

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان -

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers



Département d'Ecologie et Environnement

*Laboratoire de recherche d'écologie et gestion des écosystèmes naturels
(LECGEN)*

MEMOIRE

Présenté par

BOUTBICI Bouchra

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Écologie et environnement

Spécialité :

ÉCOLOGIE

THEME

**Contribution à l'étude de la biodiversité faunistique
de la haute Tafna**

Soutenu le 30 juin 2020, devant le jury composé de :

| | | | |
|-----------|--------------------------|------------|-----------------------|
| Président | Mme ABDELLAOUI Karima | Professeur | Université de Tlemcen |
| Encadreur | Mme BELAIDI Nouria | Professeur | Université de Tlemcen |
| Examineur | Mme BOUKLI HACENE Samira | MCA | Université de Tlemcen |

Année universitaire 2019/2020

***CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DE LA
BIODIVERSITÉ FAUNISTIQUE DE LA
HAUTE TAFNA***

BOUTBICI BOUCHRA

« *Remerciement* »

Avant toute chose, louange à Allah, le tout puissant, de m'avoir donné la force pour survivre, ainsi que l'audace pour dépasser toutes les difficultés.

- ❖ *J'exprime d'abord mes profonds remerciements et ma vive reconnaissance à Madame **BELAIDI Nouria**, Professeur au département d'Ecologie 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 de Tlemcen, pour avoir encadré et diriger ce travail avec une grande rigueur scientifique. Je suis également reconnaissante pour le temps conséquent qu'elle m'a accordé, ses conseils, sa franchise et sa sympathie. J'ai beaucoup appris à ses côtés et je lui adresse ma gratitude pour tout cela.*
- ❖ *Je remercie aussi Melle **TALEB Amina**, Professeur au département d'Ecologie et Environnement de la faculté des sciences de la nature et de la vie, à l'université de Tlemcen pour son aide et son soutien durant tout le long de ce cycle. Qu'elle trouve ici l'expression de ma reconnaissance et mon estime.*
- ❖ *Un grand merci pour Madame **ABDELLAOUI Karima**, Professeur au département d'Ecologie et Environnement de la faculté des sciences de la nature et de la vie, université de Tlemcen, d'avoir accepté de présider le jury.*
- ❖ *J'adresse également mes remerciements à Madame **BOUKLI HACENE Samira**, Maitre de conférence au département d'Ecologie et Environnement à la faculté des sciences de la nature et de la vie, à l'université de Tlemcen, d'avoir voulu lire et examiner ce mémoire.*

Mes remerciements sont aussi adressés à tous mes enseignants pour tout ce qu'ils ont fait et présenté pendant mon cursus à l'université.

« Dédicace »

Aux êtres les plus chers, Mes parents,

A mon père, Mon plus haut exemple et mon modèle de persévérance pour aller toujours de l'avant et ne jamais baisser les bras. Pour son aide à concrétiser mes rêves sans ne jamais manquer de rien. Pour sa protection, son affection, ses sacrifices, et sa générosité. Pour son enseignement à m'inculquer les vraies valeurs de la vie et pour ses précieux conseils.

A ma mère, la lanterne qui éclaire mon chemin, pour sa tendresse, sa patience, sa disponibilité, sa compréhension, son écoute et son soutien sans égal dans les bons moments comme dans les moments les plus difficiles de ma vie. Pour son aide si précieuse qui a rendu possible la soutenance de ce mémoire.

Avec ce modeste travail j'espère réaliser l'un de vos rêves. Aucune dédicace ne saurait exprimer mes respects, ma reconnaissance et mon profond amour. Puisse Dieu vous préserve et vous procure santé, longue vie et bonheur.

A mes chers frères, l'affection et l'amour fraternel,

A mon grand frère « Ghouti », Mon ange gardien et mon fidèle compagnon dans les moments les plus délicats de cette vie.

Mon cher petit frère « Mohammed Riad », présent dans tous mes moments d'étude par son encouragement et son soutien moral.

Puisse Dieu vous préserve et vous procure santé, bonheur, réussite, et vous aide à réaliser vos rêves.

A ma chère amie que je n'oublie jamais « Nadjet », merci pour tous les efforts que tu as fait pour moi, merci pour les bons moments qu'on a partagé ensemble, je te souhaite plein de succès, de joie et du bonheur. Que dieu te garde et illumine ton chemin. Et à tous les membres de sa famille « ACHOUI ».

A tous ceux qui me sont chers.

A tous ceux qui m'ont tout donné sans rien en retour.

« BOUTBICI BOUCHRA »

ملخص

العنوان: مساهمة في دراسة التنوع البيولوجي لللافقاريات المائية في منطقة التفنا العليا
ركز هذا الموجز البحثي على دراسة التنوع البيولوجي لللافقاريات المائية في تفنا العليا. تم اختبار موقعين (عتبة ومرساة) في قسمين، محطة دائمة ومحطة متقطعة.
تم تنفيذ تحليل بعض العوامل الفيزيائية-الكيميائية للمياه والرواسب
عملنا جعل من الممكن تحديد منصة الكائنات المائية التي تتكون من 819 فرداً ينتمون إلى 16 تصنيفاً، موزعة بشكل غير متساوي بين المحطتين المدروستين.
تظهر هذه النتائج أن النهر الدائم أكثر ثراء من وجهة نظر تصنيفية، وعلى الرغم من أوجه التشابه من وجهة نظر تصنيفية بين المحطتين المدروستين مع وجود أصناف معينة حصرية، إلا أن التكوين لا يزال مختلفاً

الكلمات المفتاحية: التنوع البيولوجي، تافنة العليا، اللافقاريات المائية، النهر المؤقت

Résumé :

Titre : Contribution à l'étude de la biodiversité faunistique de la haute Tafna.

Le présent mémoire d'initiation à la recherche se focalise sur l'étude de la biodiversité des macroinvertébrées aquatiques dans la haute Tafna. Les invertébrés ont été échantillonnés dans le seuil et la mouille de deux stations, une station pérenne et une station intermittente.

Les analyses de quelques paramètres physico-chimiques de l'eau et des sédiments ont été effectuées au niveau de chaque station pour évaluer la qualité de l'eau.

Ce travail a permis de recenser 819 individus appartenant à 16 taxons, distribué inégalement entre les deux stations étudiées. La richesse et l'abondance des taxons aquatiques sont relativement plus élevées dans la station pérenne que dans la station intermittente. En dépit des similitudes d'un point de vue taxonomique entre les deux stations étudiées et la faible présence de taxons exclusifs, la composition reste différente.

Mots clés : biodiversité, haute Tafna, macroinvertébrés aquatique, rivière intermittente.

Abstract :

Title: Contribution to the study of aquatic biodiversity in the upstream of Tafna river.

This research work focused on the biodiversity of aquatic macroinvertebrates study in the upstream of Tafna river. The invertebrate were sampled in the riffle and pool sites from two stations, a perennial station and an intermittent station.

The analysis of some physico-chemical parameters of water and sediments were carried out at each station to assess the water quality.

In this work 819 individuals and 16 taxa were recorded, unequally distributed between the two study sites. The aquatic taxa richness and abundance were relatively higher in the perennial station than in the intermittent station. Despite the taxonomic similarities between the two stations and the limited presence of exclusive taxa, the invertebrate composition remained different.

Keywords: biodiversity, upstream of Tafna, aquatic macroinvertebrates, intermittent river.

Sommaire

| | | |
|--|---|-----------|
| | Introduction..... | 1 |
| CHAPITRE I : ETUDE DU MILIEU PHYSIQUE | | |
| I.1 | Aperçu sur les bassins versant d'Algérie..... | 3 |
| I.2 | Présentation du bassin versant de la Tafna..... | 5 |
| I.2.1 | Aperçu sur la géologie du bassin versant de la Tafna..... | 6 |
| I.2.2 | Présentation de sous bassin de la haute Tafna..... | 8 |
| I.2.3 | Le profil en long de la haute Tafna..... | 8 |
| I.2.4 | Occupation du sol de la haute Tafna..... | 9 |
| I.2.5 | Aperçu climatique..... | 9 |
| I.2.6 | Hydrologie..... | 10 |
| II.3 | Description des sites d'études..... | 10 |
| CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES | | |
| II.1 | Méthodes de terrain..... | 15 |
| II.1.1 | Echantillonnage de la faune..... | 15 |
| II.1.2 | Prélèvement de l'eau..... | 16 |
| II.1.3 | Prélèvement des sédiments..... | 16 |
| II.2 | Méthodes d'étude au laboratoire..... | 16 |
| II.2.1 | Tri et détermination des macro-invertébrés..... | 16 |
| II.2.2 | Mesures des paramètres physico-chimiques de l'eau..... | 17 |
| | a. Paramètres physique..... | 17 |
| | b. Paramètres chimique..... | 17 |
| II.2.3 | Analyse des sédiments..... | 18 |
| | a. Taux d'humidité..... | 18 |
| | b. Taux de la matière sèche..... | 18 |
| II.3 | Analyse des données..... | 20 |
| | a. L'abondance relative..... | 20 |
| | b. La richesse taxonomique..... | 20 |
| | c. L'indice de diversité de Shannon-Weaver H' | 20 |
| | d. L'équitabilité de Pielou J' | 21 |

**CHAPITRE III : RESULTATS ET
INTERPRETATION**

| | | |
|----------------|--|-----------|
| III.1 | Résultats physico-chimiques..... | 22 |
| III.1.1 | Analyse physicochimiques de l'eau..... | 22 |
| | a. La température de l'eau..... | 22 |
| | b. L'oxygène dissous..... | 23 |
| | c. La conductivité | 23 |
| | d. Les composés azotés..... | 23 |
| | e. Phosphore..... | 24 |
| III.1.2 | Analyse des sédiments..... | 26 |
| III.2 | Résultats faunistique..... | 27 |
| III.2.1 | Composition globale de la faune benthique..... | 27 |
| III.2.2 | Comparaison des stations pérennes et intermittentes..... | 31 |
| | a. Richesse taxonomique..... | 31 |
| | b. Abondance relative..... | 31 |
| | c. Indice de diversité de Shannon-Weaver H' de chaque station T0 et T1 | 32 |
| | d. Equitabilité de Pièlou J' | 32 |
| III.2.3 | Distribution faunistique entre le seuil et la mouille..... | 35 |
| | a. La richesse taxonomique du seuil et de la mouille | 35 |
| | b. L'abondance relative de chaque taxon du seuil et de la mouille par rapport à l'abondance totale..... | 35 |
| | Discussion..... | 37 |
| | Conclusion..... | 40 |

Liste des figures

| | | |
|------------------|--|----|
| Figure 1 | Découpage de l'Algérie en régions hydrographiques (Source ANRH)..... | 3 |
| Figure 2 | Les bassins versant de l'Algérie (Source ANRH)..... | 4 |
| Figure 3 | Carte géologique du Nord-Ouest Algérien (Source BENEST.1985)..... | 7 |
| Figure 4 | Réseaux hydrographiques du bassin versant de l'oued Tafna avec la localisation des sites d'étude (BELAIDI et al., 2011 modifié)..... | 11 |
| Figure 5 | Station T0 (Originale)..... | 14 |
| Figure 6 | Station T1 (Originale)..... | 14 |
| Figure 7 | Prélèvement d'échantillon Surber (Originale)..... | 15 |
| Figure 8 | Préparation des solutions chimiques | 18 |
| Figure 9 | Préparation des échantillons de sédiments..... | 19 |
| Figure 10 | Structure générale de la faune benthique du sous bassin de la haute Tafna..... | 28 |
| Figure 11 | Abondance relative des insectes dans le sous bassin de la Haute Tafna..... | 28 |
| Figure 12 | Abondance relative des Diptères dans le sous bassin de la Haute Tafna..... | 29 |
| Figure 13 | Abondance relative des Coléoptères dans le sous bassin de la haute Tafna..... | 29 |
| Figure 14 | Abondance relative des Crustacés dans le sous bassin de la haute Tafna..... | 30 |
| Figure 15 | Abondance relative des Mollusques dans le sous bassin de la haute Tafna..... | 30 |
| Figure 16 | Richesse taxonomique des stations T0 et T1..... | 33 |
| Figure 17 | Abondance relative des taxons dans les stations T1 et T0..... | 33 |
| Figure 18 | Indice de diversité de Shannon H' et l'Equitabilité de Piélou J'... | 34 |
| Figure 19 | Richesse taxonomiques du seuil et mouille..... | 36 |
| Figure 20 | Abondance relative des taxons du seuil et de la mouille..... | 36 |

Liste des Tableaux

| | | |
|------------------|--|----|
| Tableau 1 | Les données géographiques de la station T0. | 10 |
| Tableau 2 | Les principales caractéristiques des deux stations..... | 12 |
| Tableau 3 | Valeurs de quelques paramètres physico-chimiques de l'eau..... | 25 |
| Tableau 4 | Taux d'humidité et de la matière organique des sédiments..... | 26 |

NOTATIONS ET ABREVIATIONS

Notations

m : mètre

mm : millimètre

N : nord

W : ouest

µm : Micro mètre.

mg : milligramme

L : litre

cm : centimètre

h : heure

°C : degré celsius

BV : Bassin versant

ind : individu

% : pourcentage

Abréviations

ANRH : Agence national des ressources hydrauliques

PNE : Plan national de l'eau

INTRODUCTION

Pages : 1-2

Les cours d'eau sont parmi les écosystèmes les plus complexes et dynamiques (DYNESIUS et NILSON, 1994). Ils naissent par le fait que les eaux qui atteignent la surface de la terre ne sont pas complètement absorbées. Une part ruisselle et s'écoule à l'air libre, formant les cours d'eau (DUSSART, 1966).

Les eaux courantes jouent des rôles importants dans la conservation de la biodiversité, dans le fonctionnement des organismes et dans le cycle de la matière organique. Ainsi ils constituent le principal vecteur de transport de l'eau liquide de la terre vers les océans. Au-delà de cet aspect, il ne faut pas oublier que ces derniers permettent aussi de stocker de l'eau de manière temporaire (MUSY & HIGH, 2004).

