

UNIVERSITÉ ABOUBAKR BELKAÏD – TLEMCEEN

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

Département d'Écologie et Environnement

Laboratoire de recherche

*« Valorisation des actions de l'homme pour la protection de l'Environnement
et application en santé publique »*



MÉMOIRE

Présenté par :

**Ternane Rabia
Bouchentouf Hadjer**

En vue de l'obtention du diplôme de :

Master

Filière : Hydrobiologie marine et continentale

Spécialité : Sciences de la mer

✧ Thème ✧

**Évaluation de la qualité d'eau du barrage de Béni Bahdel
par l'utilisation des paramètres physico-chimiques
et des macro-invertébrés benthiques**

Soutenu le : **20/09/2026** devant le jury composé de :

Nom et prénom	Grade / établissement	Qualité
M. ZATTAM Amin	MCA Université de Tlemcen	Président
Mme BEMMOUSSAT DEKKAK Soumya	MCB Université de Tlemcen	Encadrante
M. MAHI Abdelhakim	MCA Université de Tlemcen	Examineur

Année universitaire : 2025 / 2026

Remerciements

Nous tenons, en tout premier lieu, à remercier Allah, Le Tout-Puissant, pour non avoir accordé la force, la santé, la patience et la persévérance nécessaires à l'aboutissement de ce travail. Louange à Lui, qui éclaire nos pas et soutient nos efforts.

Nous exprimons notre profonde gratitude à Madame BEMMOUSSAT DEKKAK Soumya, notre directrice de mémoire, pour son encadrement rigoureux, sa disponibilité constante et la qualité de ses conseils. Sa bienveillance et son expertise ont été des atouts précieux tout au long de cette étude.

Nous remercions également les membres du jury, Mr zattam amine et Mr Mahi Abdelhakim pour l'intérêt qu'ils ont porté à Notre travail et pour leurs remarques constructives, qui ont contribué à enrichir ce mémoire Notre reconnaissance va également à Monsieur BEMMOUSSAT Benali,

Madame BZNMOKHTAR Khadîdja et Madame OTMANI Salima, ingénieurs du laboratoire, pour leur assistance technique et leur accompagnement, aussi bien sur le terrain qu'au laboratoire.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail,

À mes chers parents, pour leur amour inconditionnel, leurs sacrifices, leur patience et leurs encouragements qui m'ont permis d'avancer et de croire en moi. Que Dieu vous protège et vous accorde une longue vie.

À ma famille, pour leur présence, leur soutien et tous les moments partagés durant mon parcours.

À mon frères et mes sœurs, pour leur affection, leurs encouragements et leur soutien dans les moments difficiles.

À ma chère sœur Asmae,

Pour ton amour, ton soutien et ta présence précieuse à mes côtés.

Merci d'avoir toujours cru en moi et de m'avoir encouragée à avancer

À mon chère binôme Hadjer,

Merci pour ta présence, ton soutien et tous les beaux moments partagés.

Une belle aventure que nous avons accomplie ensemble. ♡

À mes amis et à toutes les personnes qui m'ont soutenue, de près ou de loin, par un mot, un conseil ou simplement par leur présence.

À mes enseignants et à tous ceux qui ont contribué à ma formation, pour leurs connaissances, leurs conseils et leur accompagnement.

Rabia

Dédicace :

Je dédie ce travail,

*À mes chers parents, pour leur amour, leurs sacrifices, leur soutien et leurs encouragements
qui m'ont permis d'aller jusqu'au bout.*

*À ma sœur et à mes frères, ainsi qu'à toute ma famille, pour leur présence, leur affection et
leur soutien tout au long de ce parcours.*

À mon chère binôme rabia,

Merci pour chaque moment partagé, chaque effort et chaque réussite.

Cette aventure restera un beau souvenir de notre parcours. ♥

À toutes les personnes qui ont cru en moi et m'ont encouragée, de près ou de loin.

*Et à moi-même, pour ma persévérance, ma détermination et tous les efforts accomplis durant
ce parcours.*

À vous tous, je dédie humblement ce travail.

