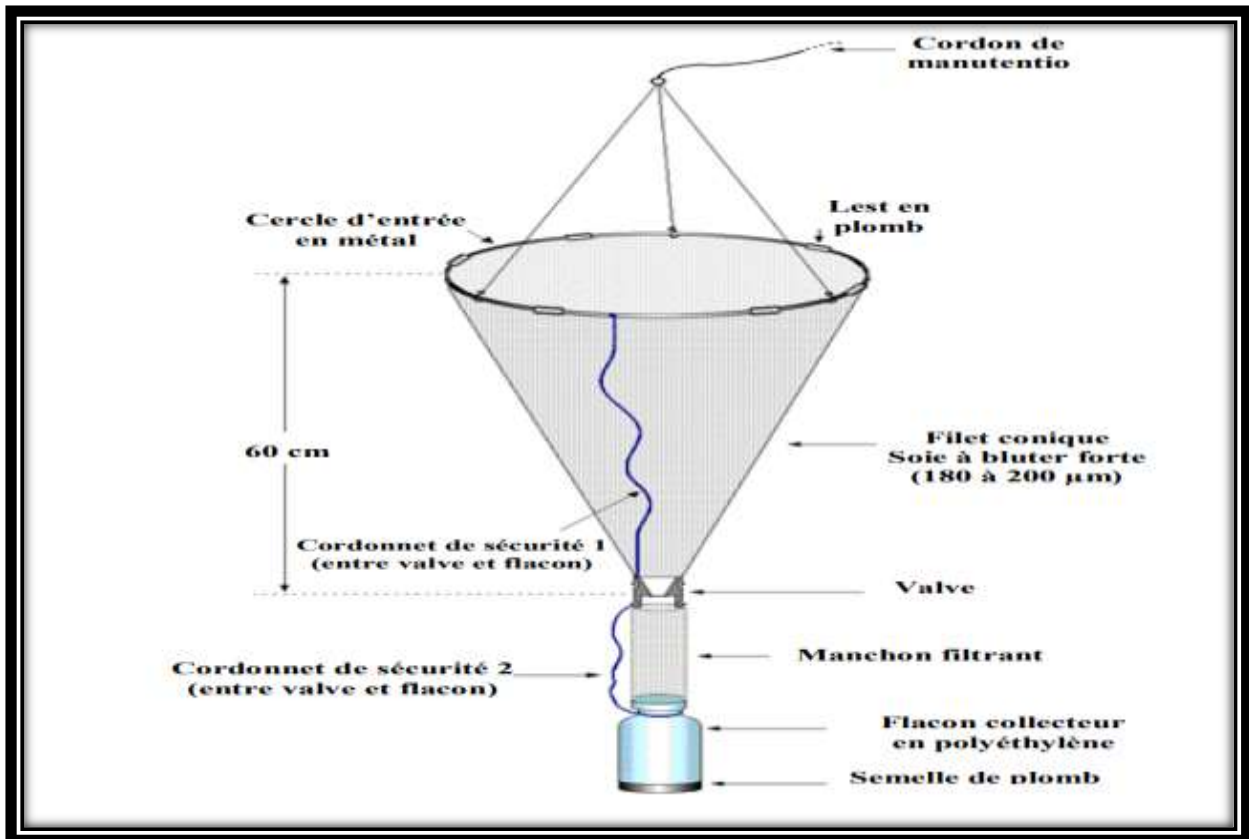


Figure 5: Schéma d'un filet phréatobiologique (Boutin et Boulanouar, 1983).

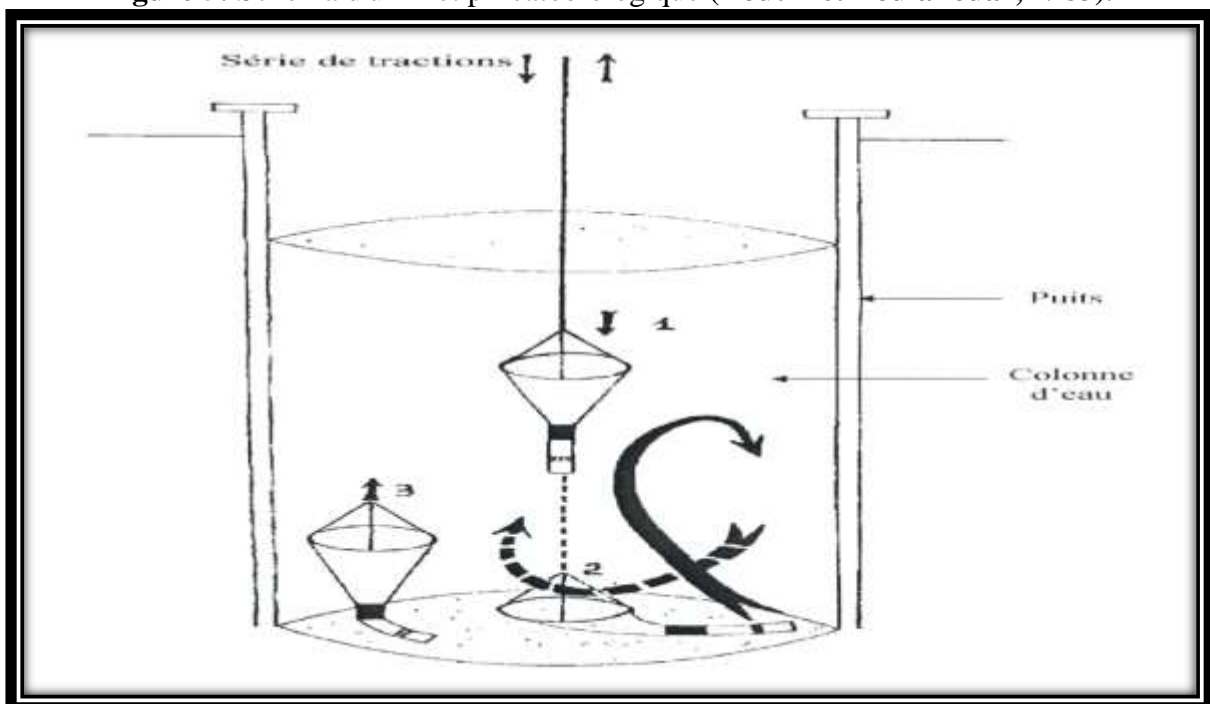


Figure 6 Utilisation du filet phréatobiologique dans le puits (1, 2, 3 : positions successives du filet pendant les séries de tractions) (Boutin et Boulanouar, 1983).

II.2 Méthode des nasses

Les nasses sont représentée par une bouteille en plastique (voir Fig.7), mesure 24 cm de haut et 7 cm de diamètre. Son fond a été retiré et remplacé par un entonnoir provenant de la partie supérieure d'une seconde bouteille identique à la première. Cet entonnoir permet à la faune de pénétrer dans le piège par son ouverture. De même, le bouchon de la bouteille principale a été remplacé par un morceau de soie à bluter, permettant à l'air de s'échapper lors de l'immersion.

Comme appât, nous avons utilisé un morceau de viande fraîche accompagné de quelques feuilles de salade verte. Une fois appâtée, la bouteille est descendue au fond du puits à l'aide d'une corde et maintenue en place par des lests de plomb fixés à la bouteille, garantissant ainsi la stabilité du dispositif (voir Fig.7). Nous avons donc opté pour une période de séjour de 24 heures à 48 heures pour la nasse.

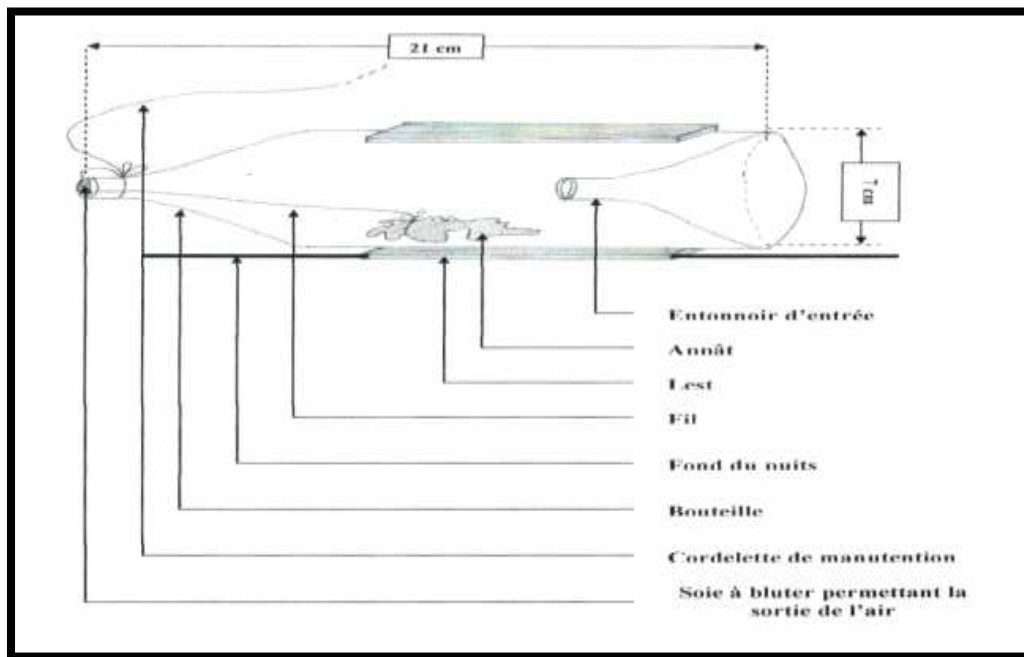


Figure 7: Dessin d'une nasse.