Aujourd'hui de nombreux cours d'eau sont temporaires aussi bien à l'échelle mondiale qu'à l'échelle locale et sont particulièrement sensibles aux changements climatiques (DATRY et al. 2018) d'où l'intérêt porté sur ces écosystèmes souvent ignorés.

Les cours d'eau intermittents représentent une grande partie de toute l'eau douce dans la planète, et font référence aux cours d'eau qui cessent périodiquement de couler. Il s'agit de milieux présentant des débits très faibles ou nuls avec rupture de l'écoulement dépendant directement des précipitations souvent irrégulières. Une rivière temporaire s'assèche particulièrement lors de l'étiage et reste différente d'une rivière permanente (DATRY, 2012). Leur nombre et leur longueur sont amenés à augmenter en réponse non seulement au changement climatique mais aussi à l'utilisation croissante de la ressource en eau (LARNED et al. 2010). De nombreuses études ont montré que la gravité de l'intermittence des cours d'eau augmentera dans les régions arides, et les cours d'eau pérennes deviendront progressivement intermittents (BERNARD et al. 2005 ; STROMBERG et al. 2005 ; RUPP et al. 2008 ; LARNED et al. 2011). Ceci a des conséquences négatives sur la biodiversité dans son contexte général.

Globalement, la biodiversité des écosystèmes intermittents se détériore rapidement en raison des activités humaines telles que les pompages de l'eau qui contribuent à l'assèchement dont la durée contrôle la biodiversité et détermine les possibilités de colonisation par les espèces aquatiques.

De nombreux travaux sur les invertébrés aquatiques de la Tafna ont eu lieu. Nous citons quelques références comme YADI (1985), BENDIOUIS-CHAOUI BOUDGHENE (1991), GAGNEUR et ALIANE (1991), BELAIDI ALIANE (1992), TALEB (2004), KORICHI

(2008). Cependant, la majorité des recherches se sont concentrées sur les habitats et les communautés benthiques, sans tenir compte des tronçons temporaires.

C'est dans ce contexte général que se positionne cette contribution qui a pour objectif d'examiner à l'échelle local, le peuplement d'invertébrés de la haute Tafna au niveau d'une station intermittente et une station pérenne en association avec les caractéristiques géomorphologiques (seuil/mouille) afin de montrer les changements dans la composition de la faune benthique.

La structure de ce manuscrit débutera par une introduction qui sera suivie du premier chapitre qui est consacré à la présentation du bassin versant de la Tafna, avec une description détaillée des sites d'études, ensuite le deuxième chapitre qui sera réservé au matériel et méthodes utilisés. Enfin, les résultats de ce travail ainsi que la discussion seront présentés au troisième chapitre. Nous terminerons le mémoire par une conclusion générale.

CHAPITRE I : ETUDE DU MILIEU PHYSIQUE

*A l'échelle cosmique, l'eau est plus rare
que l'or. **Hubert Reeves***

Pages : 3-14

Le site d'étude représente un tronçon du réseau hydrographique de la Tafna (bassin versant de la Tafna), et plus précisément dans l'amont de la Tafna. Une synthèse des caractéristiques géographiques, géologiques, hydrologiques et climatiques sera donnée dans le présent chapitre.

I.1 APERCU SUR LES BASSINS VERSANT D'ALGERIE :

Les ressources en eau d'Algérie proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines. Au total l'Algérie couvre 5 grandes régions hydrographiques (**Figure 1**) :

-Région 1 : Oranais-chott Chergui (bassins hydrographiques de la Tafna, Côtier Oranais, Chott chergui, Macta).

-Région 2 : Chellif-Zahrez (bassins hydrographiques de Chellif, Zahrez, Côtier Algérois : coté de Ténès).

-Région 3 : Algérois-Soummam-Hodna (bassins hydrographiques de Côtier Algérois, Isser, Hodna, Seybouse).

-Région 4 : Constantinois Seybouse Mellegue (bassins hydrographiques Côtier Constantinois, haut plateaux Constantinois, Kebir Rhumel, Soummam, Medjerdah).

-Région 5 : Sahara (bassins hydrographiques de Chott Melrhir, et le bassin du Sahara).

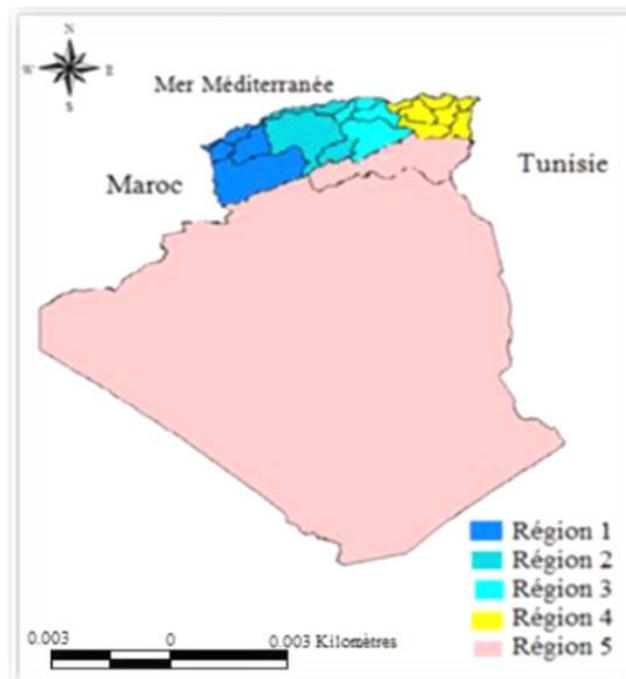


Figure 1 : Découpage de l'Algérie en régions hydrographiques (Source : ANRH)

CHAPITRE I : ETUDE DU MILIEU PHYSIQUE

Ces 5 régions hydrographiques sont divisées en 17 bassins hydrographiques (Figure 2). Ce découpage fut initié lors de l'étude générale intitulée Plan National de l'Eau (PNE) lancée en 1993.

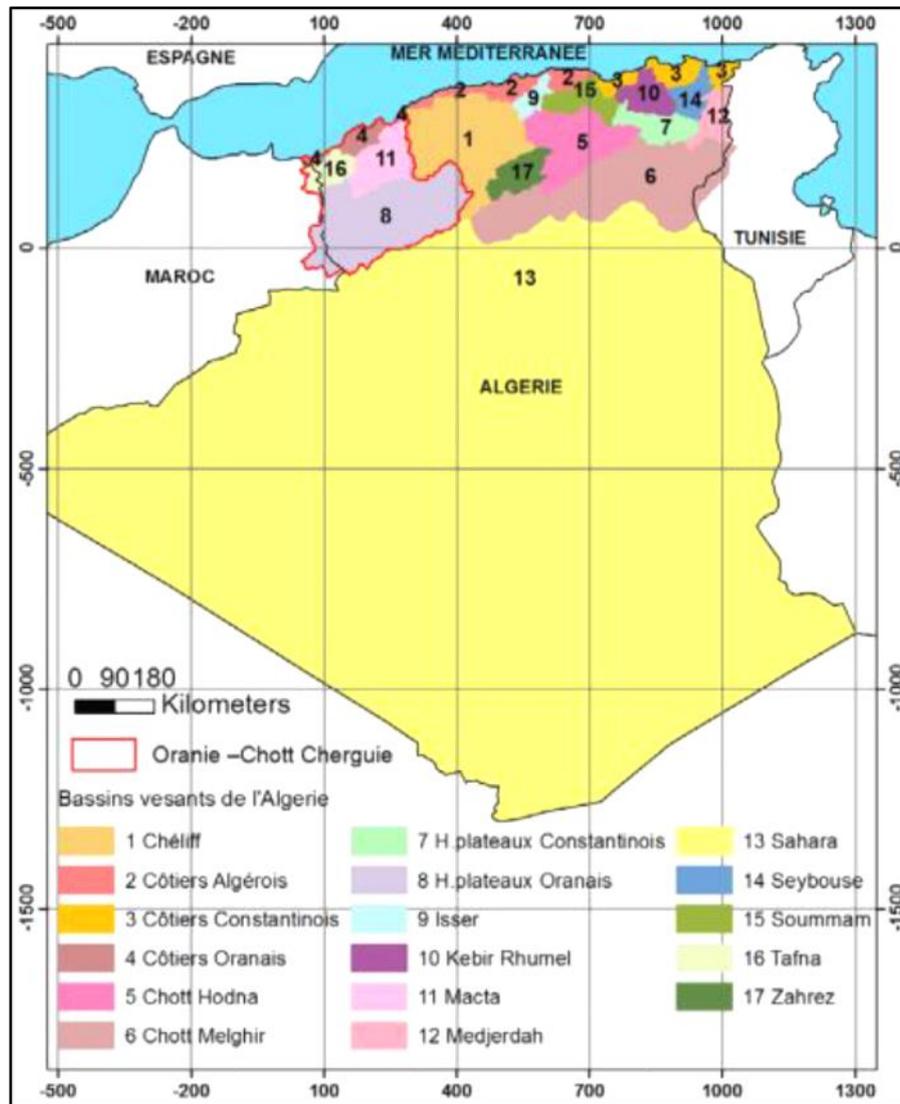


Figure 2 : Les bassins versant de l'Algérie (Source : ANRH).

I.2 PRESENTATION DU BASSIN VERSANT DE LA TAFNA :

Le bassin versant de la Tafna, situé au nord-ouest Algérien, est d'une superficie de 7245km². Il couvre la totalité de la wilaya de Tlemcen, et s'étend jusqu'au royaume Marocain. Selon la nouvelle structuration des unités hydrologiques en Algérie, il appartient à l'ensemble de l'Oranie –Chott Chergui.

Géographiquement le bassin versant de Tafna est délimité comme suit :

- ❖ Au Nord : La mer méditerranée,
- ❖ Au Nord-Ouest : Les monts de Traras,
- ❖ Au Nord-Est : Djebel Sebaâ Chioukh,
- ❖ A l'Ouest : Les monts de Béni Snassen (Maroc),
- ❖ A l'Est : Wilaya de Sidi bel Abbess,
- ❖ Au Sud : Les monts de Tlemcen qui appartiennent au tell atlasique.

Globalement, le bassin versant de la Tafna peut être subdivisé en trois grandes parties :

- **Partie orientale** : les principaux affluents de cette partie sont l'oued Isser et l'oued Sikkak,
- **Partie occidentale** : comprenant la Haute Tafna (l'oued Tafna, l'oued Sebdou et l'oued Khémis) et l'oued Mouilah,
- **Partie septentrionale** : elle débute au niveau du village Tafna et s'étend jusqu'à la plage de Rachgoune, embouchure de la Tafna sur la mer. Les principaux affluents de cette partie sont Boukiou, Boumessaoud et Zitoun qui se déversent dans la moyenne Tafna.

L'oued Tafna, principal cours d'eau du BV, prend sa source dans les monts de Tlemcen à 1100 m d'altitude et à quelques mètres de la grotte de Ghar Boumaaza. Son cours s'étend sur 170 km du sud vers le nord jusqu'à sa confluence avec la mer méditerranée à proximité de la commune de Rachgoune.

L'oued Tafna est alimenté par trois principaux affluents :

- **L'Oued khémis** : affluent rive droite de l'oued Tafna, il prend naissance sur le versant nord-ouest des monts de Tlemcen à 1050 m d'altitude. Sa confluence avec l'oued Tafna a lieu au niveau du barrage de Beni Bahdel.
- **L'Oued Mouillah** : affluent rive gauche de l'oued Tafna, prend sa source dans la région d'El-Abed à 1250 m d'altitude. La majeure partie de l'oued Mouillah est située dans le territoire marocain sous le nom de l'oued Sly dont l'écoulement est intermittent. Sa confluence avec l'oued Tafna est au niveau du barrage de Hammam Boughrara à 260 m d'altitude dans les plaines de Maghnia. Le principal sous affluent rive droite est l'oued Ouerdeffou.
- **L'Oued Isser** : affluent rive droite de l'oued Tafna, prend sa source au niveau d'Ain-Isser à 900 m d'altitude. Il rejoint l'oued Tafna au niveau de la plaine de Remchi à 80 m d'altitude. Les principaux sous affluents sont l'oued Chouly et l'oued Sikkak (rive gauche).

I.2.1 Aperçu sur la géologie du bassin versant de la Tafna :

De l'amont vers l'aval, la Tafna traverse un grand ensemble de terrains dont la diversité des substrats est très importante (**Figure 3**). Les principales formations géologiques du bassin versant de la Tafna sont :

- ❖ **La partie amont du bassin** : cette partie comprend les versants nord et sud des monts de Tlemcen (la haute Tafna) qui font parties de l'atlas tellien, elle est représentée par des formations du jurassique supérieur, composé essentiellement de dolomies riches en carbonates magnésiens. Ces formations recèlent les plus grands aquifères de la région (COLLIGNON 1986).
- ❖ **La partie aval du bassin** : cette partie est représentée par les massifs montagneux des Traras qui appartiennent au miocène et par les vallées qui sont recouverts par des dépôts d'alluvions récents du quartenaire, composés de sédiment fins.