Hadjer

Table des matières

Introduction :	1
CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	4
Chapitre I : Synthèse bibliographique	4
I. Étude de macro-invertébrés	4
I.1.1.les macro-invertébrés	4
I.1.2. Morphologie des macro-invertébrés	4
I.1.3.les caractéristiques des macro-invertébrés	5
I.1.3.1. Les insectes	5
*Les Éphéméroptères (éphémères)	5
*Les Plécoptères (perles)	6
*Les Trichoptères (phryganes)	7
*Les Odonates (libellules et demoiselles)	7
*Les Diptères (mouches et moustiques)	7
I.1.3.2. Les Crustacés	8
*Les Gammarès (crevettes d'eau douce)	8
*Les Aselles	9
*Les Écrevisses	9
I.1.3.3. Les Arachnides	9
*Les Hydracariens	10
I.1.3.4. Les Mollusques	10
*Les Gastéropodes	10
*Les Bivalves	11
I.1.3.5. Les Annélides	11
*Les Hirudinées (sangues)	11
I.1.4. L'intérêt écologique de l'étude des macro invertébrés	12
I.2.La pollution des ressources en eau : Typologies et impacts sur les écosystèmes lenticues.	13
I.2.1. Définition et mécanismes généraux	13
I.2.2. Les principales typologies de pollution	13
II. Présentation de la zone d'étude	14

II.1 Les Barrages.....	14
II.2. La région de Tlemcen	14
II. 3. Barrage Beni Bahdel	15
II. 4. Climatologie de la région d'étude.....	16
II.5. Impact de la climatologie sur les macros invertébrées benthiques.....	18
CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES.	20
II. Chapitre II : matériels et méthodes.....	20
II.1. Description des sites d'étude :	20
II.1.1. Choix et localisation de site d'étude.....	20
II.2. Matériels et méthodes	23
II.2 1. Les paramètres physico-chimiques :	23
II. 2.2 Étude de la faune des macroinvertébrés.....	25
II .2.2.1 Méthodologie de prélèvement sur le terrain.....	25
II.2.3 Matériels	26
II .2.4 Conservation des échantillons.....	27
II.2.5. Tri et Identification	28
II.3.1. Etude indicielle	28
Chapitre III. Résultats et discussion :	29
III. 1. Analyse de la composition faunistique.....	29
III .1. 1 Composition faunistique par familles et comparaison avec la littérature.....	31
III. 1.1.2 Analyse de la composition faunistique mensuelle au niveau des trois stations	32
III. 2. Principaux groupes d'invertébrés recoltés :	33
Les Gammaridés	33
Les Gastéropodes	34
Les Chironomidae.....	35
Les Éphéméroptères.....	35
Les Coléoptères	36
Les Odonates	37
Les Ostracodes.....	37
Les Hétéroptères	38
Les Diptères	38
III.3. Etude indicielle :	38

III .3. Détermination des conditions physicochimiques :	39
III. 3.1Analyse des paramètres physicochimiques.....	39
Discussion	44
Conclusion générale	47
Référence :	48

Liste des figures :

FIGURE 1: SITUATION GEOGRAPHIQUE DU BASSIN VERSANT DE BARRAGE BENI BAHDEL (TLEMCEM) (8. BV KHEMIS ; 9. SOL NU ; 10. FORET ; 11. MAQUIS ; 12. ALTITUDE ; 13. BV SEBDU.1. HYDROGRAPHIC NETWORK; 2. KHEMIS WADI; 3. SEBDU WADI; 4. BODY OF WATER; 5. URBAN; 6. STEPPE ROUTE; 7. AGRICULTURE; 8. KHEMIS WATERSHED; 9. BARE GROUND; 10. DENSE FOREST; 11. FOREST; 12. ELEVATION; 13. SEBDU WATERSHED.).....	16
FIGURE 2: DIAGRAMME OMBROTHERMIQUE DE BAGNOULS & GAUSSEN POUR LE BARRAGE DE BENI BAHDEL ENTRE (2015-2025)	18
FIGURE 3: CARTOGRAPHIE DES TROIS STATIONS D'ETUDE.("CARTOGRAPHIE DES TROIS STATIONS D'ETUDE,"2026).....	20
FIGURE 4: IMPORTANCE RELATIVE DES INSECTES, GASTEROPODES ET CRUSTACES	30
FIGURE 5: IMPORTANCE RELATIVE EN NOMBRE D'INDIVIDUS DES PRINCIPAUX GROUPES FAUNISTIQUES DANS LES TROIS STATIONS.	31
FIGURE 6: REPARTITION MENSUELLE DE L'ABONDANCE DES MACRO-INVERTEBRES BENTHIQUES DANS LES TROIS STATIONS (EAB, APB ET EVB).	32
FIGURE 7: CONDUCTIVITE ELECTRIQUE DE L'EAU DANS LES TROIS STATIONS ETUDIEES.	40
FIGURE 8: CONCENTRATION DE L'OXYGENE DISSOUS (MG/L) DANS LES TROIS STATIONS ETUDIEES.	41
FIGURE 9: VARIATION DU PH DE L'EAU AU NIVEAU DES TROIS STATIONS ETUDIEES.	42