Au niveau des sources

Le prélèvement de la faune souterraine au niveau des sources est réalisé en utilisant un filet placé et orienté où l'eau sort directement de la source de manière à récupérer les invertébrés qui émergent naturellement avec le flux d'eau. Les pierres, les graviers et les sédiments fins sont vigoureusement agité manuellement devant le filet.

Cette technique permet la capture des espèces en très bonne état.

II.3 Au niveau de la zone hyporhéique (Karaman-Chappuis)

La technique de sondage de Karaman –Chapuis a été utilisée sur la rive de l’oued pour des prélèvements hyporhéiques, zone d’échange entre les eaux de surface et les eaux souterraines

Le principe de cette méthode consiste à creuser un trou au niveau de la rive du cours d’eau. L’eau remonte alors par capillarité entre les sédiments. Une fois le trou rempli d’eau celle-ci est prélevée puis filtrée à travers le filet. L’eau remplit à nouveau le trou et l’opération peut être répétée plusieurs fois. Les espèces présentes dans les interstices des sédiments sont entraînés vers le trou qui se remplit d’eau. On peut ainsi récupérer la faune souterraine qui réside dans ce compartiment (Bernard ;2020) .



Figure 8 :Méthode de sondage de Karaman-Chappuis(Bernard ;2020)

II.1.1 Prélèvement dans le milieu superficiel

Les prélèvements de la faune benthique ont été réalisés en utilisant un filet de type Surber de 250 μ m de vide maille. On immerge le filet jusqu’ au fond du cours d’eau dans le sens contraire du courant, puis on racle le substrat dans une surface de 1/10 m² et on lave les prélèvements à l’intérieur du filet, selon les technique d’échantillonnage des eaux courantes peu profondes (Lamotte et Bourliere ,1971). 3 habitats différents définis par deux paramètres physiques du milieu (le substrat et la vitesse du courant) ont été échantillonnés .



Figure 9 : photos de filet surber (Achaui ,2020)

II.1.2 Traitement de l'échantillon

Les échantillons de faune sont transférées dans des bocaux et sont conservés dans de l'alcool à 96%. Ensuite, ils sont transportés au laboratoire, où ils sont triés sous une loupe binoculaire. Tous les spécimens ont été triés et dénombrés puis conservés dans de l'alcool à 96% avant d'être identifiés. Les déterminations ont été réalisées en utilisant la clef de détermination des macro-invertébrés aquatiques (Tachet et *al.*, 2000). Les individus sont identifiés jusqu'au niveau de la famille ou à l'ordre en fonction du groupe considéré.

II.1.3 Conservation et archivage des récoltes

Une fois les animaux collectés, il faut les conserver dans l'alcool à 96° car certains peuvent faire l'objet d'analyses ADN afin de déterminer l'espèce.

Il faut attribuer un numéro à chaque tube contenant des échantillons. Dans le tube est glissée une étiquette sur laquelle sont écrits, au crayon à papier, la date de prélèvement et le lieu du prélèvement.

II.1.4 Mesure du niveau piézométrique

Le niveau piézométrique ou plus exactement la profondeur de la surface de la nappe au dessous du sol est toujours mesuré de la surface du sol jusqu'à la surface de l'eau, à l'aide d'une sonde muni d'une échelle graduée. La profondeur de la nappe est exprimée en m.

II.4 Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau

Pour chaque échantillon d'eau, le pH, la conductivité, la concentration en oxygène dissous et la température de l'eau ont été mesurés. De plus, quelques paramètres indicateurs de pollution ont été analysés au laboratoire de recherche d'écologie et gestion des écosystèmes naturels N°13 (LECGEN).

II.4.1 Paramètres physique

La température:

La température de l'air et celle de l'eau sont mesurées à l'aide d'un thermomètre électronique. Pour l'eau du puits, le thermomètre est plongé dans un seau rempli d'eau immédiatement après sa remonté du puits.

La conductivité électrique:

La conductivité est proportionnelle à la quantité de sels ionisables dissous dans l'eau, par conséquent elle nous renseigne sur le degré de minéralisation d'une eau. Celle ci augmente en général de l'amont vers l'aval d'un cours d'eau (Lagauterie et *al*, 1977). Elle est mesurée par un conductimètre (HI 8733) portable et exprimée en ($\mu\text{S}/\text{cm}$) .



Figure 10 : Conductimètre (originale)

Le potentiel d'hydrogène

Le pH a été mesuré par un pH-mètre (HI8424) de paillasse. Il varie de 0 à 14.



Figure 11 : PH -mètre (originale)

L'oxygène dissous

L'oxygène est mesuré à l'aide d'un oxymètre . Les valeurs sont exprimée en (mg/L).



Figure 12 : Oxymètre (originale)

II.4.2 Paramètres chimique

Les nitrates, nitrites et ammonium ont été dosés par des tests en cuve Hach Lange standard sur un spectrophotomètre UV / VIS DR 5000 (Hach Lange,). La technique consiste à prélever de l'eau à analyser, en utilisant une pipette puis l'injecter dans les tubes de solutions suivant le protocole d'analyse pour chaque élément, et faire ensuite la lecture (Zenagui et *al.* 2020).



Figure 13 : Spectrophotomètre DR 5000 de type Hach (originale)

II.5 ANALYSE DES DONNEES

Les données faunistiques ont été traitées par différents indices biologiques :

II.5.1 L'abondance relative

C'est le nombre d'individus d'une espèce (ou de taxon) de rang « i » sur le nombre total d'individu. Elle est calculée avec la formule suivante (Ramade, 2003):

$$P_i = n_i / N$$

P_i : Représente la probabilité de rencontre de l'espèce de rang « i ».

n_i : Nombre d'individus de l'espèce de rang « i » (taxon) dans l'échantillon.

N : Nombre totale d'individus de toutes les espèces (taxon) dans l'échantillon.

II.5.2 La richesse taxonomique

L'étape de base dans l'étude des communautés consiste à obtenir la richesse spécifique ou taxonomique, c'est-à dire le nombre total d'espèces effectivement présentes sur un site à un moment donné (Boulunier et *al.*, 1998). La richesse spécifique est fréquemment utilisée comme une variable reflétant l'étape d'un système et intervient souvent dans les efforts de gestion et de conservation de la biodiversité.

II.5.3 Abondance Totale

l'abondance absolue (A_a) d'une espèce ou d'un groupe est le nombre d'individus de cette espèce ou de ce groupe;

l'abondance relative est la quantité relative au nombre d'individus d'une espèce donnée par unité de surface ou de volume par rapport au nombre total d'individus de toutes les espèces confondues. L'abondance relative est calculée selon la formule : $Ar = Aa/N \times 100$, N étant le nombre total d'individus.

II.5.4 Indice de diversité de Shannon-Weaver

De tous les indices, la formule de SHANNON-WEAVER est probablement l'indice le plus utilisé qui coordonne à la fois l'abondance et la richesse spécifique (Gray *et al*, 1992).

Il a pour expression :

$$H' = -\sum (P_i) \log_2 (P_i)$$

H' : indice de biodiversité de Shannon.

i : une espèce du milieu d'étude.

P_i : $p(i) = n_i/N$ Il est exprimé en bit (unité d'information) (Rodier, 2009)

CHAPITRE III :
RESULTATS ET
INTERPRETATIONS

III.1 Résultats physico - chimiques

III.1.1 LES PARAMETRES PHYSICOCHEMIQUES DE L'EAU

a-Température de l'eau

La température de l'eau dépend de l'altitude, du climat et de l'ombrage des rives (Dussart, 1996) Elle est influencée par la température de l'air et joue un rôle important dans la solubilité des gaz comme l'oxygène.

L'analyse des résultats illustrés dans le tableau 1 montre des températures moyennes dans les sources et le puit. Elles varient entre 13,4°C dans la source KS et 14°C dans le puit. Alors que l'eau de surface enregistre une valeur légèrement plus élevée (17°C)

Les eaux de ces stations sont relativement fraîches, en relation avec la saison (Hiver/Printemps) et avec l'heure des mesures.

b- Conductivité électrique

La conductivité électrique permet d'apprécier la minéralisation totale d'une eau (RODIER, 2009).; Selon les résultats (Tableau 1) Les station K1 (719 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et KS (800 $\mu\text{S}/\text{cm}$) conductivité < 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$: minéralisation importante ; Le puit 1236 $\mu\text{S}/\text{cm}$ > 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$: minéralisation élevée (RODIER, 2009)

c- Oxygène dissous

Dans les milieux aquatiques, l'oxygène dissous est un paramètre important pour la vie des organismes hétérotrophes (Leveque, 1996) . Il provient des échanges avec l'atmosphère et de l'activité photosynthétique.