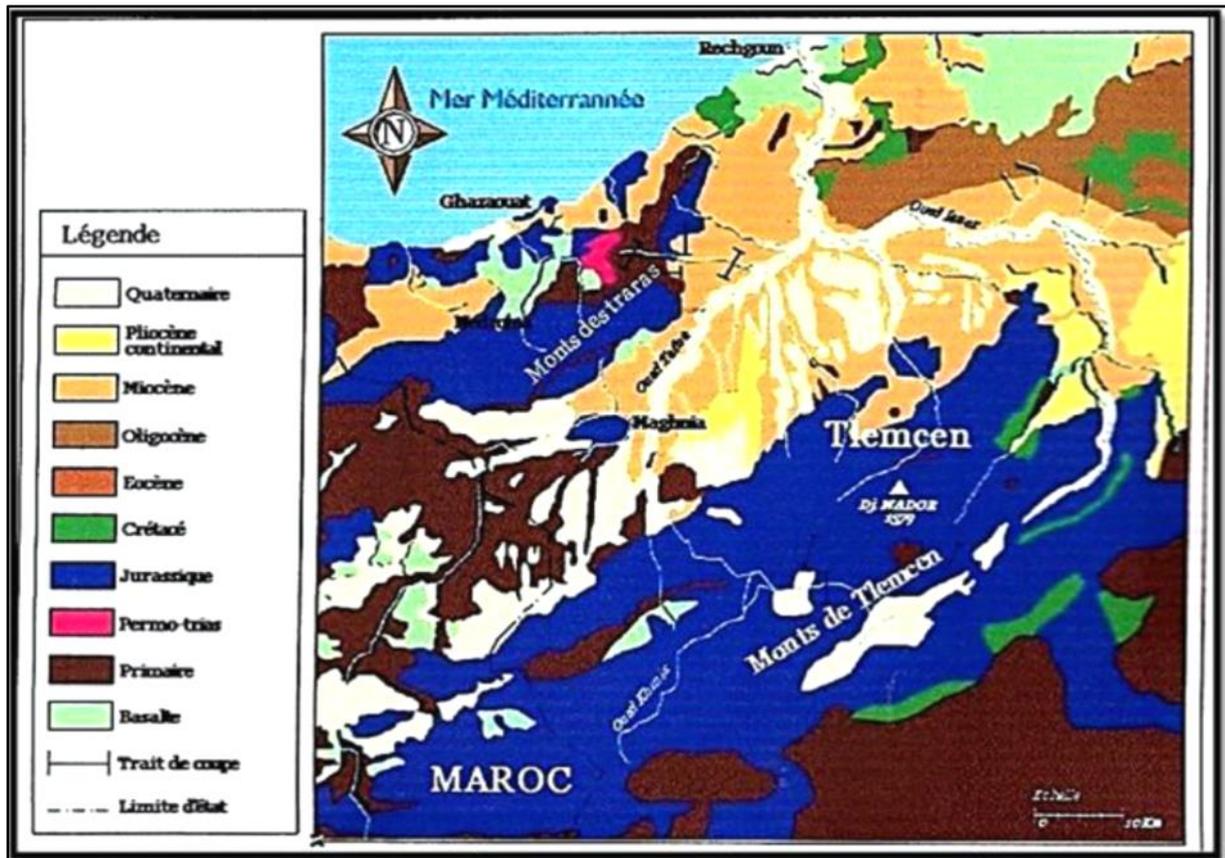


Figure 3 : Carte géologique du Nord-Ouest Algérien (Source BENEST.1985)

I.2.2 Présentation du sous bassin de la haute Tafna :

Le sous bassin de la haute Tafna s'étale sur une superficie de 1016 km² et d'un périmètre de 165 km. 49 % de sa superficie présente des pentes supérieures à 25 % (MEGNOUNIF et GHENIM, 2013)

La haute Tafna draine les versants sud des monts de Tlemcen et les hautes vallées. Creusées dans les terrains Jurassiques principalement carbonatées qui descendent de crêtes atteignant les 1465 m d'altitude. Ces ramifications se réunissent aux environs de Sebdou à 900 m dans les alluvions plio- Quaternaires.

I.2.3 Le profil en long de la haute Tafna :

L'oued Tafna reçoit l'oued Sebdou (affluent rive gauche) à 900 m d'altitude et l'oued Khémis (affluent rive droite) à 665 m d'altitude au niveau du barrage de Béni-Bahdel, à l'aval duquel l'oued se reforme grâce aux résurgences et aux fuites de la retenue. Il coule ensuite jusqu'à Sidi Medjahed. À partir de Sidi Medjahed, l'oued Tafna pénètre dans le bassin tertiaire de la Tafna et son régime change complètement. (GENTIL, 1903)

-Oued Khémis :

L'oued khémis d'une orientation SE-NW, est alimenté par de nombreuses sources qui assurent sa pérennité. Il draine un bassin de 378 km² (ZETTAM, 2018). Les pentes sont fortes à moyennes (de 3% à 25%) et dépassent 25% aux abords de l'oued. En effet, il s'écoule au fond d'une vallée extrêmement encaissée appelée les gorges du Khémis qui sont très fertiles.

-Oued Sebdou :

Le sous bassin de Sebdou se situe dans la partie sud de la Tafna et occupe une superficie de 602 km² (ZETTAM, 2018) dont 49% ont des pentes très fortes, supérieur 25%. Cette classe de pente correspondant à la zone montagneuse. Au niveau du fossé de Sebdou (10% de la superficie du bassin), les pentes s'adoucissent et oscillent entre 0 et 3% (BOUANANI, 2004).

I.2.4 Occupation du sol de la haute Tafna :

La végétation est considérée comme un facteur déterminant de la rapidité du ruissellement superficiel, du taux d'évaporation et de la capacité de rétention du bassin. Donc la présence de végétation va jouer le rôle de régulateur dans le régime d'écoulement.

Le paysage végétal du bassin de la haute Tafna a été largement dégradé et défriché par les incendies et par une petite agriculture extensive et un surpâturage endémique. Ce qui a entraîné une perte d'eau par évaporation et une accélération de l'érosion.

Le couvert végétal du bassin versant de la Tafna change de l'amont vers l'aval, le versant sud des monts de Tlemcen, au-dessus de 1200 m d'altitude, est caractérisé par une association de Chêne vert, de Genet, de Lentisque, de Pin d'Alep, de Ciste et quelques Herbacées telles que le Romarin, la Scille et l'Asphodèle, le chêne liège se rencontre surtout sur des terrains riches en silice. Nous rencontrons l'Oxycèdre, le Palmier Nain et le Thuyas et quelques vestiges du chêne vert au-dessous de 1200 m d'altitude. (BELAIDI-ALIANE, 2004)

I.2.5 Aperçu climatique :

Le climat est un facteur déterminant qui se place en amont dans toutes études relatives au fonctionnement des systèmes écologiques (THINTHOIN, 1948). Il est déterminé par la situation géographique du milieu (altitude, latitude, éloignement par rapport à la mer) et par la circulation atmosphérique.

Le climat de l'Algérie est de type méditerranéen, caractérisé par une période froide et pluvieuse allant en moyenne d'Octobre à Mai et une période chaude et sèche en été. L'ancienne classification de Köppen indique que le climat méditerranéen est un sous type du climat tempéré. Cette classification est toujours utilisée.

Selon (GAGNEUR, 1988), le bassin versant de la Tafna a un climat qui varie de subhumide en altitude à subaride et même aride dans la plaine d'Oujda-Maghnia.

Le sous bassin de la haute Tafna se caractérise par un nombre de jour de pluies réduit et très inégalement réparties durant le cycle hydrologique, et aussi par une sécheresse estivale marquée (moins de 1 mm en mois de juillet et aout) (MEGNOUNIF et al. 2005)

I.2.6 Hydrologie :

Le régime hydrologique des oueds dans ce bassin est relativement influencé par le climat méditerranéen. Oued Tafna est éphémère, il coule en hiver alors qu’il s’assèche en été (BELAIDI et al, 2011). Cela veut dire qu’il comprend une période de hautes eaux hivernale, avec un débit relativement important au moment de forte précipitations, et une période de base eau dite étiage ou le débit est réduit jusqu’à l’assèchement total des oueds à partir des zones de piémonts. Ceci est surtout en fonction du type d’alimentation. Seuls les oueds alimentés par des sources et des lâchers des barrages subsistent avec écoulement pérenne (TALEB, 2004).

En toute saison, de violents orages peuvent provoquer des crues morphogènes capables de détruire les ouvrages d'art et qui remanient ou déplacent les lits des oueds, érodent les berges et déplacent d'énormes quantités de sédiments (REZZOUGUI, 2012)

I.3 DESCRIPTION DES STATIONS D’ETUDES :

Deux stations ont été choisies au niveau de la haute Tafna (Ghar Boumaaza) pour réaliser notre étude. Le choix a été préalablement fait en tenant compte le type d’écoulement. Cependant, une station est pérenne avec un écoulement permanent et l’autre est temporaire avec des phases d’assèchement.

Station T0 :

La station T0 se situe du côté gauche de la route national RN 22, reliant Tlemcen à Sebdou, à 400 m en aval de la source de l’oued Tafna (Ghar Boumaâza), dans une garrigue ou l’on rencontre du chêne vert peu développé avec la présence d’autres espèces, telles que le Diss (*Ampelodesma mauritanicum*), le Calycotome (*Calycotome intermedia*), le Palmier nain (*Chamaerops humilis*) et l’Asphodèle (*Asphodelus microcarpus*).

Tableau 1 : Les données géographiques de la station T0.

| | Altitude | Latitude | Longitude | Orientation |
|------------|----------|----------------|---------------|-------------|
| Station T0 | 1090m | 34° 42’ 00’’ N | 1° 18’ 30’’ W | N-S |

Station T1 :

Cette station est située à quelques mètres en aval de la station T0. La couverture végétale est clairsemée présentée par le Diss (*Ampelodesma mauritanicum*), le Calycotome (*Calycotome intermedia*), l'Asphodèle (*Asphodelus microcarpus*) et le Palmier nain (*Chamaerops humilis*).

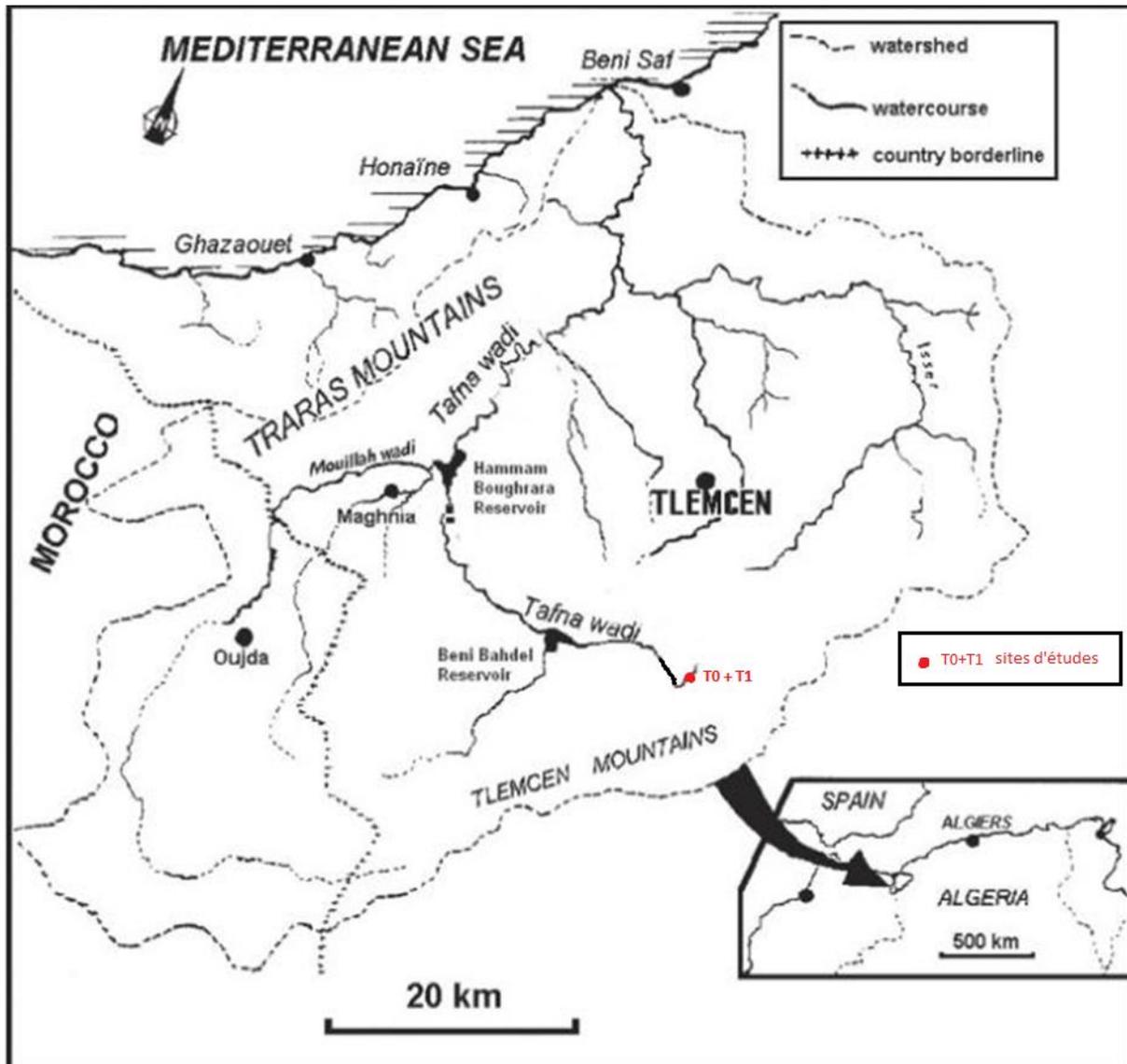


Figure 4 : Réseaux hydrographiques du bassin versant de l’oued Tafna avec la localisation des sites d’étude (BELAIDI et al, 2011 modifié)

Tableau 2 : Les principales caractéristiques des deux stations.

| Caractéristiques | Station T0 | Station T1 |
|---------------------------------|--|---|
| Situation géographique | Située à l'aval de Ghar Boumaaza | Située à l'aval de la station T0 |
| Type d'écoulement | Cette station est considérée comme une rivière intermittente. En période des hautes eaux, le cours superficiel et souterrain est 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 marre. | Cette station est considérée comme une rivière pérenne. L'écoulement est permanent durant l'année grâce aux résurgences. |
| La largeur du lit mineur | 3 m 50 | 3 m 70 |
| La largeur du lit majeur | 10 m 50 | 13 m |
| Le débit | Moyen | Fort |
| Le substrat du lit (Estimation) | Dans le seuil : Le lit est dominé par les galets 50%, les cailloux 25% et les graviers 25%. Au niveau de la mouille : le lit est dominé par les sables par rapport aux argiles et limons. | Dans le seuil : Le substrat est composé par les galets 40%, les cailloux 25% et les sables 35%. Au niveau de la mouille : les limons constituent 50% du substrat, les sables 25% et les argiles 25%. |
| Ombrage de la station | Bien exposé à l'ensoleillement Ombrage (0%) | Bien exposé à l'ensoleillement Ombrage (10%) |

CHAPITRE I : ETUDE DU MILIEU PHYSIQUE

| | | |
|----------------------|---|--|
| Végétation aquatique | Peu dense, elle est représentée par des algues vertes dominé par <i>Veronica</i> sp. | Dense, représentée par des algues filamenteuses, Il existe aussi <i>Ranunculus trichophyllus</i> , <i>Potamogeton densus</i> . |
| Couleur de l'eau | Claire, le fond du cours d'eau est bien visible. | Les algues donnent une couleur verte à l'eau. |
| Action anthropique | L'action humaine dans les deux stations T0 et T1 se manifeste par l'utilisation de l'eau pour l'irrigation des champs agricoles, et par le passage et l'abreuvement des bovins et ovins, ainsi par l'utilisation domestique (Lavage). | |



Figure 5 : Station T0 (originale).