Liste des photos :

PHOTO 1: MORPHOLOGIE D'ÉPHEMEROPTERES. (PROKOP ET AL,2019)	6
Photo 2: Morphologie des Plécoptères (Huo, Fan et al. 2025)	6
PHOTO 3: MORPHOLOGIE DES TRICHOPTERES (DUPRAT,1998)	7
PHOTO 4: MORPHOLOGIE DES ODONATES. (MOISAN, 2010)	7
PHOTO 5: MORPHOLOGIE DES DIPTERES (PORTAL 2026)	8
PHOTO 6: MORPHOLOGIE DES GAMMARES (FACILITY,2026)	8
PHOTO 7: MORPHOLOGIE DES ASELES.(MOISAN,2010)	9
PHOTO 8: MORPHOLOGIE DES ÉCREVISSES (PORTAL,2026).	9
PHOTO 9: MORPHOLOGIE DES HYDRACARIENS (COMMONS 2026)	10
PHOTO 10: MORPHOLOGIE DES GASTEROPODES (COMMONS 2026).....	11
PHOTO 11: MORPHOLOGIE DES GASTEROPODES (NETWORK,2026)	11
PHOTO 12: MORPHOLOGIE DES HIRUDINEES (COMMONS,2026)	12
Photo 13: Station en amont de barrage (Original)	21
PHOTO 14: STATION 2 A PROXIMITE DU BARRAGE (ORIGINAL)	22
PHOTO 15: STATION 3 EN AVAL DU BARRAGES (ORIGINAL)	23
PHOTO 16: MATERIELS UTILISEES SUR LE TERRAIN. (ORIGINAL)	26
PHOTO 17: MATERIELS UTILISEES DANS LE LABORATOIRE. (ORIGINAL).....	27
PHOTO 18: PHOTOMETRE (ORIGINALE)	27
PHOTO 19: GAMMARES (ORIGINAL).....	34

PHOTO 20: GASTEROPODES (ORIGINAL)	34
PHOTO 21: CHIRONOMIDAE (ORIGINAL)	35
PHOTO 22: EPHEMERES BAETIDAE (ORIGINAL)	36
PHOTO 23: COLEOPTERES DYTISCIDAE (ORIGINAL).....	36
PHOTO 24: ODONATES (ORIGINAL)	37
PHOTO 25: OSTRACODE (ORIGINAL).....	37
PHOTO 26: HETEROPTERE (ORIGINAL).....	38

Liste des tableaux :

TABLEAU 1: CALENDRIER DES PRELEVEMENTS	25
TABLEAU 2: CHEEK-LISTE DES MACRO INVERTEBRES RECOLTEES.....	29
TABLEAU 3: VARIATION DES PARAMETRES PHYSICOCHEMISTIQUES DE L'EAU AU NIVEAU DES TROIS STATIONS	39

Liste des abréviations :

µS /cm : micro siemens /centimètre
 A.P.C : Assemblée Populaire Communale
 ANBT : Agence Nationale des Barrages et Transferts
 BV : Bassin versant
 C : Carnivores
 C° : Degré Celsius
 CDT : Conductivité
 C-f : Collecteurs Filtreurs
 C-g: Collectors, Gathers
 CW.55: Chemin Wilaya N° 55
 DRE : Direction Des Ressources En Eau
 EAB : En Amont du Barrage (Station 1)
 APB : À Proximité du Barrage (Station 2)
 EVB : En Aval du Barrage (Station 3)
 E : Est ETM : éléments traces métalliques
 G : Grazers
 g/l : Gramme par litre
 h : Heure
 H : Humidité
 K° : Kelvin
 Km/h : Kilomètre par heure
 M² : mètre carré
 Max : Maximum
 MES : Matières en suspension
 Min : Minimum
 mm : millimètre