Les valeurs enregistrées dans les trois stations K1, KS et Puit sont respectivement de l'ordre de 5.83mg/l et 5.93mg/l et 1.7mg/l traduisant une sous saturation de l'eau en oxygène, mais qui reste satisfaisante (Nisbet et Verneaux ;1970) (> 50%) pour K1 et KS.

Les stations K1 et KS sont est plus oxygénées que le puit . Ceci est lié par la présence plus importante des algues vertes et des plantes aquatiques qui assurent un enrichissement de l'eau en O₂ par les activités photosynthétiques.

d- pH

Le pH est l'un des paramètres les plus importants de la qualité de l'eau et représente l'acidité ou l'alcalinité d'une eau (Rodier, 2009) . Il dépend de la diffusion du gaz carbonique à partir de l'atmosphère, du bilan des métabolismes respiratoires et photosynthétiques (Hutchinson,

1987) . Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés et des valeurs situées entre 6,5 et 8,5 permettent une vie dans l'eau.

D'après nos résultats, on constate que le pH est alcalin (Rodier, 2009) .

Dans les sources KS et K1 et le puit Les pH supérieurs à 8,5 Cette alcalinité moyenne de l'eau est due aux terrains calcaires traversés par les sources et le puit (Authier, 1981) d'une part, et à la photosynthèse algale qui consomme le CO₂ et provoque un accroissement du pH d'autre part.

e- Les composés azotés

L'azote se rencontre sous trois formes principales : les nitrates représentant la forme la plus oxygénée de l'azote, les nitrites représentant une forme moins oxygénée et moins stable et les sels ammoniacaux où l'azote est associé à l'hydrogène. Leurs mesures sont importantes pour l'évaluation de la qualité des eaux de surface.

f- Nitrates (NO₃-)

Les teneurs en nitrates dans les eaux naturelles non polluées sont très variables suivant la saison et l'origine des eaux. Elles peuvent varier de 1 à 15 mg/l et une concentration de 2 ou 3 mg/l peut être considéré comme normale (Rodier, 1996) .

Les teneurs en nitrates enregistrées dans les trois stations varient entre 1,45 mg/l dans le puits P1 et 6,36 mg/l dans la station K1 et 4,05 mg/l dans la station KS , traduisant des situations normales (Nisbet et Verneaux ;1970) .

g- Nitrites (NO₂-)

Les nitrites dans les eaux courantes non polluées, et surtout dans les zones où l'autoépuration est active sont inexistant ou avec de très faible concentrations < à 0.1 mg/l (Rodier, 1996) .

Dans les trois stations les teneurs sont à des niveaux relativement faibles (0 mg/l en K1 et 0.005mg/l en KS et 0.016mg/l dans le puits) ; Ces concentrations sont dans les normes, elles sont conformément à la classification de qualité des eaux en azotes(Anrh, 2013) ; eaux pures ou auto-épuration active .

f- Ammonium (NH₄+)

L'azote ammoniacal constitue le premier stade de la décomposition de la matière organique. Sa présence indique une pollution organique importante des cours d'eau.

Les résultats obtenus montrent que la concentration d'ammonium présente des teneurs presque similaires dans l'ensemble des stations. Le Puits enregistre une valeur 0,314mg/l, 44 fois plus importante à celle mesurée dans l'eau de la station k1 avec 0,007 mg/l. Ces concentrations illustrent une pollution notable (Anrh, 2013) , mais qui reste significative au niveau du puits. Quant à KS, l'absence de NH4 confirme la bonne qualité des eaux de source des mont de Tlemcen.

Tableau 1: Valeurs de quelques paramètres physico-chimiques de l'eau.

Paramètres mesurés		K1	KS	P1
T (°C)		17	13,4	14
pH		9,06	8,98	8,83
O2 (mg/l)		5,83	5,93	1,7
Conductivité (μ S/cm)		719	800	1236
niveau piézométrique(m)		/	/	8
Azote (mg /l)	Ammonium	0,006 NH4-N	0 NH4-N	0,244 NH4-N
		0,007 NH4+	0 NH4+	0,314 NH4+
	Nitrate	1,44 NO3-N	0,916 NO3-N	0,328 NO3-N
		6,36 NO3-	4,05 NO3-	1,45 NO3-
	Nitrite	0 N-NO2	0,001 NO2	0,005 NO2
		0 NO-2	0,005 NO-2	0,016 NO-2

III.2 RESULTATS FAUNISTRIQUES

Composition globale:

III.2.1 Composition de la faune SuperficielleK1

Avec un effectif de 261 individus, cette station a fourni la diversité élevée (21 taxons) .

Cette station est dominée par les insectes qui en totalisent 44% suivi par les mollusques avec 33,33% suivi par les crustacés qui compte 22,60% .(fig.14)

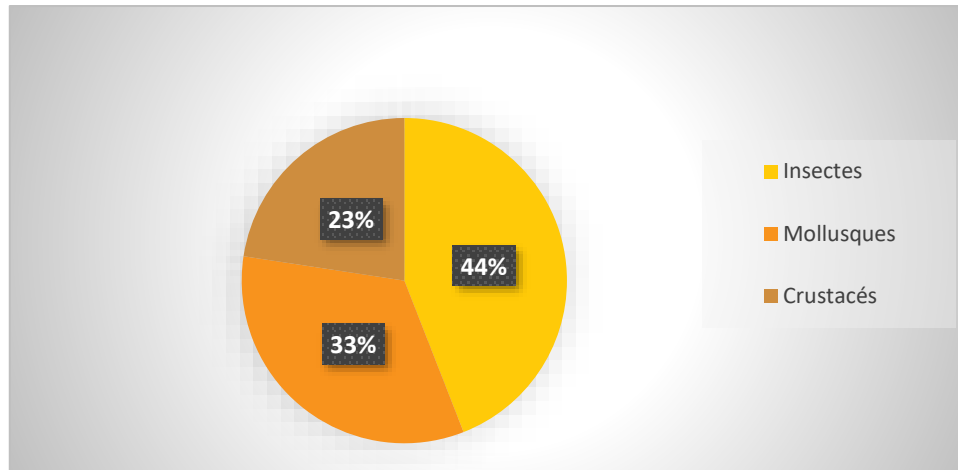


Figure 14 : Structure générale de la faune superficielle

a- Les insectes : avec une diversité taxonomique de 14 taxons

Les Diptères représentent 22,22% sont représentés par des Simuliidae (10,72%) , les Chironomini (6,89%) ,les Thaumaliidae (4,21%) , et les Limoniidae (0,38%) suivi par **Les**

Les Coléoptères qui comptent 7,66% sont représentés par les Dytiscidas(6,89%) ;les Scirtidae et Hygobiidae (0,38%);

Les Trichoptères avec une abondance relative de 6,13% sont représentés par les Philopotamidae (3,83%) et les Hydropsychidae (2,29%) Parmi **les Epheméroptères** (5,74%), deux espèces ont été recensées dans le milieu superficiel ; il s'agit des Baetidae (3,06%) et des Leptophlebiidae (2,68%)

Les autres groupes sont assez faiblement représentés ; ce sont **les Plécoptères** Leuctridae(1,53%) et **Les Hétéroptères** Veliidae et Notomectidae.(fig.15)

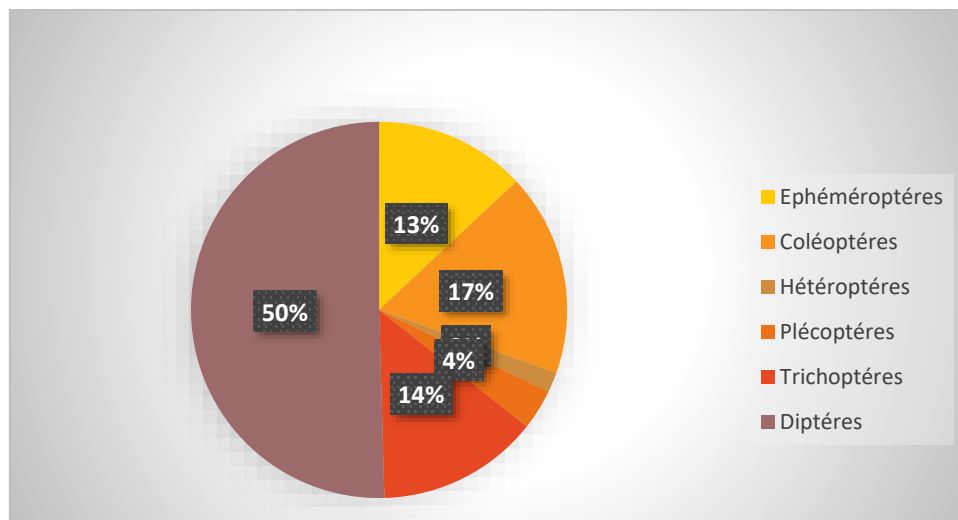


Figure 15 : Abondance relative des Insectes dans la faune superficielle

b- Les mollusques avec une diversité taxonomique de 6 taxons :

Les **Lymnaeidae** qui dominent le groupes des mollusques (27,2%). Quant aux autres groupes, ils sont très faiblement représentés, il s'agit des **Hydrobiidae**, les **Bithyniidae** et les **Planorbiidae** (1,53%) suivi par les **Viviparidae** et les **Nemtidae** qui comptent 0,76%.(fig.16)