Figure 6 : Station T1 (originale).

CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES

L'amour pour toutes les créatures vivantes est le plus noble attribut de l'homme. Charles Darwin

Pages : 15-21

II.1 METHODES DE TERRAIN :

L'étude de terrain a été réalisée en Mars 2020 au niveau de la zone benthique dans deux habitats, représentés par une mouille et un seuil.

II.1.1 Echantillonnage de la faune :

Les prélèvements des invertébrés benthiques ont été réalisés à l'aide d'un filet Surber de 500 μm de vide de maille, sur une surface de 1/10 de m^2 , avec la collecte de 2 échantillons Surber de 2 seuils et 2 échantillons Surber de 2 mouilles dans chaque tronçons, pérenne et intermittent.

La technique d'échantillonnage consiste à immerger le filet au fond du cours d'eau dans le sens contraire du courant, tout en raclant le substrat pour prélever le maximum de faune (sur une profondeur de 5 à 10 cm). Une collecte sous les pierres est nécessaire pour effectuer un bon prélèvement ; Afin de ne pas encombrer l'échantillon, le substrat grossier (Blocs et galets) a été rincé directement dans le filet pour récupérer les organismes fixés sur ces dernières.

La faune récoltée a été mise dans des boîtes en plastiques en précisant la date et le lieu d'échantillonnage, et retournés au laboratoire pour traitement et identification. Notons que les prélèvements ont été conservés avec de l'éthanol à 96%.



Figure 7 : Prélèvement d'échantillon Surber (originale).

II.1.2 Prélèvement de l'eau :

Un litre d'eau a été prélevé au centre du cours d'eau par un simple remplissage de bouteille en plastique préalablement lavée avec l'eau de l'oued.

Les échantillons d'eau ont été immédiatement conservés dans une glacière réfrigérée pour éviter les évolutions éventuelles de concentrations des différents éléments, durant le trajet jusqu'au laboratoire, où les analyses ont été effectuées dans les 24 heures.

II.1.3 Prélèvement des sédiments :

Les sédiments de surface pour chaque station (pérenne et intermittente), ont été prélevés à l'aide d'une pelle et une pioche au cours de la phase d'écoulement.

Six prélèvements ont été effectués au niveau de chaque station : Trois échantillons de sédiments dans différentes zones du chenal du cours d'eau et trois échantillons de sédiment de sol dans différentes zones riveraines de la station. Les prélèvements ont eu lieu uniquement dans les 10 premiers cm. Ensuite les échantillons prélevés ont été stockés dans des sachets en plastique, puis conservés dans une glacière réfrigérée pour réduire l'évaporation, durant le trajet jusqu'au laboratoire, où les analyses ont été effectuées.

II.2 METHODES D'ETUDE AU LABORATOIRE :

II.2.1 Tri et détermination des macro-invertébrés :

Au laboratoire, les échantillons ont été rincés dans le filet avec élimination au maximum du substrat fin restant et les éléments grossiers (graviers, plantes, feuilles...).

Le reste a été trié sous une loupe binoculaire et les invertébrés récoltés ont été identifiés à l'aide d'une clé de détermination (TACHET et al. 2010) au niveau familles et genres.

Les spécimens déterminés ont été comptés et rangés dans des tube étiquetés et remplis d'éthanol à 96%.

II.2.2 Mesures 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.

Les différentes analyses physico-chimiques de l'eau ont été effectuées au laboratoire de recherche d'écologie et gestion des écosystèmes naturels N°13 (LECGEN), à l'aide d'un appareil multi-paramètre et d'un pH-mètre de paillasse. Le spectrophotomètre de type Hach DR5000 a été utilisé pour mesurer le phosphore, nitrate, nitrite, et l'ammonium.

a. Paramètres physique :

Température : la température est un facteur important dans la vie d'un cours d'eau, car elle influe sur la faune aquatique (DAJOZ, 2006). Elle est mesurée par un appareil multi paramètre et exprimée en (°C).

L'oxygène dissous : l'oxygène est l'un des paramètres particulièrement importants pour la vie aquatique et constitue un excellent indicateur de la qualité de l'eau. Sa concentration dans l'eau est liée à la photosynthèse. C'est un des paramètres les plus sensibles à la pollution organique. Il est mesuré par un multi paramètre et exprimée en (% de saturation) ou (mg/L).

La conductivité : 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 le multi paramètre et exprimée en ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Le potentiel d'hydrogène : le potentiel d'hydrogène ou pH renseigne sur l'alcalinité ou l'acidité de l'eau. Il a été mesuré par un pH-mètre de paillasse. Il varie de 0 à 14.

b. Paramètres chimique :

Le phosphore, nitrate, nitrite, ammonium ont été dosés par des tests en cuve Hach Lange standard sur un spectrophotomètre UV / VIS DR 5000 (Hach Lange, Allemagne). La technique consiste à prélever de l'eau à analyser avec une pipette et 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 8 : Préparation des solutions chimiques.

II.2.3 Analyse des sédiments :

L'objectif de l'analyse des sédiments est la mesure de deux variables, % d'humidité et % de la matière sèche.

Au laboratoire, les échantillons ont été cumulés par localité (chenal, zone riveraine) et par station (T0 et T1).

Ensuite, chaque échantillon a été tamisé à travers un tamis de 2 mm afin de séparer les éléments grossiers des éléments fins < 2 mm.

- a. Taux d'humidité :** les échantillons tamisés ont été pesés, séchés à 60°C dans une étuve pendant 24h, et repesés pour calculer la teneur en eau (%).
- b. Taux de la matière organique :** après avoir séchés les échantillons dans l'étuve, 100 g de chaque échantillon ont été mis dans des récipients résistants à la température élevée, puis placés dans le four à moufle à 500°C pendant 5h, et repesés une deuxième fois pour estimer la matière organique.



Figure 9 : Préparation des échantillons de sédiments.

II.3 ANALYSE DES DONNEES :

Les données faunistiques ont été traitées par différents indices biologiques :

a. L'abondance relative :

L'abondance est un paramètre important pour la description d'un peuplement. Il représente le nombre d'individus du taxon (i) présent sur le nombre total (RAMADE, 2003).

Elle est représentée par la formule suivante :

$$F = n_i / N$$

n_i : nombre d'individu (i).

N : le nombre total d'individus.

b. La richesse taxonomique :

La richesse taxonomique correspond au nombre de taxons présents dans chaque prélèvement (RAMADE, 2003).

S = nombre d'espèces qui existe dans un peuplement.

c. 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).

d. L'Équitabilité de Pielou J' :

Cet indice exprime la répartition des individus entre espèces d'un même milieu. L'indice de régularité varie entre 0 et 1. Si J' tends vers 1, le peuplement est en équilibre, la distribution des individus entre les espèces est équitable. A l'inverse une équitabilité qui tend vers zéro caractérise un peuplement déséquilibré (BARBAULT, 1981).

$$J' = H' / H' \text{ max ou } H' \text{ max} = \text{Log}_2 S$$

H' = Indice de Shannon-Weaver.

S = Richesse spécifique.

CHAPITRE III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Les espèces qui survivent ne sont pas les espèces les plus fortes, ni les plus intelligentes, mais celles qui s'adaptent le mieux aux changements. Charles Darwin

Pages : 22-36

III.1 RESULTATS PHYSICO-CHIMIQUES :

III.1.1 Analyse physico-chimiques de l'eau :

L'appréciation de la qualité des eaux de surface se base sur la mesure de paramètres physico-chimiques. Les valeurs de quelques paramètres physico-chimiques mesurés au cours de cette étude sont présentées dans le tableau 3.

a. La 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 deux stations. Elles varient entre 16°C et 16.5°C et ne révèle pas de différence entre les deux stations.

Les eaux de ces stations sont relativement fraîches, en relation avec la saison (Hiver/Printemps) et avec l'heure des mesures (11h). Notons que la température de l'air était de 19°C.

b. Le 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. Sa valeur est en moyenne de 8.04 et aucune variation spatiale n'a été enregistrée entre les deux stations. Cette alcalinité de l'eau est due aux terrains calcaires traversés par l'oued (AUTHIER, 1981), d'une part, et à la photosynthèse algale qui consomme le CO₂ et provoque un accroissement du pH d'autre part.

c. L'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 deux stations T0 et T1 sont respectivement de l'ordre de 7.07 mg/l (69.2%) et 8.34 mg/l (80.03%) traduisant une sous saturation de l'eau en oxygène, mais qui reste satisfaisante (> 50%).

La station T1 est plus oxygénée que la station T0. 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. La conductivité :

La conductivité électrique permet d'apprécier la minéralisation totale d'une eau (RODIER, 2009).

Selon les résultats (Tableau 1), les valeurs de la conductivité enregistrées dans les deux stations T0 et T1 sont respectivement 616 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 627 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Cela traduit une minéralisation moyenne accentuée selon RODIER (2009). Elles reflètent la nature des roches traversées formées de dolomite riches en carbonates magnésiens qui caractérisent le bassin versant dans sa partie amont.

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.

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 deux stations sont plus élevées que la normal.

NO₃- varient entre 27.8 mg/l en T1 et 30.2 mg/l en T0. Ces concentrations sujettes à un risque de pollution par les nitrates, est liée aux actions anthropiques qui se manifestent par l'agriculture, ainsi que par l'accumulation des matières organiques endogènes.

Nitrites (NO₂⁻):

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

Dans les deux stations les teneurs sont à des niveaux relativement faibles (0.054 mg/l en T0 et 0.026 mg/l en T1). Ces concentrations sont dans les normes, elles sont conformément à la classification de qualité des eaux en azotes (ANRH, 2013).

Ammonium (NH₄⁺):

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

Les résultats obtenus montrent que la concentration d'ammonium présente des teneurs presque similaires dans l'ensemble. La station T0 enregistre une valeur de 0.060 mg/l, deux fois plus importante que celle mesurée dans l'eau de la station T1 avec 0.035 mg/l. Ces concentrations illustrent une pollution notable conformément à la classification de (ANRH, 2013). Donc la présence de ces concentrations d'ammonium dans les deux stations révèle une contamination d'origine agricole et par les rejets domestiques de la région.

f. Phosphore :

Le phosphore est un élément nutritif dont les concentrations élevées engendrent le phénomène d'eutrophisation. Il peut provenir soit de la minéralisation de la matière organique ou des apports externes. Selon RODIER (2009), quand les teneurs d'ortho phosphates sont supérieures à 0.5 mg/l, elles indiquent la présence d'une pollution.

Dans l'ensemble, le résultat obtenu marque un taux d'ortho phosphates PO₄³⁻-P supérieur à 0.5 mg/l. On peut expliquer ce résultat par l'utilisation des engrais dans les champs agricoles qui sont à proximité. La station T0 enregistre une teneur plus élevée avec 1.18 mg/l par rapport à la station T1 avec 0.713 mg/l, cette diminution indiquerait une adsorption/absorption dans le cours d'eau.

Tableau 3 : Valeurs de quelques paramètres physico-chimiques de l'eau.

| Paramètres mesurés | | T0 | T1 |
|-----------------------------------|-----------------|---|--|
| T (°C) | | 16.5 | 16 |
| pH | | 8.06 | 8.03 |
| O2 (mg/l) O2 (% de saturation) | | 7.07 69.2% | 8.34 80.03% |
| Conductivité (μ S/cm) | | 627 | 616 |
| Azote (mg /l) | Ammonium | 0.047 NH ₄ -N 0.060 NH ₄ ⁺ | 0.027 NH ₄ -N 0.035 NH ₄ ⁺ |
| | Nitrate | 6.82 NO ₃ -N 30.2 NO ₃ ⁻ | 6.28 N-NO ₃ -N 27.8 NO ₃ ⁻ |
| | Nitrite | 0.017 N-NO ₂ 0.054 NO ₂ ⁻ | 0.008 N-NO ₂ 0.026 NO ₂ ⁻ |
| Phosphore (mg /l) | Ortho-phosphate | 1.18 PO ₄ ³⁻ -P 3.60 PO ₄ ³⁻ 2.70 P ₂ O ₅ | 0.713 PO ₄ ³⁻ -P 2.18 PO ₄ ³⁻ 1.63 P ₂ O ₅ |

III .1.2 Le taux d’humidité et de matière organique des sédiments :

L’analyse de tableau 4 relative à l’analyse des sédiments montre que :

-Le taux d’humidité des sédiments du chenal est relativement plus élevé que celui de la rive. D’autre part, le chenal des deux stations T0 et T1 présente des valeurs similaires (26% et 25%). Quant aux rives, la station T0 a une proportion d’humidité légèrement plus élevée plus élevé (21%) que la station T1 (14%).

-Le taux de matière organique des sédiments est plus élevé dans la station T1, en particulier au niveau de la rive, où il atteint 10% par rapport au chenal. Les valeurs les plus basses sont enregistrées au niveau du chenal et à la station amont.