Moy : Moyenne

N : Nord

P (mm) : précipitations moyennes annuelles en mm

P.N.T : Parc National Tlemcen

pH : Potentielle Hydrogène

Ph : Phytophages

Phz : Phytozoophages

Prd : Prédateurs

Prd-Frc : Prédateurs féroces

Q2 : quotient pluviométrique

RDX : Potentiel redox

S: Salinité

S: Shredders

Scr: Scrapers

T (°C) : Température moyenne en degré Celsius

TM (°C) : Température maximale en degré Celsius

Tm (°C) : Température minimale en degré Celsius

TRBT : Turbidité

URBAT : Centre d'Études & de Réalisation en Urbanisme Spa

V : Vent

INTRODUCTION

Introduction :

Depuis l'avènement des premières civilisations au Néolithique, les ressources hydriques et la biodiversité des milieux aquatiques jouent un rôle prépondérant dans le développement des sociétés humaines, expliquant l'implantation historique des communautés au niveau des plaines alluviales et des grands axes fluviaux. Au sein de ces hydrosystèmes, les communautés benthiques occupent une place majeure, majoritairement représentées par les macros invertébrés. Ce compartiment biologique rassemble une grande diversité de taxons, à l'instar des larves d'insectes, des crustacés, des mollusques, des némathelminthes et des annélides (Boudjema et al,2023), qui accomplissent leur cycle de vie en étroite relation avec le fond. La distribution, la densité et la richesse de cette faune sont intimement régulées par des facteurs hydrodynamiques et physiques tels que la vitesse du courant, le régime thermique et la granulométrie du substrat (Cummins et al,1969). Par conséquent, la structure de ces biocénoses est le reflet direct des fluctuations spatiales et temporelles de leur habitat, n'abritant que les espèces dont les préférences écologiques concordent avec les conditions de la mosaïque fluviale.

À l'échelle nationale, la gestion opérationnelle et la sauvegarde des réserves hydriques de surface représentent en Algérie un défi écologique et socio-économique d'une acuité critique. Cette situation est sévèrement accentuée par des cycles de sécheresse de plus en plus intenses ainsi que par une amplification continue des pressions (Ghenim et al,2013). Dans ce contexte de stress hydrique, les retenues de barrages s'imposent comme des infrastructures stratégiques incontournables, indispensables à la fois pour sécuriser l'approvisionnement en eau potable des populations et pour soutenir l'irrigation des périmètres agricoles. Malheureusement, ces milieux lacustres artificiels s'avèrent hautement vulnérables face aux dynamiques de dégradation de la qualité de leurs eaux.

C'est précisément cette problématique complexe qui caractérise aujourd'hui le barrage de Béni Bahdel, situé dans la Wilaya de Tlemcen. Principalement alimenté par les apports de l'Oued Tafna, ce réservoir se trouve positionné à l'exutoire d'un bassin versant soumis à de multiples perturbations. Il subit de plein fouet d'importants transferts polluants diffus issus des activités agricoles environnantes, notamment l'apport de pesticides et de fertilisants, auxquels s'ajoutent les flux de rejets d'eaux usées domestiques non traitées (Taleb et al,2008).

Face à de telles menaces, l'évaluation et le suivi de la pollution au sein de ces écosystèmes lenticques ont reposé de manière prépondérante sur la caractérisation des paramètres physico-chimiques conventionnels, tels que le pH, l'oxygène dissous, la charge en nutriments ou encore

la demande biochimique en oxygène (DBO). Si l'approche abiotique classique offre une quantification rigoureuse et précise de la nature des polluants à un instant donné, elle souffre de limites intrinsèques majeures (Karr,1991;Metcalf et al,1989). En effet, ces mesures ponctuelles s'avèrent incapables de capter les pollutions intermittentes ou de retracer les phénomènes complexes de bioaccumulation à long terme au sein des réseaux trophiques (Taleb et al., 2004).