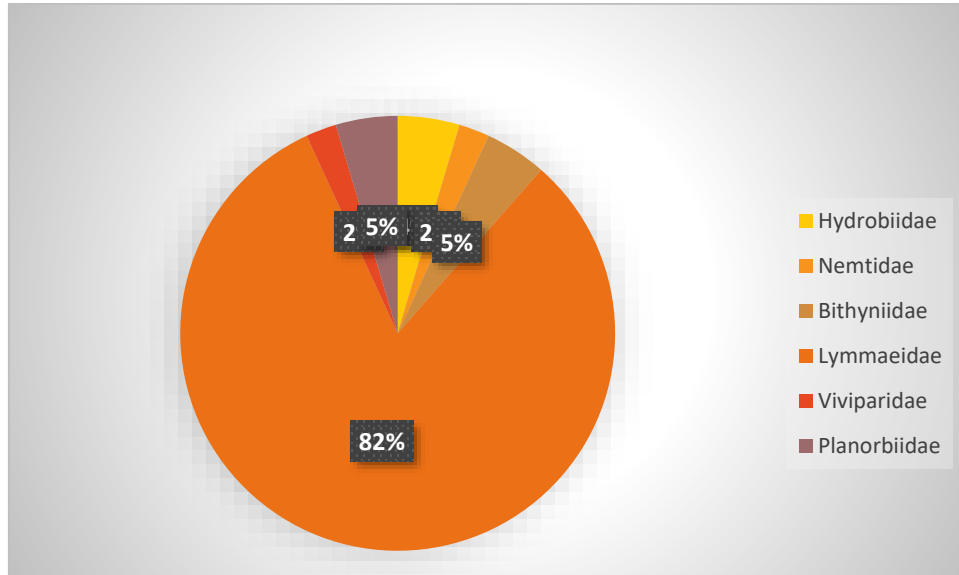


Figure 16 : Abondance relative des Mollusques dans la faune superficielle

c- Les Crustacés

sont représentés par la seule famille des Amphipodes Gammaridae qui comptent 22,60% de la faune totale .(fig.17)

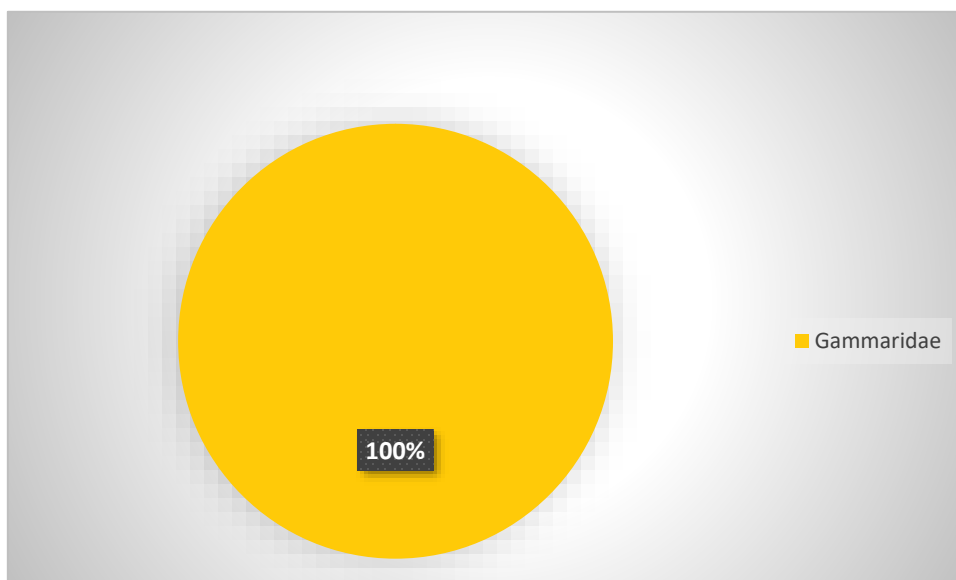


Figure 17 : Abondance relative des Crustacés dans la faune superficielle

III.2.2 Composition de la faune hyporhéique KH

La faune hyporhéique prélevée par la méthode de sondage Karaman- Chapuis dans KH se distingue par le nombre total d'individu le plus faible. En effet seul 14 individus et 5 taxons ont été récoltés durant toute cette campagne d'échantillonnage. Les Gastéropodes forment le groupe dominant; représentés par des Lymnaeidae (42,85%) suivi par les Ephéméroptères représentés par des Baetidae (28,57%) et les Diptères représentés par des Thammaleidae (14,28%). A ces taxons s'ajoutent d'autres, mais considérés comme rares. Ce sont les Coléoptères représentés par des Scirtidae (7,14%) suivi par les Crustacés représentés par des Gammaridae (7,14%) . (fig.18)

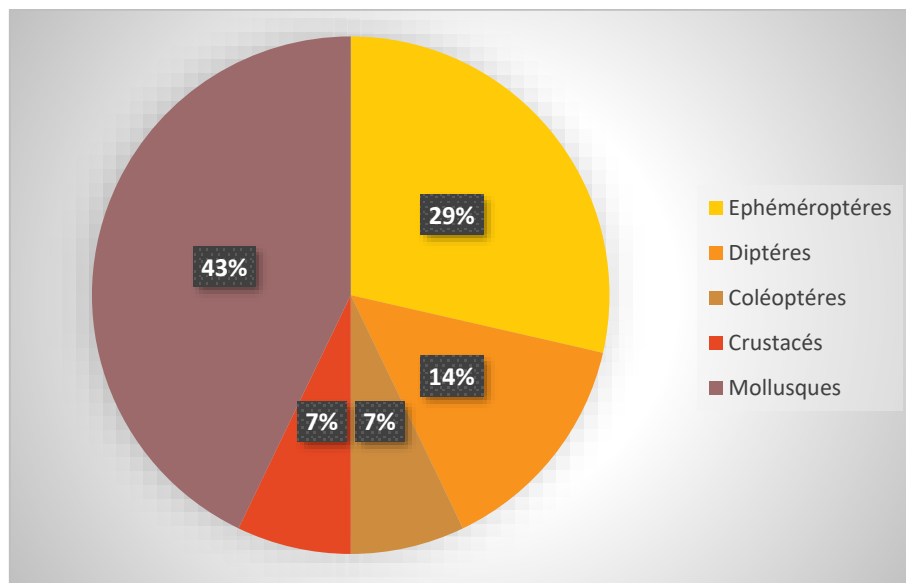


Figure 18: Structure générale de la faune hyporhéique

III.2.3 Composition de la faune des sources

La composition globale de la communauté d'invertébrés de la zone d'étude (3 sites de prélèvement) compte 9 taxons et 597 individus répartis sur 5 classes zoologiques.

Le peuplement des sources est composé essentiellement par les Mollusques avec une abondance relative de 65,32% suivi par les Crustacés qui comptent 21,77% de la faune totale. Par contre, les Insectes sont moins abondants avec seulement 12,22% . Quant aux Annélides et Arachnides, ils sont rares avec 0,33 % respectivement .

Les Mollusques sont représentés par quatre familles. Les Hydrobiidae (35,84%) sont plus les abondants suivi par Lymnaeidae (17,25%) suivi par les Bithynidae avec une abondance relative de 12,06% . La famille des Unionidae ne compte que 0,16% .

Les Crustacés, assez abondants sont représentés par les Amphipodes Gammaridae du genre Gammarus avec 17,58% , suivi par les Atyidae qui comptent 2,51% . Parmi les crustacés, les sources ont livrés des isopodes stygobies de la famille des Cirolanidae avec une faible abondance relative (1,67%).

Les **Insectes** et plus particulièrement leurs larves, constituent l'essentiel des macroinvertébrés aquatiques (TACHET et al. 1980).

Ils sont représentés essentiellement par 5 grands groupes (ordres) et 16 taxons

Les **Coléoptères** comptent 5,36% et sont représentés par Haliplidae 0,83%; suivi par Elmidae 6,13%. Les Dyticidae et les Elmidae sont faiblement représenté avec une abondance relative < à 2%.

Les **Ephéméroptères** comptent 4,69%. Ils sont représentés par trois Familles. Il s'agit des Baetidae 4,09% , des Leptophlebiidae 1,94% et des Ephemerllidae 5,84%.

Les **Diptères** sont moins abondants et comptent 1,34%. Ils sont représentés par deux famille. les Simuliidae avec 0,50% et les Chironomidae 0,83%.

Les **Trichoptères** sont représentés par la famille des Philopatamidae avec une faible abondance relative 0,50% de la faune totale.

Les **Plécoptères** avec une faible abondance relative 0,33% Ils comptent un seul taxon , c'est la famille des Leuctridae.

Quant aux **Annélides**, ils sont représentés par les Oligochètes Naididae et Tubificidae sans soies capillaires avec 0,16% respectivement.