Tableau 4 : Taux d’humidité et de la matière organique des sédiments.

| Stations | T0 | | T1 | |
|---------------------------|--------|------|--------|------|
| Lieu | Chenal | Rive | Chenal | Rive |
| Taux d’humidité | 26% | 21% | 25% | 14% |
| Taux de matière organique | 4% | 4% | 6% | 10% |

III.2 RESULTATS FAUNISTRIQUES :**III.2.1 Composition globale de la faune benthique :**

La composition globale de la communauté d'invertébrés de la zone d'étude (4 sites de prélèvement) compte 16 taxons et 819 individus répartis sur 5 classes zoologiques.

Le peuplement est composé essentiellement par les Insectes avec une abondance relative de 57.75%, suivi par les Crustacés qui comptent 35.77% de la faune totale. Par contre, les Mollusques sont moins abondants 4.15%. Quant aux Annélides et Nématodes, ils sont rares avec 1.70 % et 0.61% respectivement (**Figure 10**).

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

Ils sont représentés essentiellement par 4 grands groupes (ordres) et 10 taxons (**Figure 11**) :

Les Diptères sont les plus abondants avec un pourcentage de 49.26%, et comptent trois familles, les Simuliidae (43.77%), les Chironomidae dont les Chironomini (36.48%) sont les plus représentées en termes d'abondance suivie par les Tanytarsini avec 7.30% et les Cératopogonidae avec une abondance relative de 12.44% (**Figure 12**).

Les Ephéméroptères dont les larves sont exclusivement aquatiques (TACHET et al. 2000), ont une préférence pour les eaux plus ou moins limpides et bien oxygénées (DECAMPS, 1971). Ils comptent un seul taxon, c'est la famille des Baetidae avec une abondance relative de 31.51 %.

L'ordre des Coléoptères est sans aucun doute le plus imposant par sa diversité en espèces. Leurs adaptations à la vie aquatique sont multiples (MOISAN, 2010). Il occupe la troisième position dans ce groupe avec une abondance relative de 11.20% reparti en 4 taxons. (**Figure 13**), parmi lesquelles, la famille des Haliplidae domine avec 39.62% suivie par la famille des Dytiscidae avec ses deux sous familles, les Hydroporinae (20.75%) et les Dytiscinae (15.10%), et en dernier la famille des Dryopidae avec une abondance de 24.52%.

Les Hétéroptères sont moins abondants et sont représentés par la seule famille des Corixidae (4.01%), très commune dans les eaux courantes.

Les Crustacés, assez abondants comptent 35.77% et sont représentés par les Amphipodes Gammaridae du genre *Gammarus* avec 45% et les Ostracodes qui dominent avec 54.94% par rapport au total des Crustacés (**Figure 14**).

Les **Mollusques** sont des invertébrés à corps mou dont la plupart possèdent une enveloppe externe dure, la coquille (MOISAN, 2010). Avec 4.15% de la faune totale, ils sont représentés par deux familles. Les Bivalves Sphaeridae (61,76%) sont plus abondants que les Gastéropodes Physidae (38.23%) (**Figure 15**).

Quant aux **Annélides**, ils sont représentés par les Achètes Glossiphoniidae du genre *Glossiphonia* avec une faible abondance relative (1.70%).

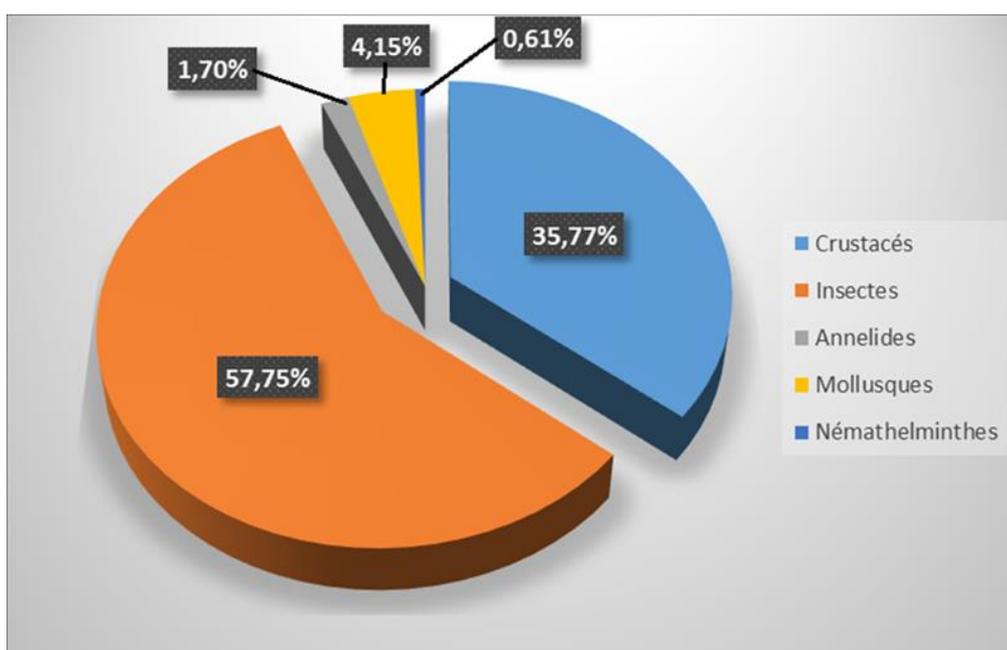


Figure 10 : Structure générale de la faune benthique du sous bassin de la haute Tafna.

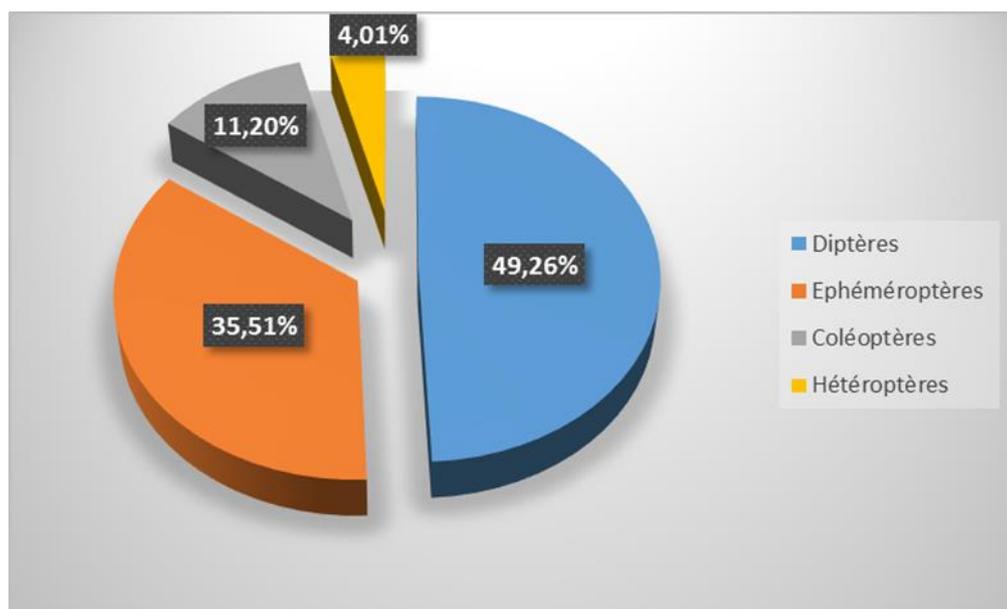


Figure 11 : Abondance relative des Insectes dans le sous bassin de la Haute Tafna.

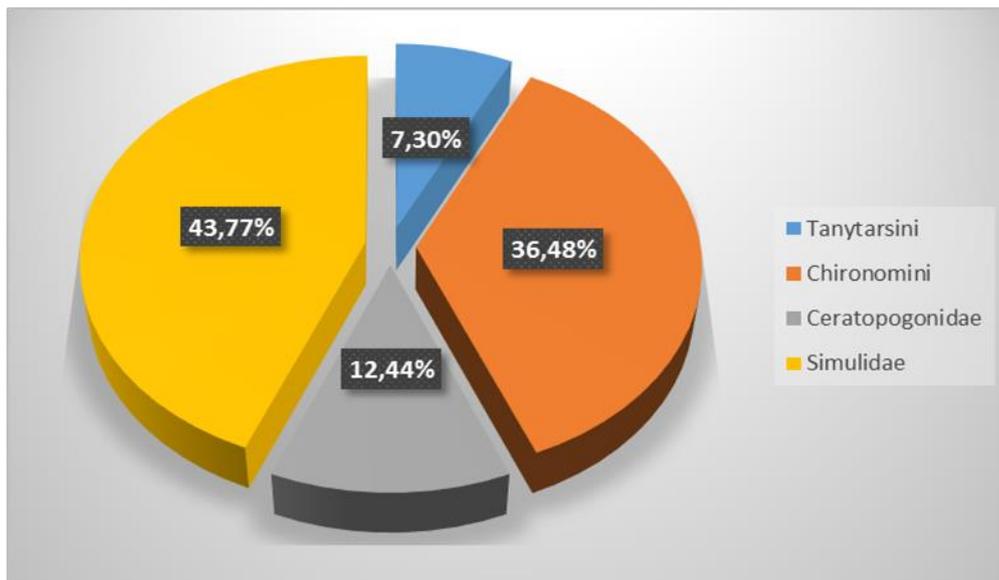


Figure 12 : Abondance relative des Diptères dans le sous bassin de la Haute Tafna.

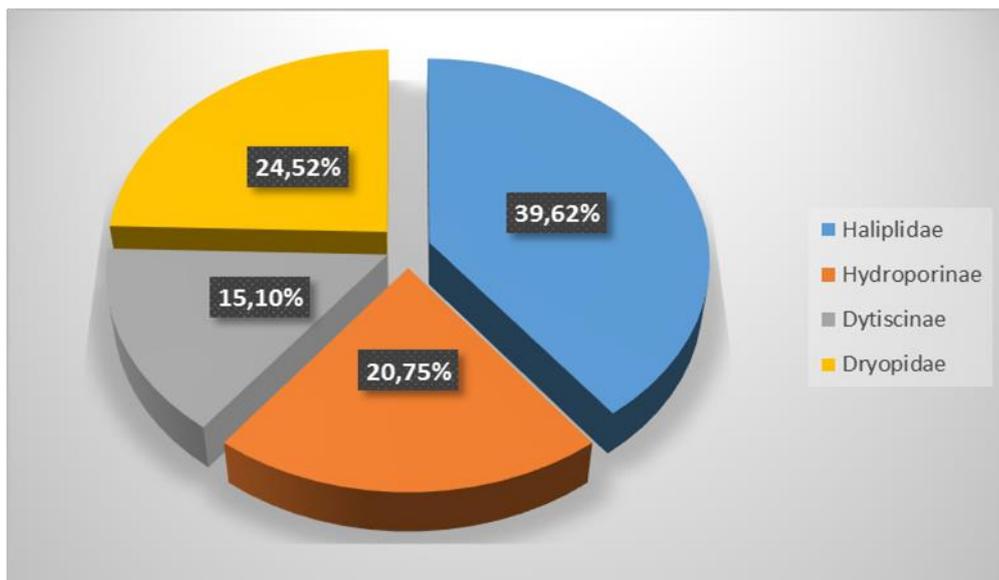


Figure 13 : Abondance relative des Coléoptères dans le sous bassin de la Haute Tafna.

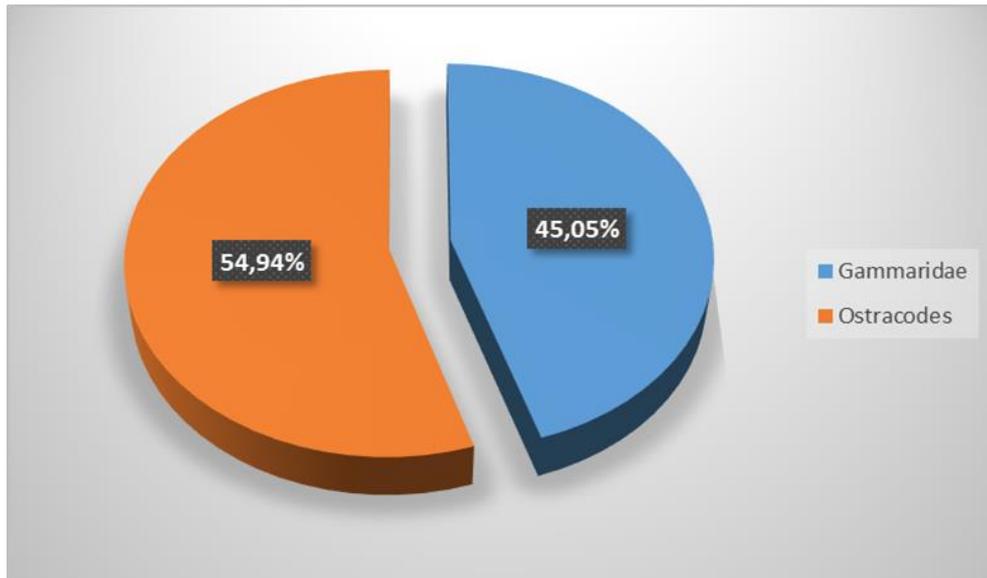


Figure 14 : Abondance relative des Crustacés dans le sous bassin de la haute Tafna.

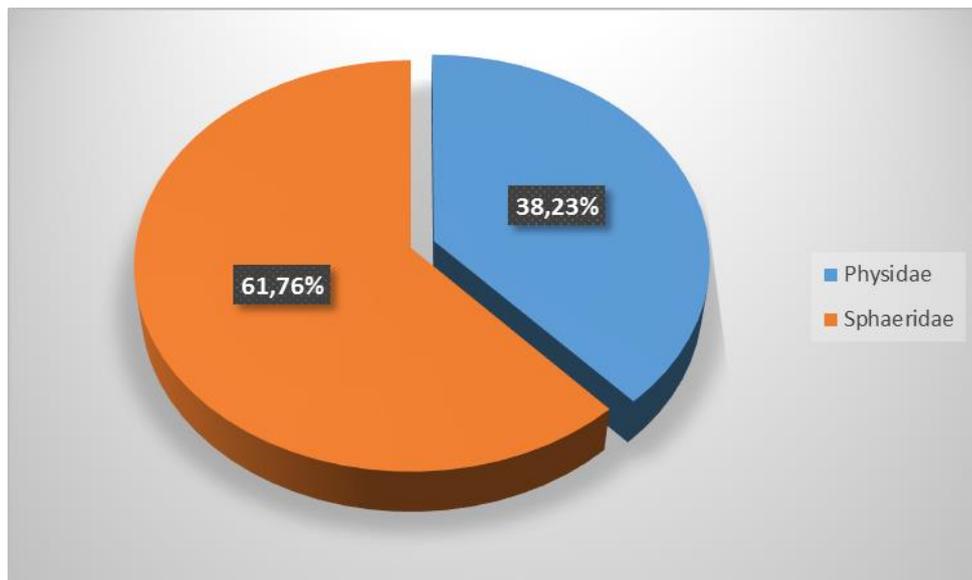


Figure 15 : Abondance relative des Mollusques dans le sous bassin de la haute Tafna.