Pour surmonter ces contraintes méthodologiques, l'intégration des bioindicateurs s'est progressivement imposée comme une composante indissociable des programmes modernes de biosurveillance des eaux continentales. À ce titre, les macros invertébrés benthiques s'affirment comme d'excellents descripteurs de l'état de santé et de l'intégrité écologique des milieux aquatiques. Leur sédentarité marquée, couplée à des cycles de vie relativement longs, leur permet d'agir comme des intégrateurs temporels des agressions environnementales. De plus, l'existence de sensibilités différentielles et de seuils de tolérance distincts face aux stress chimiques et organiques permet de segmenter ces organismes. Les taxons les plus vulnérables disparaissent rapidement sous l'effet des perturbations, tandis que les formes résistantes ou opportunistes prolifèrent (Washington,1984). Un diagnostic écologique fiable implique donc nécessairement de coupler l'étude de la dynamique physico-chimique à celle des structures de ces communautés animales (Belaidi et al,2004).

En Algérie, l'intérêt pour l'étude des communautés de macro-invertébrés benthiques et leur utilisation dans l'évaluation de la qualité écologique des hydrosystèmes continentaux a connu une évolution remarquable au cours des quatre dernières décennies. Les premières investigations, principalement axées sur la taxonomie et la distribution initiale des peuplements, ont posé les jalons de l'hydrobiologie nationale (Lounaci et al,2000). Par la suite les efforts de recherche se sont intensifiés et orientés vers la bioindication et l'évaluation de la qualité des eaux des milieux lenticques (lacs, retenues et réservoirs) (Oertli et al,2013). Plus récemment, face aux pressions anthropiques croissantes et aux changements climatiques qui menacent les oueds et les retenues de barrages, de nombreux travaux ont approfondi la dynamique spatio-temporelle de cette faune, sa résilience face à l'eutrophisation et la sensibilité des groupes clés en milieux lenticques et lotiques (Benzina et al,2019);.

Notre étude s'inscrit dans cette lignée de travaux et se donne pour objectif d'évaluer de manière intégrée la qualité écologique de l'eau du barrage de Béni Bahdel en visant l'identification des principales sources d'altération anthropique et à situer l'état écologique de cette retenue par rapport aux grilles de référence actuelles. Ce travail en 3 grand volets :

Chapitre I : Recherche bibliographique importantes sur macro invertébrés.

INTRODUCTION GENERALE

Chapitre II : décrire les méthodes utiliser dans notre travail

Chapitre III : caractérisation des descripteurs physico-chimiques à l'analyse typologique des peuplements de macro invertébrés.

CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I. Étude de macro-invertébrés

I.1.1.les macro-invertébrés

Le groupe des macro invertébrés benthiques regroupe l'ensemble des organismes dépourvus de colonne vertébrale, discernables sans aide optique, qui colonisent le sédiment ou les substrats immergés des hydrosystèmes lotiques et lentiques, tels que les cours d'eau, les lacs et les retenues de barrages. Cette communauté faunistique est principalement dominée par les arthropodes (insectes et crustacés), les mollusques ainsi que diverses familles d'annélides et de vers. Parmi les insectes, les modalités d'exploitation du milieu aquatique varient selon les stratégies biologiques : certains taxons, à l'image des éphéméroptères, possèdent une phase larvaire strictement aquatique avant d'accomplir leur transition vers un stade adulte aérien et terrestre, alors que d'autres groupes, comme certains coléoptères, effectuent la totalité de leur développement ontogénique au sein de l'eau (Thorp et al,2015)

En raison de ces spécificités éco-morphologiques, ces organismes constituent le pilier du développement des indices biotiques, dont les algorithmes d'évaluation s'appuient historiquement sur la représentativité numérique et la richesse taxonomique de lignées indicatrices clés. Sur le plan systématique, les macros invertébrés forment un assemblage hétérogène rattaché à de multiples phylums. C'est précisément cette vaste hétérogénéité structurelle et comportementale qui induit des seuils de sensibilité et des patrons de réponse hautement différenciés face aux altérations de leur habitat, érigeant ainsi cette faune au rang d'outil de diagnostic incontournable pour la bioévaluation des écosystèmes aquatiques (Solimini et al,2006).

I.1.2. Morphologie des macro-invertébrés

La morphologie des macro-invertébrés aquatiques, comprenant divers organismes tels que les insectes, les crustacés, les mollusques et les annélides, présente des adaptations spécifiques au milieu aquatique. Chez les insectes, qui dominent souvent cette faune, le corps est typiquement divisé en trois régions principales : la tête, le thorax et l'abdomen (Tachet et al,2000).