Les **Arachnides** sont moins abondants et sont représentés par les Hydrachariens 0,33% , très commune dans les eaux courantes.(fig.19)

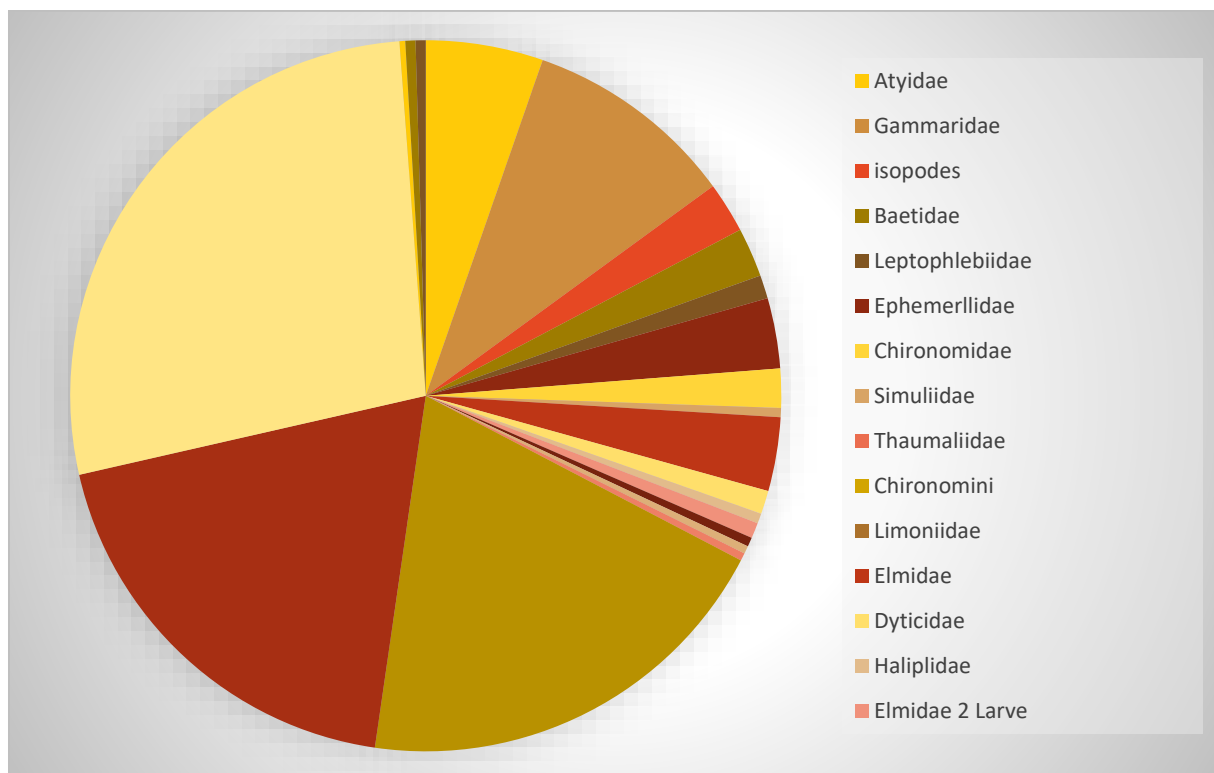


Figure 19 : Structure générale de la faune des sources

III.2.4 Compositon de la Faune du puits

Le puits prospecté compte un total de 171 individus et de 2 taxons, dont 99,41 % sont représentés par des Diptères Culicidae et 0,58% par des Collemboles .(fig.20)

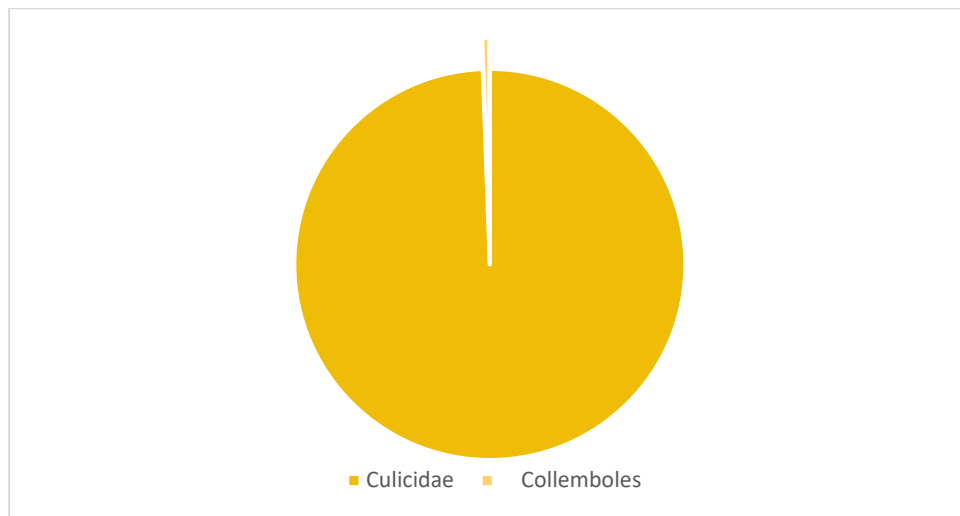


Figure 20 : Structure générale de puit du l'oued nachef

III.2.5 La Compositions des différentes sources

a- La source KS1

a livré 154 individus et 15 taxons. Cette faune est représentée essentiellement par les Mollusques de famille Hydrobiidae (61,68%), suivis par les Ephéméroptères Ephemerllidae (11,03%) ; et les crustacés (10,38%) ;Les autres groupes sont rares, il s'agit des Diptères (3,89%) ;coléoptères(3,89%) ; Trichoptères(0,64%) ;Annelides (1,29%) .(fig.21)

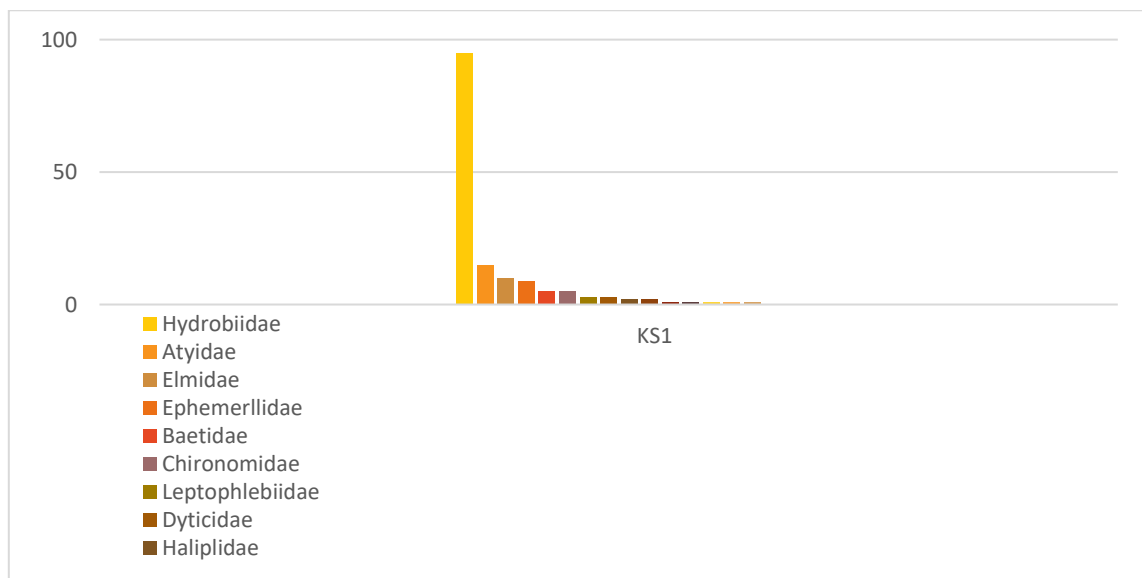


Figure 21: Abondance relative des taxons dans la source KS1

b- La source KS2 :

Avec un effectif de 237 individus et 9 taxons cette faune est représentée essentiellement par les Gastéropodes Hydrobiidae .49,78% suivis par les Crustacés Gammaridae avec 36,28%. Les insectes ne comptent que 13,08% et sont représentés par 5 groupes. il s'agit des Coléoptères 5,9% et les Ephéméroptères 4,64% ; les Trichoptères ; les Plécoptères ; et les Diptères (0,84%).(fig.22)

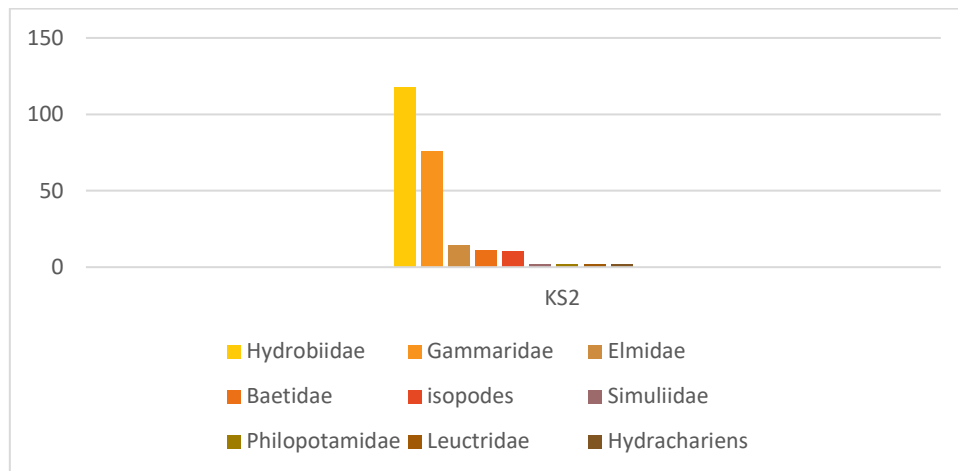


Figure 22 : Abondance relative des taxons dans la source KS2

c- La source KS3

Avec un effectif de 206 individus et une richesse taxonomique de 6 taxons, La KS3 est dominée par les Gastéropodes Lymnaeidae avec 85,43 % de la faune totale et les Crustacés Gammaridae qui comptent 13,59% . Quant aux autres groupes, ils sont très faiblement représentés, il s'agit des Bilvalves et les Coléoptères 0,48% .(fig.23)