III.2.2 Comparaison des stations pérenne et intermittente :

La comparaison a été établie sur les présence-absences, et la dominance des taxons (richesse taxonomique, abondance relative et indice de diversité).

a. Richesse taxonomique :

Dans une collection de 819 individus, 16 taxons identifiés sont répartis inégalement entre les deux stations. La station T1 est relativement plus riche avec la présence de 16 taxons (313 ind.) par rapport la station T0 qui abrite seulement 14 taxons (506 ind.), traduisant une forte proportion de taxons communs aux deux stations (**Figure 16**).

14 unités taxonomiques sont communes entre les deux stations à savoir : les Gammaridae, les Ostracodes, les Tanytarsini, les Chironomini, les Ceratopogonidae, les Simuliidae, les Baetidae, les Dryopidae, les Hydroporinae, les Dytiscinae, les Corixidae, les Glossophonidae, les Sphaeridae et les Physidae. Cependant, deux taxons se rencontrent uniquement dans la station T1 ; les Nématodes et les Haliplidae.

b. Abondance relative :

Malgré que 14 taxons (90% du total) se retrouvent dans les deux stations, la figure 17 montre une différence dans la composition taxonomique des deux stations étudiées. Pour la station T0, 4 taxons dominant le peuplement d'invertébrés. Il s'agit des Crustacés avec une abondance qui dépasse les 25% pour la famille des Gammaridae et 20.15% pour les Ostracodes. Les 2 autres taxons sont représentés par les Ephéméroptères Baetidae et les Diptères Simuliidae avec respectivement 18.57% et 15.41% de la faune totale de T0.

A l'opposé, la station T1 enregistre une très faible présence des Gammaridae (< 1%) et une abondance moins importante de Simuliidae (7.66%). Les taxons les plus abondants dans cette station sont par ordre décroissant d'abondance relative, les Beatidae (23.64%), les Ostracodes (18.84%) et les Diptères Chironomini (11.50%).

Les autres taxons avec une faible abondance relative présentent des variations remarquables d'une station à une autre. Les Tanytarsini, les Dryopidae, les Hydroporinae, les Glossiphonidae et les Sphaeridae sont représentés par une abondance relative relativement plus faible en T0 que T1 en particulier les Cératopogonidae (0.40%).

Au contraire, les Corixidae, les Dytiscinae et les Physidae présentent des abondances légèrement plus importantes en T0 par rapport à T1.

Les Nématodes et les Coléoptères Haliplidae, absents en T0 sont faiblement représentés en T1 avec respectivement 1.59% et 6.70%.

c. Indice de diversité de Shannon-Weaver H' de chaque station T1 et T0 :

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 2.806 et 3.335.

L'indice de diversité de Shannon est inférieur à 3 dans la station T0, ce qui traduit une moindre diversité biologique par rapport la station T1 dont l'indice de Shannon est supérieur à 3.

D'après SIMBOURA et ZENETOS (2002), quand le : $1,5 < H' \leq 3$ l'état écologique de la station est Médiocre (pollué) c'est le cas de la station T0. Et quand $3 < H' \leq 4$, il traduit un état écologique Moyen (Modérément pollué) ce qui est le cas de la station T1.

d. Equitabilité de Piélou J' :

L'Equitabilité de Piélou J' varie entre 0.74 et 0.83 traduisant des abondances plus ou moins équivalents. Elle tend vers 1 indiquant une répartition relativement équitable entre les différentes espèces au niveau des deux peuplements.

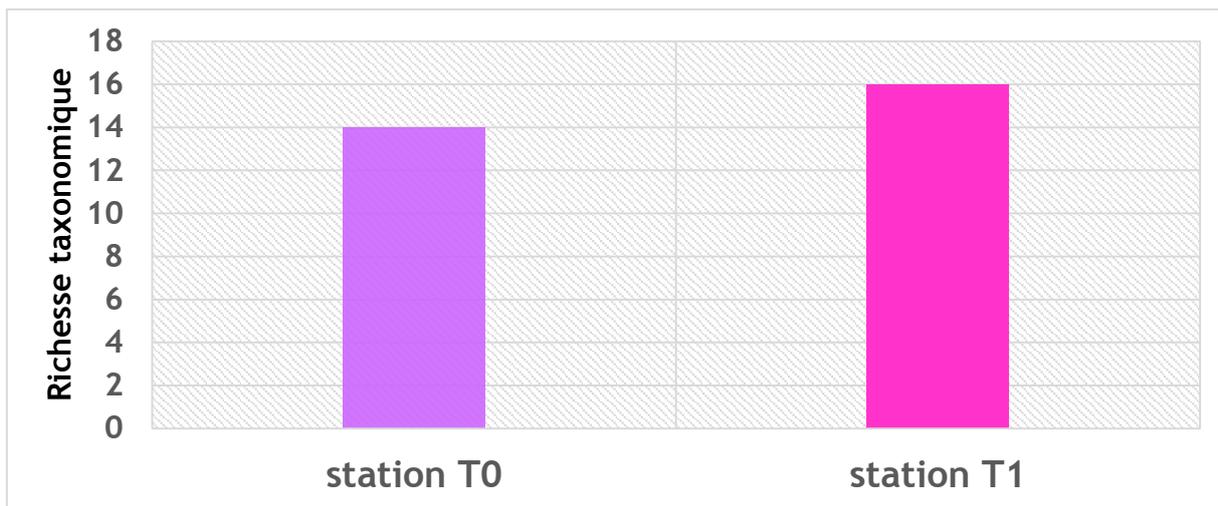


Figure 16 : Richesse taxonomique des stations T0 et T1.

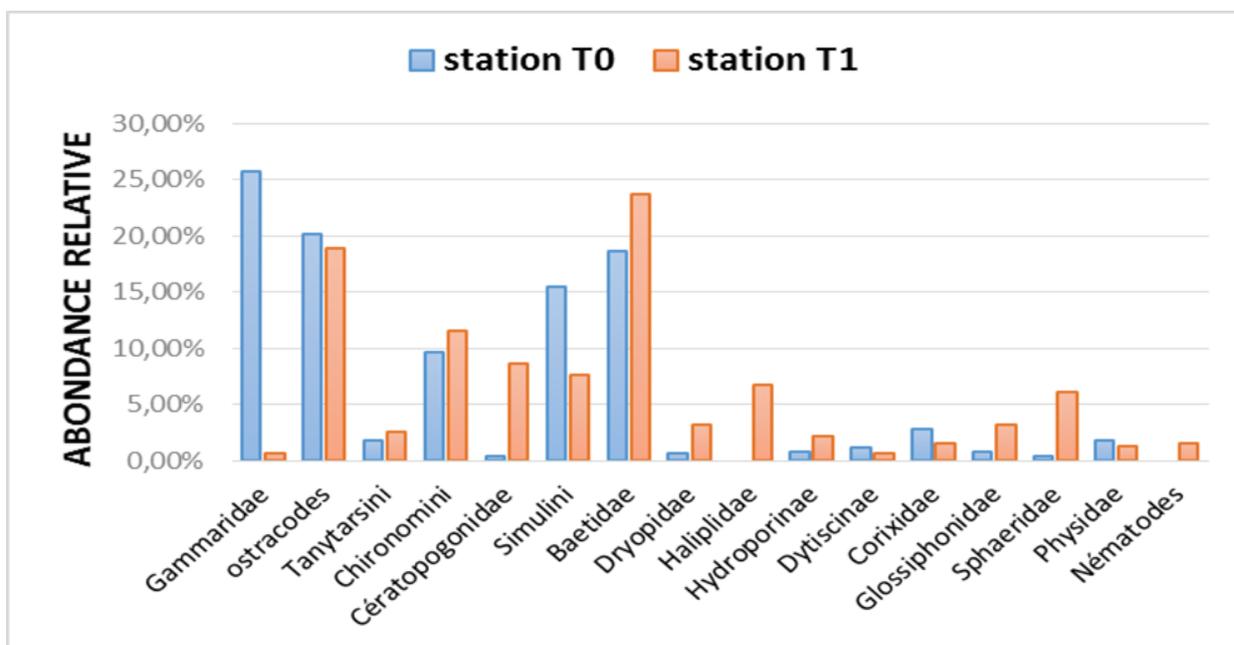


Figure 17 : Abondance relative des taxons dans les stations T1 et T0.

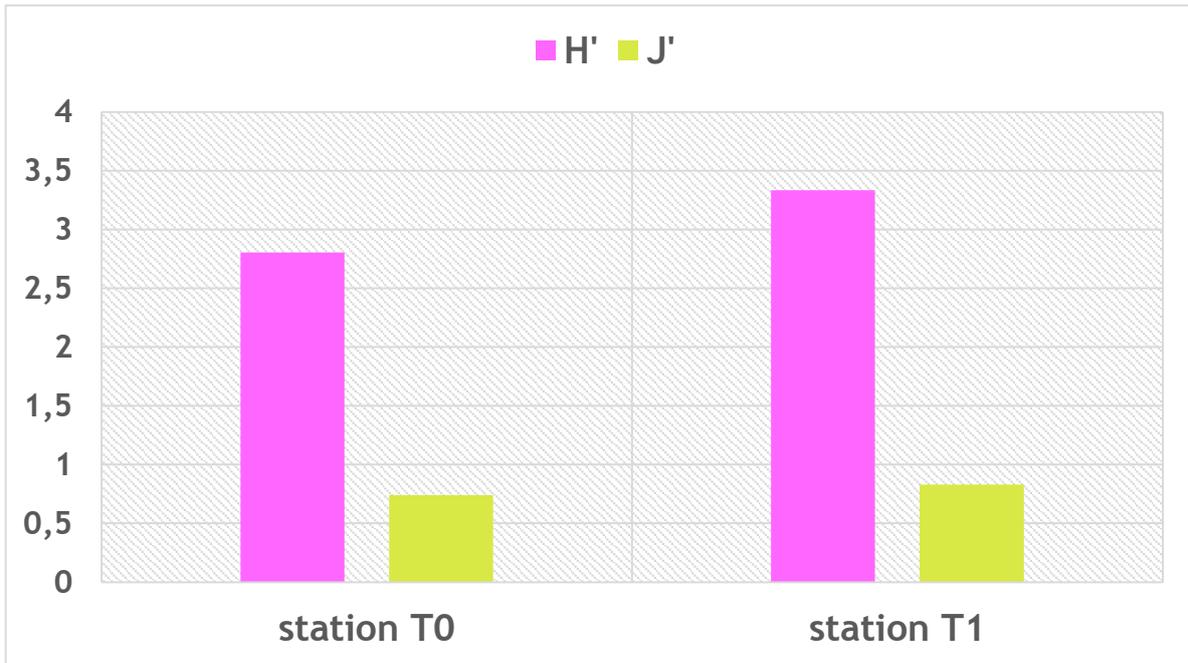


Figure 18 : Indice de diversité de Shannon H' et l'Equitabilité de Pielou J'.

III.2.3 Distribution faunistique entre le seuil et la mouille :**a. La richesse taxonomique :**

L'analyse de la figure 19 relative à la distribution de la richesse taxonomique dans le seuil et la mouille des deux stations, montre une répartition inégale entre les deux habitats. La richesse taxonomique est plus élevée au niveau du seuil (15 taxons) par rapport à la mouille (12 taxons). Ces différences seraient liées aux caractéristiques environnementales de chaque habitat, en particulier le type d'écoulement (rapide/ faible) et le substrat (grossier/fin).

11 unités taxonomiques sont communes entre les deux habitats : les Gammaridae, les Ostracodes, les Chironomini, les Cératopogonidae, les Baetidae, les Dryopidae, les Haliplidae, les Corixidae, les Glossiphonidae, les Sphaeridae et les Physidae.

Parmi l'ensemble de ces taxons recensés, un seul taxon a été récolté exclusivement dans la mouille. Il s'agit des Chironomidae Tanytarsini (5.02%). Les taxons qui se rencontrent uniquement dans le seuil comprennent les Simuliidae, les Hydroporinae, les Dytiscinae et les Nématodes.

b. L'abondance relative :

La faune récoltée au niveau de la mouille est dominée par 4 taxons. Il s'agit par ordre décroissant d'abondance relative des Diptères Chironomini (23.37%), des Crustacés Gammaridae (18.04%), des Ostracodes (16%) et des Ephéméroptères Baetidae (12.13%). Alors qu'au niveau du seuil, ce sont les Ephéméroptères Baetidae qui étaient numériquement plus abondants (26.42%) suivies par les Crustacés Ostracodes (22.24%) et les diptères Simuliidae, famille présente exclusivement dans ce faciès avec une abondance relative de 21.20%. Les Gammaridae ne comptent que 14.80%. Les Diptères Chironomini qui sont abondants au niveau de la mouille, leur abondance relative est particulièrement faible au niveau du seuil (1.24%).

Les taxons représentés par une faible abondance sont au nombre de 5, il s'agit des Cératopogonidae, des Sphaeridae, des Corixidae, des Haliplidae. Ils sont relativement mieux représentés dans la mouille avec respectivement 7.40%, 5.62%, 5.02%, 4.14% contre 0.83%, 0.41%, 0.41%, 1.45%, au niveau du seuil. Alors que les abondances des Physidae et des Dryopidae sont relativement plus importantes au niveau du seuil, avec respectivement 2.28% et 0.8% (**Figure 20**).