La tête

La tête représente une structure grandement spécialisée chez les macro-invertébrés aquatiques, elle s'avère indispensable pour assurer l'alimentation, garantir la perception des

stimuli du milieu, et guider à la fois l'orientation et les déplacements de l'organisme dans son environnement aquatique (Crespo,2011)

Le thorax

Divisé en trois segments, le thorax soutient une paire de pattes sur chacune de ses parties. Immédiatement positionné à la suite de la tête, le premier segment se nomme le prothorax ; il est suivi par le mésothorax en deuxième position, puis par le métathorax qui constitue le troisième élément connecté à l'abdomen. En outre, pour ce qui est des espèces ailées, le développement des ailes s'opère uniquement au niveau du mésothorax et du métathorax.

L'abdomen

Au sein du corps des insectes, l'abdomen représente habituellement la partie la plus volumineuse. Sa structure se compose, dans la majorité des situations, de 11 segments que l'on nomme des articles. C'est précisément cette zone qui abrite les essentiels organes internes, en particulier les systèmes digestifs, respiratoires et reproducteurs. De plus, alors que les éléments de la tête et du thorax s'avèrent parfois réduits ou dissimulés sous les ailes, les segments formant l'abdomen demeurent nettement plus visibles et bien distincts (Usseglio-Polatera et al,2000).

I.1.3.les caractéristiques des macro-invertébrés

I.1.3.1. Les insectes

Caractérisés par un corps divisé en trois parties et la présence de six pattes, ils vivent en eau douce principalement sous forme larvaire ou nymphale. Ils représentent un groupe essentiel pour l'évaluation de la qualité écologique et biologique des cours d'eau (Resh et al,1993).

***Les Éphéméroptères (éphémères)**

Se distinguent par la présence de trois filaments caudaux appelés cerques ainsi que des branchies lamellaires ou branchies trachéennes situées sur l'abdomen (Brittain,1982).

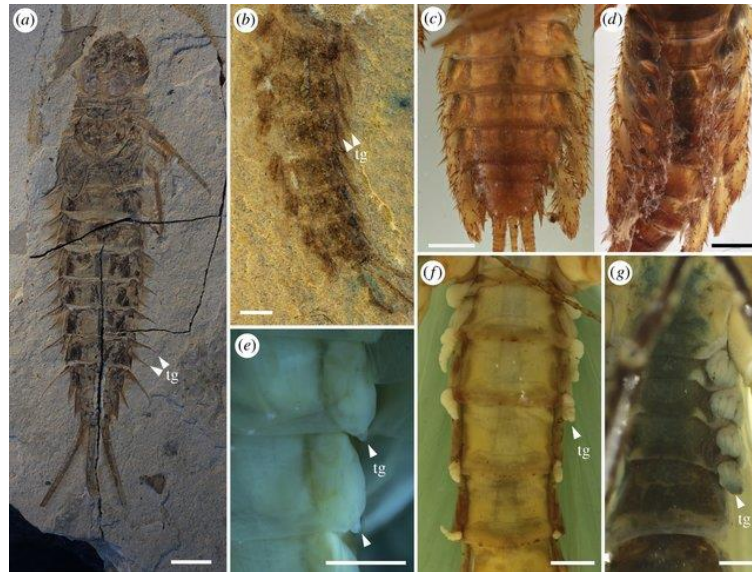


Photo 1: Morphologie d'Éphéméroptères. (Prokop et al,2019)

***Les Plécoptères (perles)**

Possèdent deux filaments terminaux (cerques) et deux griffes robustes à l'extrémité de chaque patte (Zwick,2000).



Photo 2: Morphologie des Plécoptères (Huo et al,2025)

***Les Trichoptères (phryganes)**

Sont connus pour la construction d'un fourreau protecteur (étui) fabriqué à partir de grains de sable, de débris végétaux ou de petits cailloux liés par de la soie (Wiggins,1999).



Photo 3: Morphologie des Trichoptères (Duprat,1998)

***Les Odonates (libellules et demoiselles)**

Présentent des larves robustes munies d'un appareil buccal hautement spécialisé : le masque préhensile (ou labium rétractile), servant à capturer les proies (Corbet,1980).



Photo 4: Morphologie des odonates. (Moisan,2010)

***Les Diptères (mouches et moustiques)**

Les Diptères ont généralement des larves apodes (dépourvues de véritables pattes articulées), à l'image des chironomes, souvent appelés "vers de vase rouges" en raison de leur teneur en hémoglobine (Pinder,1986).