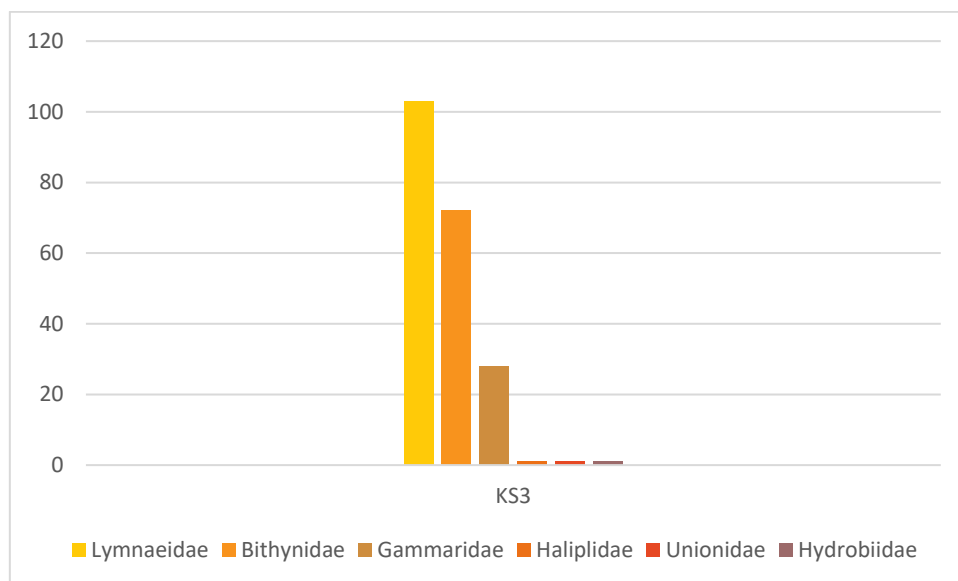


Figure 23 : Abondance relative des taxons dans la source KS3

IV.1 Distribution spatiale

a- Richesse taxonomique

Dans une collection de 1043 individus, 11 taxons identifiés sont répartis inégalement entre les quatre faunes .

La faune **Superficielle** est relativement plus riche avec la présence de 21 taxons alors que la faune de **KS1** abrite 15 taxons, suivi par **KS2** qui enregistre 9 taxons et **KS3** qui abrite 6 taxons. Quant à KH, elle se distingue par la plus faible richesse taxonomique représentée par 5 taxons. Le puits reste la station la plus pauvre en taxons et ne compte que 2 taxons .(fig.24) .

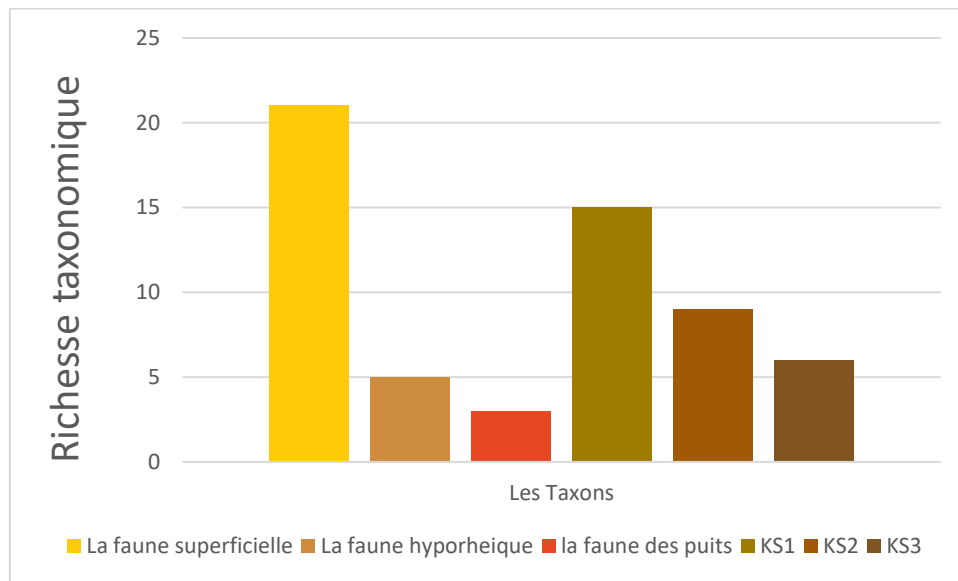


Figure 24 : Richesse taxonomique ente les faunes

b- Abondance totale

La faune des sources correspondant à un nombre d'individus maximal de 597 ind pour les trois sources . Ks1 enregistre l'abondance totale la plus faible, alors que l'abondance au niveau de KS2 et KS3 dépasse 200 ind. La faune superficielle registre un nombre d'individu de 261 ind suivi par la faune des puits qui compte 171 ind . Quant la faune hyporhéique, nous notons l'abondance totale la plus faible avec seulement 14 ind.(fig.25)

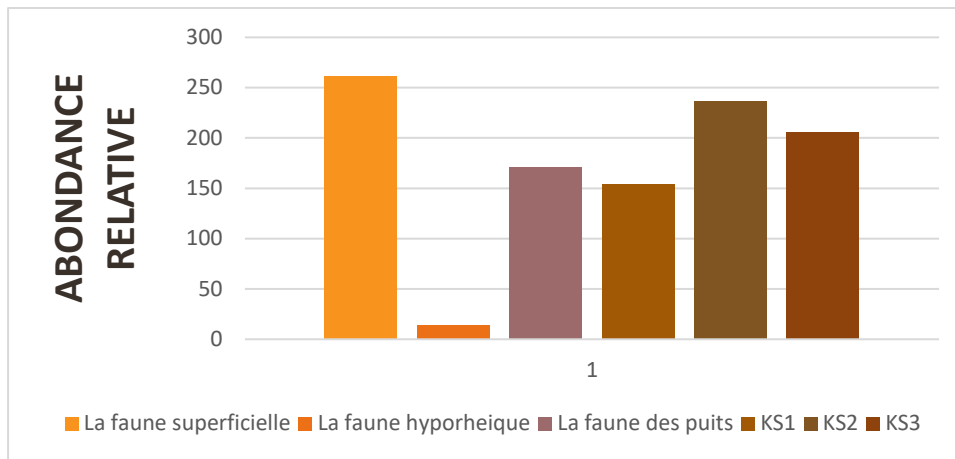


Figure 25 : Abondance Totale

d- Indice de diversité de Shannon-Weaver H' de chaque station

La diversité d'un peuplement s'exprime par un indice qui intègre à la fois, la richesse du peuplement et les abondances spécifiques. Elle désigne le degré de complexité de ce dernier

L'indice de Shannon H' a été calculé pour chaque station, les résultats montrent que l'indice de diversité H' varie entre 0,14 et 0,42

L'indice de diversité de Shannon est $H' < 1$ dans les trois stations. D'après SIMBOURA et ZENETOS (2002), quand le $H' < 1$ cela signifie que le milieu est sensiblement pollué. (fig.26)

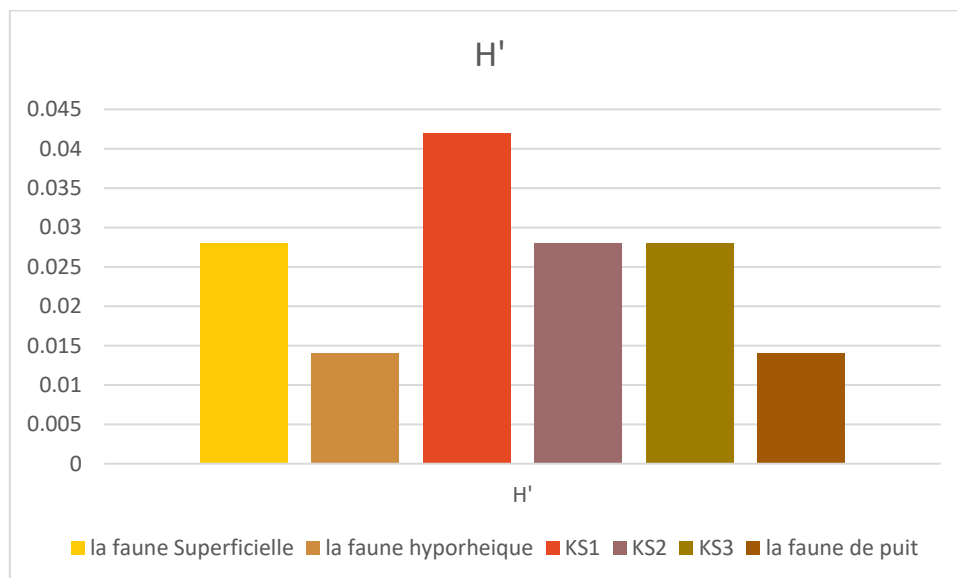


Figure 26 : Indice de diversité de Shannon H'

DISCUSSION

L'étude de la qualité des eaux de l'oued Khémis et du puits creusé dans la nappe alluviale de l'oued Enachef a permis de mettre en évidence des eaux fraîches au niveau des sources et du puits alors que les eaux de surface étaient influencées par la température de l'air. Une sous-saturation en oxygène a été enregistrée atteignant un minimum au niveau du puits signe d'une forte pollution organique confirmée par des teneurs plus élevées d'ammonium. La minéralisation est assez importante au niveau de l'amont et serait liée aux terrains traversés qui caractérisent la région.