CHAPITRE III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Quant aux Dytiscinae (1.70%), Hydroporinae (2.28%), et les Nématodes (1.30%), ils sont représentés uniquement au niveau du seuil. En revanche les Diptères Tanytarsini (5.02%) sont présentent exclusivement au niveau de la mouille.

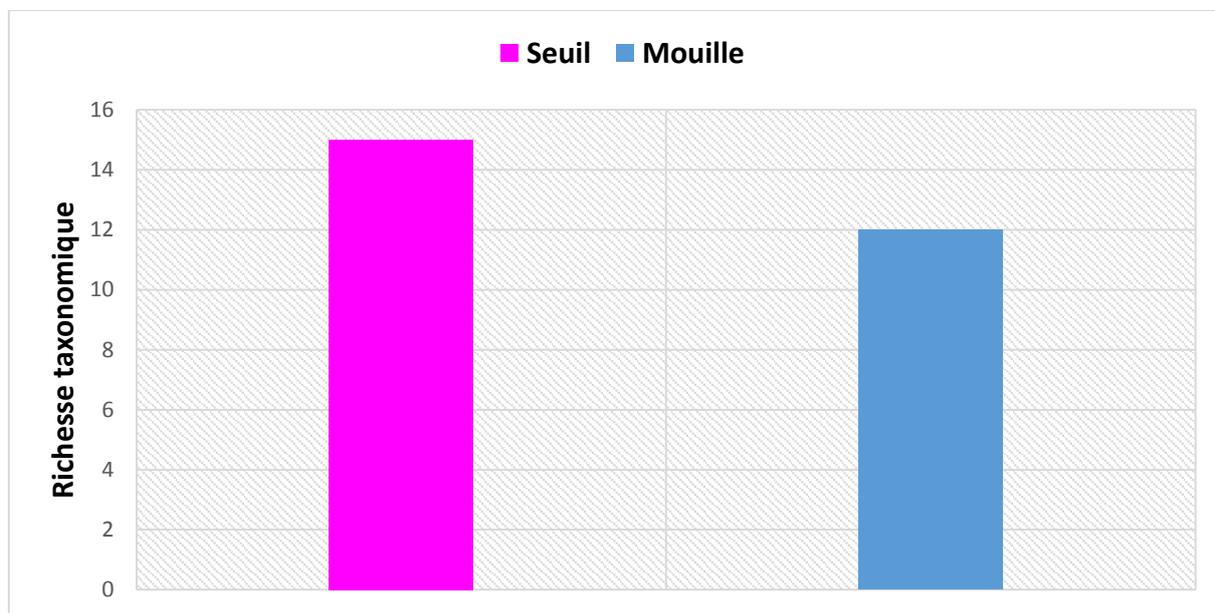


Figure 19 : Richesse taxonomique du seuil et mouille.

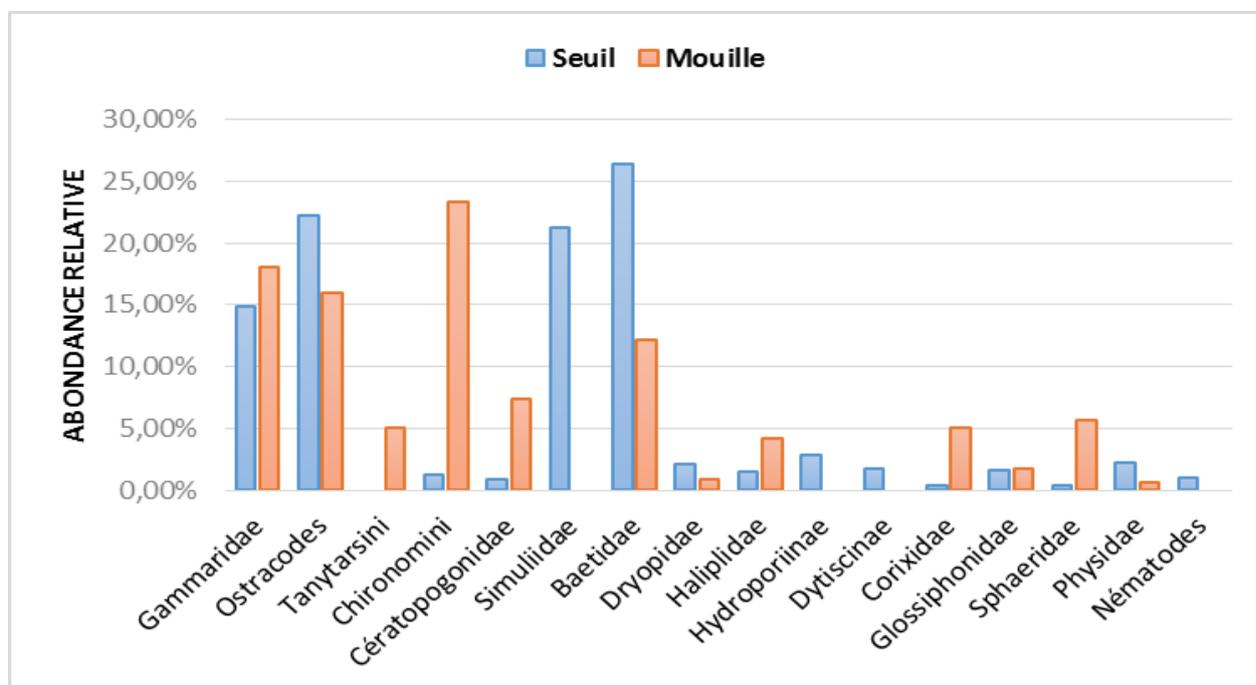


Figure 20 : Abondance relative des taxons du seuil et de la mouille.

DISCUSSION

Pages : 37-39

DISCUSSION

L'étude du peuplement d'invertébrés aquatique réalisée sur la haute Tafna a permis de ressortir plusieurs informations sur la structure faunistique des deux stations et des deux biotopes (seuil et mouille). Ainsi que sur la qualité de leurs eaux.

La mesure de quelques paramètres physico-chimiques de l'eau ne montre pas une différence entre les deux stations. Elles sont caractérisées par une minéralisation moyenne avec des conductivités électriques qui excèdent la valeur de 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (REJSEK, 2002). Cette minéralisation serait liée aux terrains traversés et à la dissolution des roches calcaires. De plus les pratiques agricoles influenceraient la qualité de l'eau relativement riche en matières azotées et phosphatées. Toutefois ces concentrations restent moyennes si on considère tout le bassin versant de la Tafna (HADDOU et al. 2018). L'analyse des sédiments montre que le taux d'humidité est plus élevé au niveau du chenal que dans la rive quel que soit la station étudiée, et que le taux de matière organique global est plus élevé en T1 (station pérenne) qu'en T0 (station intermittente).

Le peuplement de macroinvertébrés prélevé au cours de cette étude est constitué de 16 taxons et 819 individus. Cette richesse taxonomique reste relativement plus faible comparée aux résultats de BENKBIL (2013) sur le même site avec 31 taxons et un effectif de 6238 individus. Cette différence est liée à la période d'échantillonnage et au nombre réduit de prélèvements (1 seule campagne de prélèvement). Du point de vue richesse taxonomique, plusieurs taxons sont absents dans notre matériel récolté, notamment les Trichoptères et les Oligochètes, bien représentés dans ce milieu. Parmi les Ephéméroptères certains taxons manquent par rapport aux travaux antérieurs (GAGNEUR et THOMAS 1988 ; SOUIKI 2011 ; ZENAGUI 2013)

Numériquement, les Insectes et les Crustacés sont les plus importants au niveau de la zone benthique, particulièrement les Chironomidae, les Simuliidae, et les Ostracodes. Ces résultats concordent avec ceux de BOUSAID (2014) sur plusieurs campagnes de prélèvement.

Selon ILLES (1999) les Ephéméroptères Baetidae, seule famille recensée dans ce travail, ont une préférence pour les eaux avec un taux de saturation en oxygène important. Ceci est en accord avec nos résultats, avec une bonne oxygénation $> 50\%$ dans les deux stations.

Les Coléoptères représentent l'ordre des Insectes les plus abondants et les plus riches en espèces dans les cours d'eau (DU CHATENET, 2000). Ils sont peu abondants dans nos récoltes, sous leurs deux formes larvaire et adulte. 4 familles ont été récoltées dans cette étude

dont la famille des Dytiscidae est la plus abondante. Elle est considérée comme la deuxième grande famille des Coléoptères (SPANGLER, 1981). Remarquons que 7 taxons ont été prélevés par ZETTAM (2011).

Les Hétéroptères sont les moins abondant et ne sont représenté que par la famille des Corixidae, qui sont des insectes qui ne nage pas, mais marchent ou patinent à la surface de l'eau (ANDRE, 2001). 4 taxons ont été récoltés par REZZOUGUI (2012).

L'étude faunistique a révélé des similitudes et des différences entre les communautés d'invertébrés colonisant les deux stations pérenne et intermittente. En effet, 2 taxons récoltés dans la station pérenne étaient absents dans la station intermittente. Ce sont les Nématodes et les Coléoptères Haliplidae du genre *Haliphus*, ce qui signifie que 80% de l'assemblage est similaire.

Les similitudes sont observées au niveau de 14 taxons qui ont été récoltés dans les deux stations, avec certains taxons plus abondants dans la station intermittente qui est alimentée par des résurgences, se retrouvent rares dans la station pérenne tels que les Crustacés de famille des Gammaridae du genre *Gammarus*. La dominance de cette famille est liée à leur aptitude de colonisé les zones de sources (BEYER, 1932). Ainsi par leurs tendances de vivre dans les eaux à faible écoulement. Cette station compte une plus forte abondance des diptères particulièrement les Simuliidae. Alors que les Baetidae sont plus abondants dans la station T1. On note que l'indice de diversité de Shannon est plus élevé dans la station T1 que la station T0.

Quant au Coléoptères, 3 taxons sont communs aux deux stations telles que les Dryopidae, les Hydroporinae et les Dytiscinae. Cependant, la famille des Haliplidae est exclusivement présente dans la station pérenne T1, ceci est liée à leurs préférences aux eaux calmes (PIERRE PETREQUIN, 1997).

La richesse taxonomique ($S=14$) recensée dans la station intermittente étudié (station T0) reste relativement faible, comparés à celle enregistrée dans d'autres travaux plus étendus dans le temps, citons parmi eux ceux de DATRY et al. (2012), STUBBINGTON et al. (2019) et VANDER VORSTE (2015). Ce qui démontre qu'en dépit de leur assèchement, les rivières intermittentes pourraient héberger une biodiversité dont les espèces pourraient avoir développées des adaptations qui favorisent leur persistance dans ces milieux et de survivre dans des habitats avec un environnement moins hospitalier (BURK & KENNEDY 2013).

DISCUSSION

C'est le cas de la migration de certaines espèces dans la zone hyporhéique comme zone de refuge (BELAIDI et al. 2004).

Nous avons également mis en évidence des différences entre les deux habitats seuil et mouille. Le seuil contenait 15 taxons comparé à la mouille avec 12 taxons. Ce qui est similaire à d'autres études montrant que les radiers ont une plus grande richesse taxonomique (BONADA et al. 2006)

Certaines espèces ont été récolté uniquement dans le seuil, nous citons les Diptères Simuliidae, lesquels selon ANGELIER (2001) préfèrent les zones à forte vitesse d'écoulement. Leur importance peut être attribuée aux formes torrenticoles et à la remontée des espèces à la recherche des conditions plus favorable (HAOUCHINE, 2011). C'est le cas des deux stations. En revanche, les Chironomidae Chironomini, comptent une importante abondance relative dans la mouille (23.37%). Selon GAUJOUX (1995) ces espèces vivent dans les eaux riches en matières organiques.

CONCLUSION

Conclusion :

Ce modeste travail sur la biodiversité benthique dans la haute Tafna nous a permis d'acquérir un certain nombre d'informations sur la biodiversité des macroinvertébrés d'une station temporaire, par rapport à une et autre station pérenne.

L'étude faunistique a fait ressortir un total de 819 individus appartenant à 16 taxons. Il est possible que cette richesse taxonomique soit plus importante si l'échantillonnage avait été plus intense.

D'après cette étude nous avons retenus les résultats suivant :

Le groupe le plus diversifié selon leur diversité est le groupe des insectes dont l'ordre des Diptères et Coléoptères sont les plus abondants.

Les autres ordres sont représentés par un seul taxon tel que les Ephemeroptères et les Hémiptères.

Les ordres des Amphipodes sont représentés par une abondance des Gammaridae dans la station T0 ceci est en relation avec ses adaptations aux zones des sources qui favorise leurs développements, et avec leurs cycles de vie pendant les périodes d'étiages.

Le calcul de la richesse taxonomique, de l'indice de diversité de Shannon et d'équitabilité montre que la station pérenne est plus diversifiée que la station intermittente. Cependant les deux stations étudiées ont une faune avec répartition plus ou moins équitable et qui s'adapterait aussi bien que possible aux variations des milieux.

Pour conclure, on peut dire que ce travail n'est qu'une contribution qui a besoin d'être poursuivi par d'autres travaux plus approfondis, et en considérant d'autres période hydrologiques notamment la période des étiages afin de bien illustrer la biodiversité et la distribution de la faune benthique dans les cours intermittents du bassin versant de la Tafna.

La prise en considération de ces tronçons est dans un but d'évaluer les menaces qui pourraient peser sur la biodiversité des écosystèmes aquatiques en particulier nord africaines.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHYQUES

A

- **AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDROLIQUES (A.N.R.H.), 2013.** Rapport interne.
- **ANDRE T., 2001.** Etude des macroinvertébrés benthiques et de l'alimentation d'espèces de poissons en relation avec le rétrécissement saisonnier de la superficie d'eau du lac de barrage de la Comoé. diplôme d'ingénieur : université polytechnique de Bobo-Dioulasso (U.P.B).113 p.
- **ANGELIER E., 2001.** Ecologie des eaux courantes. Edit. Tec.Et.Doc.Et 2ème tirage. 199 p.
- **AUTHIER A., 1981.** Rapports d'analyse des eaux de la région de Tlemcen.