Photo 5: Morphologie des diptères (portal,2026)

I.1.3.2. Les Crustacés

Contrairement aux insectes, les crustacés possèdent un nombre de pattes plus élevé (généralement 10 à 14 pattes marcheuses chez les malacostracés aquatiques, soit un nombre supérieur à 8 (Tachet et al,2000).

***Les Gammares (crevettes d'eau douce) :**

Leur corps est comprimé latéralement. Ils se déplacent de façon caractéristique en nageant courbés sur le côté.



Photo 6: Morphologie des Gammares (Facility,2026)

***Les Aselles**

Elles possèdent un corps aplati dorso-ventralement (de haut en bas), rappelant l'aspect morphologique d'un cloporte terrestre (Graça et al,1993).



Photo 7: Morphologie des Aselles.(Moisan,2010)

***Les Écrevisses**

Dotées de pinces puissantes, elles constituent les plus grands macro-invertébrés benthiques présents dans les cours d'eau (Holdich,2002).



Photo 8: Morphologie des Écrevisses (portal,2026).

I.1.3.3. Les Arachnides

Ce groupe est caractérisé à l'état adulte par la présence de 8 pattes articulées (Tachet et al,2000).

***Les Hydracariens**

Ce sont de minuscules acariens adaptés à la vie aquatique. Ils présentent généralement un corps globuleux et arrondi, arborant souvent des couleurs très vives (rouge écarlate ou vert) qui signalent leur toxicité aux prédateurs (Di Sabatino et al,2009).



Photo 9: Morphologie des Hydracariens (Commons,2026b)

I.1.3.4. Les Mollusques

Organismes à corps mou, le plus souvent protégés par une coquille calcaire (Tachet et al,2000).

***Les Gastéropodes**

Possèdent une coquille unique, généralement enroulée en spirale. Ce groupe comprend les escargots d'eau douce comme les limnées et les planorbes. Ils se déplacent lentement par reptation sur les pierres, le sédiment ou les macrophytes (Dillon,2000).



Photo 10: Morphologie des Gastéropodes (Commons,2026b)

***Les Bivalves**

Leur coquille est formée de deux valves articulées. Ils regroupent notamment les moules d'eau douce (comme les anodontes) ainsi que les petites Pisidie. Ce sont des organismes benthiques sessiles ou fouisseurs qui se nourrissent en filtrant les micro-particules en suspension dans l'eau (Vaughn et al,2001).



Photo 11: Morphologie des Gastéropodes (Network,2026)

I.1.3.5. Les Annélides

Vers segmentés (anneaux) à symétrie bilatérale (Tachet et al,2000).

***Les Hirudinées (sangsues)**

Cette sous-classe comprend environ 650 espèces dont la taille varie de 1 à 20 cm. Une grande partie de ces espèces vit comme parasite temporaire (ectoparasites hématophages) ou

comme prédateurs d'animaux marins, terrestres ou d'eau douce. Les sangsues respirent à travers leur tégument et possèdent un système circulatoire dorsal et ventral fermé. Elles présentent une ventouse à chaque extrémité du corps (antérieure et postérieure), leur permettant de se fixer à leurs hôtes ou de progresser par "arpenage" sur les substrats. Autrefois récoltées pour la saignée médicale, elles restent utilisées en chirurgie réparatrice moderne pour stimuler la circulation sanguine et drainer les congestions veineuses locales (Sawyer,1986).