Du point de vue faunistique, la faune aquatique prélevée dans la station K1, en amont de l'oued Khémis est composée de 21 taxons d'invertébrés. Cette faune reste relativement appauvrie. Ce nombre est réparti entre 8 familles.

Deux types d'invertébrés ont été récoltés au niveau des sources. Les espèces épigées et hypogées. Les espèces épigées dominent taxonomiquement et numériquement, alors que les espèces hypogées ne sont représentées que par un seul taxon stygobie, obtenu au niveau des sources en particulier au niveau de KS2. Ce qui reste faible par rapport à la stygofaune enregistrée dans le bassin versant de la Tafna (Belaidi et al. 2011, Mahi et al. 2019). Ces résultats reflètent le nombre de campagne de prélèvement qui reste insuffisant. L'espèce stygobie capturée est représentée dans nos récoltes par les Isopodes Cirolanidae du genre *Typhlocirolana*. Il faut signaler que *Typhlocirolana* est un genre très commun dans le bassin méditerranéen en général (Racovitza, 1905) et dans la région nord-ouest d'Algérie en particulier (Belaidi et al. 2004, Belaidi et al. 2011 ; Mahi et al. 2017)

Généralement la faune épigée recensée dans les trois sources est dominée par Les Mollusques .

Les Oligochètes représentés par 2 familles, sont considérés comme des organismes tolérants la pollution, ils **sont plus abondants en hautes eaux**, et présentent une **très faible abondance** aux étiages, qui est peut être due à l'assèchement du cours d'eau (donc rétrécissement des micro-habitats). La famille des Naididae ce sont des espèces cosmopolites qui prolifèrent même dans les stations les plus polluées (Belaidi et al, 2004), ils préfèrent des températures élevées (Lounaci, 1987). Selon Giani (1984) et Lafont (1987), les Tubificidae sont considérés comme des espèces à large répartition géographique, en effet, dans notre étude, ils sont présents dans la source KS1 où les températures sont relativement plus faibles .

Les Coléoptères qui forment un groupe diversifié d'un point de vue taxonomique **est peu abondant**. Les coléoptères existent dans notre matériel sous deux formes larvaire et adulte. 6 familles ont été récoltées dans cette étude, dont la famille des Elmidae est la plus diversifiée, par 4 genres, ils sont des organismes eurythermes, colonisant les eaux peu courantes (Berthelemy, 1966), ils sont peu abondants, d'après Boumaiza (1994) ils prolifèrent en plaine, à altitudes moyennes ou peu élevées, mais dans notre étude, ils sont plus abondants dans les stations K1 et KH et dans les sources KS1 ;KS2 et KS3 . reflétant probablement une remonté en altitude cherchant vraisemblablement des conditions climatiques plus favorables.

Les Hétéroptères sont les **moins abondant** et ne sont représenté par deux famille la famille des Veliidae et Notonectidae dans la faune superficielle K1; Ce sont des insectes d'eau stagnante Dethier (1985, 1986).Notons que 4 taxons ont été récoltés par REZZOUGUI (2012).

Les Plécoptères **sont les moins abondant** et ne sont représenté par un seul famille la famille des Leuctridae dans la faune superficielle K1 et la faune des source KS2 ; Ils sont également de très bons indicateurs de la qualité des cours d'eau, car ils sont très sensibles à la pollution (ce groupe est utilisé dans le cadre des IBGN). Ces insectes sont avant tout inféodés aux eaux fraîches et courantes (ruisselets, petites rivières et fleuves), car leurs besoins en oxygène dissous sont élevés.

Les Mollusques regroupent les Gastéropodes et les bivalves avec une abondance des Gastéropodes qui compte 6 taxon dans toutes les station. Remarquons que 9 taxons ont été récoltés par REZZOUGUI (2012).

Les Crustacés sont moins abondants et sont représenté par les Amphipodes Gammaridae qui caractérisent ces milieux.

Les Oligochètes, organismes tolérants la pollution, sont faiblement représenté , traduisant un milieu pauvre en matière organique en décomposition .

La faune des puits et des sources révèle une richesse taxonomique de 11 taxons avec 1043 individus ; Cette richesse semble être supérieure

Les Espèces communes au milieu benthique et aux sources sont au nombre de 7 taxons. Il s'agit des Gammaridae, des Baetidae ;des Simuliidae; des Elmidae; des Philopatamidae ;des Hydrobiidae et des Leuctridae .

La comparaison de la faune des sources révèle à la fois des avec 6 communs aux sources KS1, KS2 et KS3 et des différences dans les espèces spécifiques à chaque source. Cette différence est liée aux conditions environnementales locale. Notons que la source KS1 est la plus riche taxonomiquement alors que la source KS2 est la plus riche numériquement.

Le puits se distingue par une faible richesse taxonomique. En effet , seuls 2 taxons ont été prélevés traduisant une forte pollution des eaux du puits, confirmant la sous saturation anormale en oxygène dissous dans l'eau. L'impacts des activités de l'homme peuvent avoir des répercussions sur l'ensemble de l'écosystème aquatique, perturbant les interactions écologiques complexes et réduisant la biodiversité. Pour protéger les invertébrés aquatiques et maintenir la santé des écosystèmes, il est crucial de contrôler et de réduire les sources de pollution à l'origine, tout en mettant en œuvre des pratiques de gestion durable de l'eau et des ressources naturelles.

CONCLUSION

Notre étude, débutée en mars 2024, a commencé par une collecte extensive de données sur le terrain dans la région de Beni-Snous et du bassin d'Oued El-Khemis. Trois sites d'échantillonnage stratégiques ont été sélectionnés : l'amont de l'Oued El-Khemis, la source Ain Ghbali (station K1), et le puits au niveau d'Oued Nachef, chacun représentant des écosystèmes aquatiques distincts dans la région montagneuse de Tlemcen.

Les résultats de notre recherche ont mis en lumière plusieurs aspects importants concernant la qualité environnementale et la biodiversité de ces sites. Du point de vue physico-chimique, nous avons observé des températures de l'eau modérées et une minéralisation variable, indiquant une eau relativement propre mais susceptible d'être polluée, surtout dans les zones karstiques comme celles étudiées. Les niveaux d'oxygène dissous et les valeurs de pH, bien que généralement favorables à la vie aquatique, ont montré des variations significatives entre les sites, influencées par la végétation et les caractéristiques géologiques locales.

Concernant la faune aquatique, nos analyses ont révélé une diversité de 11 taxons et des compositions taxonomiques spécifiques à chaque site. Par exemple, la station K1 a présenté la diversité la plus riche avec une dominance marquée des insectes et des mollusques, indiquant une bonne santé écologique relative malgré les défis potentiels de pollution. Les sources KS1, KS2 et KS3 sont moins riches avec la dominance des Crustacés et Mollusques .

Ce travail n'a permis de récolter qu'une seule espèce stygobie en relation avec l'effort d'échantillonnage qui reste très faible

Quant au puits la forte pollution organique enregistré n'a permis de récolte que 2 taxons avec absence d'espèce stygobies.