B

- **BARBAULT, R., 1981.** Ecologie des populations et des peuplements (Structure, dynamique et évolution). Ed. Masson, Paris, 200 p.
- **BELAIDI-ALIANE N., 2004.** Rôle de milieu hyporhéique dans le fonctionnement de l'écosystème oued. Dynamique de la faune hyporhéique a l'aval d'un barrage pollué. Thèse de doctorat d'état en hydrobiologie. Université de Tlemcen. 81 p.
- **BELAIDI N., TALEB A., et GAGNEUR J., 2004.** Composition and dynamics of hyporheic and surface fauna in relation to the management of a polluted reservoir. *Int J Lim* 40:237–248 p.
- **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.
- **BENEST M., 1985.** Evolution de la plateforme de l'Ouest algérien et du Nord-Est marocain au cours du Jurassique supérieur et au début du Crétacé: Stratigraphie, milieux de dépôts et dynamique sédimentaire. Thèse, Doctorat, Lab., Géol. Univ, Lyon. Fasc. 1: 367 p.
- **BENKBIL Z., 2013.** Distribution verticale de la faune hyporhéique dans la haute Tafna. Mémoire de master. Université de Tlemcen. 79 p.
- **BERNARD T., MOETAPELE N., 2005.** Desiccation of the Gomoti River: Biophysical process and indigenous resource management in Northern Botswana. *Journal of Arid Environments* 63(1): 256-283 p.

- **BEYER N., 1932.** Die tierwelt der Quellen und Bäche des Baumberggebietes. *Abh. Westf. Prov. Mus. f. Naturk.*, 8. Jg, Münster. 9-187 p.
- **BONADA N., RIERADEVALL M., PRAT N., RESH VH., 2006.** Benthic macroinvertebrate assemblages and macrohabitat connectivity in Mediterranean-climate streams of northern California. *Journal of the North American Benthological Society*. 25:32–43.
- **BOUANANI A., 2004.** HYDROLOGIE, TRANSPORT SOLIDE ET MODELISATION Etude de quelques sous bassins de la Tafna (NW – Algérie) Thèse de doctorat. Université de Tlemcen. 250 p.
- **BURK R. A. & KENNEDY J. H., 2013.** Invertebrate communities of ground water dependent refugia with varying hydrology and riparian cover during a suprasonal drought, *Journal of Freshwater Ecology*, 28:2, 251-270, DOI: 10.1080/02705060.2012.753121

C

- **COLLIGNON B., 1986.** Hydrogéologie appliquée des aquifères karstique des monts de Tlemcen (Algérie). Thèse de doctorat- nouveau régime –université Avignon. 282 p.

D

- **DAJOZ R., 2006.** Précis d'écologie. Dunod, Paris. 631 p.
- **DATRY T., 2012.** Benthic and hyporheic invertebrate assemblages along a flow intermittence gradient: effects of duration of dry events. *Freshwater Biology*, doi:10.1111/j.1365-2427.2011.02725.x
- **DATRY T., CORTI R., PHILIPPE M., CLARET C., DUMONT B., SAUQUET E., LE GOFF G., & ROGER P., 2011.** Rivières intermittentes du bassin RMC: fonctionnement écologique dans un contexte de mise en application de la DCE. Rapport final Cemagref – Agence de l'Eau RM & C. 61 p.
- **DATRY T., ...TALEB A., UZAN A., VANDER VORTE R., WALTHAM N. J., WOELFLE-ERSKINE C., ZAK D., ZARFL C. and ZOPPINI A., 2018.** A global analysis of terrestrial plant litter dynamics in non-perennial waterways. *Nature Geoscience*, 11 (7), pp.497-503.
- **DECAMPS H., 1971.** La vie dans les cours d'eaux. Presse universitaire de France. Que sais-je ? : 128 p.
- **DECAMPS H., LARROUY G., et TRIIVELLATTO D., 1975.** Approche hydrodynamique de la micro distribution d'invertébrés benthiques en eau courante.

- **DU CHATENET G., 2005.** Coléoptères d'Europe. Carabes, Carabiques et Dytiques. Adepgha. Volume 1. N.A.P Edition
- **DUSSART B., 1966.** Limnologie. L'étude des eaux continentales. Gauthier Villars, Paris. 678 p.
- **DUSSART., 1996.** Limnologie. L'étude des eaux continentale 2ème édition, boubée, paris.
- **DYNESIUS M., NILSON C., 1994.** Fragmentation and flow regulation of river systemes in the northest third of the word. *Science*, 266 : 753-762.

G

- **GAGNEUR J., ALIANE N., 1991.,** contribution à la connaissance des plécoptères d'Algérie. Ing : Albater Cedor.J et Sanchez Ortéga A. (eds), over vue and stratégie of Ephéméroptera and Plécoptéra 311-323.
- **GAGNEUR J, CHAOUI-BOUDGHANE C., 1991.** Sur le rôle du milieu hyporhéique pendant l'aslsèchement des oueds de l'ouest Algérien. *Stygologia*, 6: 77-89 p.
- **GAGNEUR J et THOMAS A G B., 1988.** Contribution à la connaissance des Ephéméroptères d'Algérie. Répartition et écologie. (1ere partie) (Insecta, Ephéméroptera). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse* 124 : 223- 231 p.
- **GAUJOUX D., 1995.** La pollution des milieux aquatiques. Aide-mémoire technique et documentation. 220 p.
- **GENTIL L., 1903.** Esquisse stratigraphique et pétrographique du bassin de la Tafna (Algérie). Serv.Carte géol. France. Et Carte géol. Algérie. 521 p.
- **GRAF W.L., 1988.** Fluvial processes in dryland rivers. Springer Verlag, Berlin, 346 p.
- **GRALL J., COÏC N., 2005.** Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. Université de Bretagne Occidentale. Laboratoire des sciences de l'Environnement Marin. 91 p.

H

- **HADDOU K., BENDAOU D., BELAIDI N., TALEB A., 2018.** A large-scale study of hyporheic nitrate dynamics in a semi-arid catchment, the Tafna River, in Northwest Algeria. *Environmental Earth Sciences*. 77:520
<https://doi.org/10.1007/s12665-018-7673-2>

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **HAOUCHINE S., 2011.** Recherche sur la faunistique et l'écologie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie. Mémoire de magister. Université Mouloud Mammer de Tizi Ouzou. 105 p.
- **HUTCHINSON T.C., MEEMA K.M., 1987.** Lead, mercury and arsenic in the environment. Scope 31. John Wiley & Sons, Chichester, 360 pp
-

I

- **ILLES W., 1999.** Contribution à l'évaluation de la qualité de l'eau de l'oued Tafna ; hydrochimie de l'oued avant la mise en eau du barrage hammam Bouhrara-ouest algérien. Mémoire d'ingénieur d'état-écologie et environnement. Université de Tlemcen. 54 p.

K

- **KORICHI N., 2008.** Contribution à l'étude de la faune hyporhéique et superficielle de la haute Tafna (Nord-ouest d'Algérie). Thèse d'Ingénieur d'Etat en Ecologie et Environnement, Université de Tlemcen. 61 p.

L

- **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.
- **LARNED S.T, DATRY T., ARSCOTT D.B., & TOCKNER K. 2010.** Emerging concepts in temporary river ecology. *Freshwater Biology* 55, 717-738
- **LARNED S.T., SCHMIDT J., DATRY T., KONRAD C.P., DUMAS J.K., DIETRICH J.C., 2011.** Longitudinal river ecohydrology: flow variation down the lengths of alluvial rivers. *Ecohydrology* 4, 532–548.
- **LEVEQUE Ch., 1996.** Les fondamentaux « Ecosystèmes aquatiques » Edt. Hachette livre.43. Quasi de Grenelle.75905- paris cedex 15 :39-44 p.
- **LOUNACI A., BROSE S., THOMAS A. et LEK S., 2000.** Abundance, diversity and community structure of macroivertebrates in an Algerian stream: the Sébaou wadi. *Annls Limnol.* 36 (2): 123-133 p.

M

- **MARMONNIER P et DOLE MJ., 1986.** Les amphipodes des sédiments d'un bras court-circuité du Rhône. Logique de répartition et réaction aux crues. *Sciences de l'eau*. 5: 461-486 p.
- **MEGNOUNIF A., TERFOUS A., SEDDINI A., 2005.** Mécanismes de transfert des sédiments en suspension dans le bassin versant de la Haute Tafna. *Journal de l'eau et de l'environnement*, revue semestrielle scientifique et technique. Université de Tlemcen. 230 p.
- **MEGHNOUNIF A., GHENIM A., 2013.** Influence des fluctuations hydro-pluviométriques sur la production des sédiments : cas du bassin de la Haute Tafna. *Revue Des Sciences De L'Eau* • 26(1) (2013) 53-62 p.
- **MEHAMEDIA H., 2018.** Le calcul de l'indice d'écoulement de base dans les oueds du nord de l'Algérie. Ecole nationale supérieure d'hydraulique -Arbaoui Abdellah. Mémoire de master. 92 p.
- **MOISAN J., 2010.** « Guide d'identification des principaux macro invertébrés benthiques d'eau douce du Québec, 2010 – Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds». Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 82 p.
- **MUSY A, HIGY C., 2004.** Hydrologie : une science de la nature. Presses Polytechniques et Universitaires romandes. Italie. 314 p.

P

- **PEARSON T. H, ROSENBERG R., 1978.** Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanographic Marine Biology Annual Review*, 16, 230-306.
- **PIELOU E. C., 1966.** The measurement of diversity in different types of biological collections. *Theory. Biol.* 13, 131-144 p.
- **PIERRE PETREQUIN., 1997.** Les Sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura).: 3200-2900 av. J.-C, Volume 3, Numéro 1 . Editions de la MSH. 765 p.
- **POISSON R., 1957.** Faune de France. Editions Paul Le chevalier. 12. Rue De Tournon (VIe). Paris.

R

- **RAMADE F., 2003.** Elément d'écologie : Ecologie fondamentale. 3ème éd. Ed. Dunod.

- **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.
- **RODIER J., 1996.** L'analyse de l'eau. Eaux naturelles –eaux résiduares- eaux de mer. Tome 1 et 2. 8ème Edition. Dunod : 1383p
- **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
- **RUPP D.E, LARNED S.T, ARSCOTT D.B, & SCHMIDT J., 2008.** Reconstruction of a daily flow record along a hydrologically complex alluvial river. *Journal of Hydrology* 359, 88-104 p.

S

- **SELTZER P., 1946.** Le climat de l'Algérie. Univ. D'Alger, IMPG Carbonnel, Alger. 219 p.
- **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.
- **SOUIKI Y., 2011.** Contribution à l'étude de la faune superficielle de deux zones de sources dans la haute Tafna (sous-bassin). Thèse d'ingénieur d'état en biologie. Université de Tlemcen. 47 p.
- **SPANGLER P.J., 1981.** Aquatic Biota of Tropical South America. Part 1: Arthropoda. San Diego State University, San Diego, California, 323 p.
- **STROMBERG J.C., BAGSTAD K. J., LEENHOUTS J. M., LITE S. J. & MAKING E., 2005.** Effects of increased stream flow intermittency on channel vegetation of a semi-arid region river (San Pedro River, Arizona). *River Res. Appl.* 21, 1–14 p.
- **STUBBIGTON R., MILNER T., WOOD P J., 2019.** Flow intermittence in river networks: understanding the ecohydrological diversity of aquatic–terrestrial ecosystems: Editorial to the special issue the ecohydrology of temporary. Article in *Fundamental and Applied Limnology / Archiv für Hydrobiologie*. 193(1): 1-19

T

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **TACHET H., BOURNAUD M., RICHOU Ph., 1980.** Introduction à l'étude des macro-invertébrés des eaux douces (systématique élémentaire et aperçu écologique) Association française de limnologie : 150 p.
- **TACHET H., ROCHOUX P., BOURNAUD M. & USSEGLOI P., 2000.** Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie. CNRS, Paris. 588 p.
- **TACHET H., 2010.** Invertébré d'eau douce : systématique, biologie, écologie». Edit : CNRS, Paris. 607 p.
- **TALEB A., BELAIDI N., GAGNEUR J., 2004.** Water quality before and after dam building on a heavily polluted river in semi-arid Algeria. *River .Res .Applie* .20.Pn945-956 p.
- **TALEB M.K., 1981.** Contribution à l'étude hydrogéologique du bassin de la haute Tafna (Monts de Tlemcen) Mémoire de D.E.A.
- **THINTHOIN R., 1948.** Les aspects physiques du tell oranais, Essai de morphologie de pays semi-aride : ouvrage publié avec le concours du C,N,R,Sed, l Fouque. 639 p.

V

- **VANDER VORSTE R., 2015.** The hyporheic zone as a primary source of invertebrate community resilience in intermittent alluvial rivers: evidence from field and mesocosm experiments. Thèse de doctorat L'Université Claude Bernard Lyon 1 ECOLE DOCTORALE Evolution, Ecosystème, Microbiologie, Modélisation (E2M2). 211p.

Y

- **YADI H.B., 1985.** Écologie comparée de trois sources de la région de Tlemcen. Diplôme d'étude supérieure. Biologie. Université de Tlemcen. 44 p.

Z

- **ZENAGUI I., 2013.** Contribution à la mise en évidence des groupes Trophiques Dans La Communauté Hyporhéique. Mémoire de master. Université de Tlemcen. 53 p.
- **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
- **ZETTAM A., 2011.** Impact des faibles volumes d'eau pompés sur la richesse des invertébrés hyporhéiques à l'amont de la Tafna. Mémoire de master. Université de Tlemcen. 60 p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **ZETTAM A., 2018.** Transfert des nitrates du bassin versant de la Tafna (Nord-Ouest de l'Algérie) vers la mer Méditerranée. Approche couplant mesures, modélisation et changement d'échelle vers les grands bassins versants Nord africains. Thèse de doctorat. Université de Toulouse. 239 p.