En conclusion, notre étude apporte des données cruciales pour la gestion durable de ces écosystèmes fragiles. Elle souligne l'importance de surveiller attentivement les paramètres environnementaux et de prendre des mesures préventives contre la pollution, notamment dans les zones à forte karstification comme celles examinées. Ces résultats peuvent servir de base solide pour élaborer des politiques de conservation et de gestion des ressources en eau dans la région de Tlemcen, contribuant ainsi à la préservation de la biodiversité et au maintien de la qualité de l'eau pour les générations futures.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHY
QUES

1. **AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDROLIQUES (A.N.R.H.), 2013.** Rapport interne.
2. **Aït Boughrous A., Yacoubi-Khebiza M., Boulanouar M., Boutin C. & Messana G., 2007.** Qualité des eaux souterraines dans deux régions arides du Maroc : impact des pollutions sur la biodiversité et implications paléogéographiques. *Environmental Technology* 28 : 1299-1315.
3. **AUTHIER A., 1981.** Rapports d'analyse des eaux de la région de Tlemcen.
4. **BELAIDI N., TALEB A., MAHI A et MESSANA G., 2011.** Composition and distribution of stygobionts in the Tafna alluvial aquifer (north-western Algeria), *Subterranean Biology*. 8: 21-32 p.
5. **BELAIDI N., TALEB A., MAHI A et MESSANA G., 2011.** Composition and distribution of stygobionts in the Tafna alluvial aquifer (north-western Algeria), *Subterranean Biology*. 8: 21-32 p.
6. **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 doctorat d'État, Univ. Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, 78 pp.
7. **BENBAHI I , (2021) .** Contribution à une étude de la diversité et rôles des ripisylves dans l'Oued El-Khémis (Béni Snous - Tlemcen).p 63 .
8. **Bernard ,L et Sophie, F.(2020).** Petit guide de collecte de la faune aquatique souterraine p6
9. **BOULANOIJAR 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.
10. **BOUMAÏZA M. (1994) :** Recherche sur les eaux courantes de Tunisie: faunistique, écologie et biogéographie. Thèse de Doctorat es Sciences, Université de Tunis II, 330 pp
11. **BOUTIN C. ET BOULANOUAR M. (1983) .**Méthode de capture de la faune stygobie : Expérimentation de différents types de pièges appâtés dans les puits de Marrakech. *Bulletin Faculté des Sciences Marrakech (Section Sciences de Vie)*, 2 :5-21.
12. **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.
13. **Boutin C., 1984.** Sensibilité à la pollution et répartition de quelques espèces de crustacés phréatobies à Marrakech (Maroc occidental). *Mém. Biospéol.* 11 (38) : 55-64.
14. **Boutin C., 1993.** Biogéographie historique des Crustacés Malacostracés stygobies du Maroc. Thèse de Doctorat, Univ. Cl. Bernard Lyon I, France, 263 p.

15. **DAHMANI B., HADJI F. & ALLAL F. (2003).** Traitement des eaux du bassin hydrographique de la Tafna (NW Algérie). *Desalination*, Vol. 152, p. 113-124.
16. **DUSSART., 1996.** *Limnologie. L'étude des eaux continentale* 2ème édition, boubée, paris.
17. **Gibert J., Danielopol D.L. & Stanford J.A. (Eds.), 1994.** *Groundwater Ecology*. Academic Press, New York, 572 pp.
18. **Gibert, J., Mathieu J., Fournier F., (Eds.) 1997.** *Groundwater / Surface Water Ecotones : Biological and Hydrological Interactions and Management Options*. Cambridge University Press, Cambridge, 246 pp.
19. **HUTCHINSON T.C., MEEMA K.M., 1987.** Lead, mercury and arsenic in the environment. *Scope* 31. John Wiley & Sons, Chichester, 360 pp
20. **Juberthie C. & Decu V. (Eds.), 1994, 1998, 2001.** *Encyclopaedia Biospeologica* 1-834; 2 : 835-1374; 3 : 1375- 2294; Soc. Intern. Biospeol., Bucarest (Roumanie) et Moulis (France) : 2294 pp.
21. **LAGAUTERIE P., LEROUX P., 1977.** Une méthode d'analyse de la sensibilité aux facteurs ambiants des macro-invertébrés benthiques des eaux courantes par Laboratoire d'Ecologie Générale et Appliquée. Université de Paris VII, La Terre et la Vie, YOI. 31.
22. **Lamotte ,M., et Bourlière ,E F., 1971.** Problèmes d'écologie : L'échantillonnage des peuplements animaux des milieux aquatiques. Édit. MASSON, Paris, 294 p
23. **LEVEQUE Ch., 1996.** Les fondamentaux « Ecosystèmes aquatiques » Edt. Hachette livre.43. Quasi de Grenelle.75905- paris cedex 15 :39-44 p.
24. **LOUNACI A., 2005.** Recherche sur la faunistique, l'écologie et la biogeography des macroinvertébrés des cours d'eau de kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie). Thèse de doctorat d'état en biologie. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (Algérie). 208p
25. **MAHI A. (2007).** Contribution à l'étude de la faune stygobie de la région de Tlemcen (Nord-Ouest Algérien). Thèse. Magistère. Univ. Tlemcen (Algérie): 127p.
26. **MERZOUG D., KHIARI A., AÏT BOUGHROUS A. & BOUTIN, C. (2010)** .Faune aquatique et qualité de l'eau des puits et sources de la région d'Oum-El-Bouaghi (Nord-Est Algérien). *Hydroécol. Appl.*, 17, 77-97.
27. **NISBET M. et VERNEAUX J., (1970)** : Composition chimique des eaux courantes. Discussion et propositions de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques. *Annls. Limnol.* 6 (2) : 161 – 190.
28. **P.D. A.U, 2008.** commune de beni snous

29. **Pesce GL., Tete P. & De Simone M., 1981.** Ricerche in Africa dell' Istitut di Zoologia de l'Aquila. VI. Ricerche, faunistische in acque sotterranee del Magreb (Tunisia, Algeria, Morroco) e, dell Egitto. *Natura. Soc. Ital. Sci. Nat., Museo. Civ. Stor. Nat. E Acquar. Civ.* Milano. 72 (1-2) : 63-69.
30. **Racovitza E.G., 1912.** Cirolanides (1ère série). *Arch. Zool. Exp. et Gen.* 10 (5) : 203-205.
31. **RAMADE F. 2003.** Element d'écologie: Ecologie fondamentale. 3ème edition. Dunod. Paris: 190 p.
32. **REZZOUGUI A., 2012.** Contribution à l'analyse des tendances d'évolution de peuplement des macro-invertébrés benthique dans un contexte de réchauffement climatique. Cas de sous bassin de la Tafna. Thèse de Magister. Université de Tlemcen. 100 p.
33. **RODIER J., 1996.** L'analyse de l'eau. Eaux naturelles –eaux résiduaires- eaux de mer. Tome 1 et 2. 8ème Edition. Dunod : 1383p
34. **RODIER J., 2009.** L'analyse de l'eau. Eaux naturelles. Eaux résiduelles. Eaux de mer. 9ème Edition dunod. Collection. Scien.ing 9ème Edition. Paris : 1526p
35. **SIMBOURA N., & ZENETOS, A. 2002.** Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystems, including a new biotic index. *Mediterranean Marine Science*, 3(2), 77-111.
36. **Tachet , H., Bournaud, M., Richoux PH., et Usseglio - -Polatera PH., 2000.** Invertébrés des eaux douces : Systématique, Ecologie, Biologie. Ed CNRS-Paris : 588p.
37. **ZENAGUI I., BELAIDI N., BENKEBIL Z., TALEB A., 2020.** Nutrient dynamics in a hyporheic zone in response to a severe and prolonged dry period in a semi-arid river (Tafna wadi). *Environmental Earth Science* 79:35

ملخص

بدأت دراستنا في مارس 2024 بجمع بيانات ميدانية واسعة النطاق في منطقتي تيرني وخميس، مع التركيز بشكل خاص على مستجمعات المياه في بني سنوس ووادي الخميس. تم اختيار ثلاثة مواقع: منبع وادي الخميس، ومنابع عين الغبالي، بالإضافة إلى بئر في وادي ناشف. استخدمنا طرقاً مختلفة لأخذ العينات مثل شبكات الفير اتوبيولوجية وشبكات سوربر والفخاخ لدراسة الحيوانات المائية والنباتية. أشارت التحليلات الفيزيائية والكيميائية إلى ظروف مواتية بشكل عام، على الرغم من تباين مستويات التلوث، بما في ذلك التركيزات العالية من النترات والأمونيوم في بعض المناطق.

الكلمات المفتاحية: المياه الجوفية، الكائنات الباطنية، التنوع، بئر، تيرني، الخميس.

Summary

Our study began in March 2024 with extensive field data collection in the Terni and Khémis regions, focusing specifically on the Beni-Snous and Oued El-Khemis watersheds. Three sites were selected: the upstream of Oued El-Khemis, the Ain-Ghballi sources, as well as a well at Oued Nachef. We used different sampling methods such as phreatobiological nets, Surber nets and traps to study aquatic and hyporheic fauna. Physico-chemical analyzes indicated generally favorable conditions, despite varying levels of pollution, including high concentrations of nitrates and ammonium in some areas.

Keywords: groundwater, underground organisms, diversity, well, Terni, Khémis.

Résumé

Notre étude a débuté en mars 2024 par une collecte extensive de données sur le terrain dans les régions de Terni et Khémis, se concentrant spécifiquement sur les bassins versants de Beni-Snous et de l'Oued El-Khemis. Trois sites ont été sélectionnés : l'amont de l'Oued El-Khemis, les sources Ain-Ghballi, ainsi qu'un puits à l'Oued Nachef. Nous avons utilisé différentes méthodes d'échantillonnage telles que les filets phréatobiologiques, les filets Surber et des nasses pour étudier la faune aquatique et hyporhéique. Les analyses physico-chimiques ont indiqué des conditions généralement favorables, malgré des niveaux de pollution variables, notamment des concentrations élevées en nitrates et en ammonium dans certaines zones.

Mots clé : Eau souterraine, faune stygobie, diversité, puits, Terni et Khémis