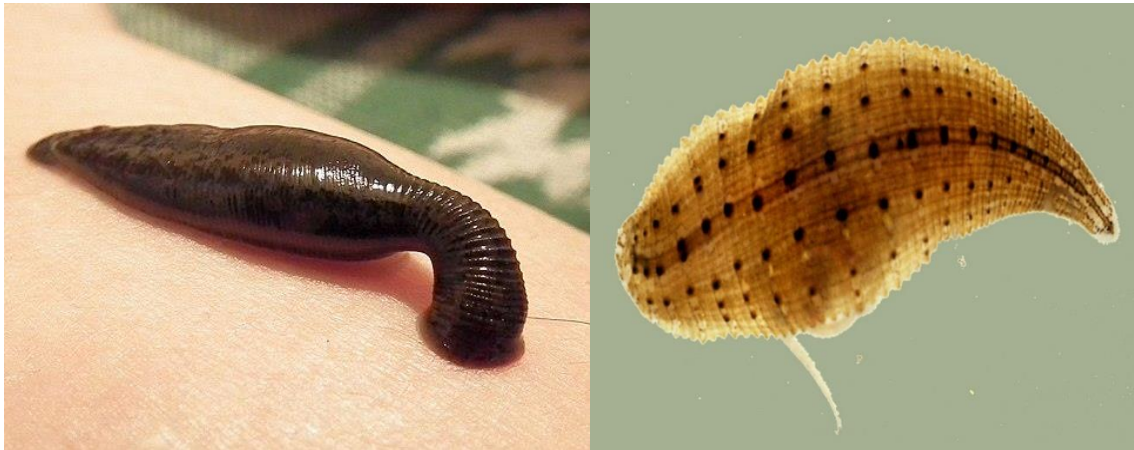


Photo 12: Morphologie des Hirudinées (Commons,2026a)

I.1.4. L'intérêt écologique de l'étude des macro invertébrés

L'intérêt écologique de l'étude des macro invertébrés benthiques réside principalement dans leur rôle de sentinelles des écosystèmes aquatiques. En tant qu'organismes sédentaires et dotés de cycles de vie relativement longs, ils intègrent de manière continue les variations de la qualité de leur environnement, contrairement aux analyses chimiques qui ne fournissent qu'une mesure instantanée (Resh et al,1993). La communauté benthique abrite une grande diversité de taxons présentant des exigences écologiques et des seuils de tolérance très variés face aux perturbations. Ainsi, la régression des groupes sensibles (comme les Éphéméroptères, Plécoptères et Trichoptères) au profit d'espèces opportunistes et résistantes (telles que les Chironomidae ou les Oligochètes) traduit fidèlement l'impact de stress anthropiques comme la pollution organique, les rejets toxiques ou l'eutrophisation (Bonada et al,2006). Au-delà de leur fonction de bioindicateurs de la santé des cours d'eau et des barrages, ils occupent une place centrale dans les réseaux trophiques en assurant le recyclage de la matière organique et en servant de source de nourriture essentielle pour les poissons et les oiseaux, ce qui en fait des piliers de la stabilité fonctionnelle des milieux aquatiques (Tachet et al,2000).

I.2. La pollution des ressources en eau : Typologies et impacts sur les écosystèmes lenti-ques.

I.2.1. Définition et mécanismes généraux.

La pollution des eaux superficielles se définit comme toute altération physique, chimique ou biologique de la qualité de l'eau, provoquée directement ou indirectement par les activités anthropiques, et rendant son utilisation dangereuse ou impropre pour la santé humaine et le maintien des équilibres écologiques (Ramade, 2005). Dans les écosystèmes stagnants ou semi-stagnants (milieux lenti-ques) tels que les retenues de barrages, la pollution prend une dimension particulièrement critique. Contrairement aux oueds et rivières (milieux lotiques) qui bénéficient d'un pouvoir d'auto-épuration dynamique et d'un renouvellement rapide des masses d'eau, les barrages agissent comme des puits de sédimentation. Les polluants s'y accumulent sur de longues périodes, contaminant la colonne d'eau ainsi que le compartiment benthique (les sédiments du fond) (Wetzel, 2001).

I.2.2. Les principales typologies de pollution

Au niveau des hydrosystèmes, les agressions polluantes se manifestent sous trois formes majeures, souvent interdépendantes :

La pollution organique et microbiologique

Principalement issue des rejets d'eaux usées domestiques non ou mal épurées et des effluents d'élevages. Elle se caractérise par un apport massif de matière organique biodégradable. Son impact immédiat est une chute drastique de la concentration en oxygène dissous dans l'eau, provoquée par la surconsommation des bactéries hétérotrophes lors du processus de décomposition (Chapman et al, 1996).

La pollution chimique et minérale

Elle englobe les métaux lourds, les hydrocarbures, les détergents et les micropolluants organiques. Ces substances, souvent persistantes et bioaccumulables, exercent une toxicité aiguë ou chronique directe sur la faune aquatique, perturbant leurs fonctions physiologiques, reproductives et comportementales (Amiard-Triquet et al, 2016).

La pollution diffuse agricole

Liée à l'utilisation intensive d'engrais chimiques (nitrates, phosphates) et de produits phytosanitaires (pesticides) sur les bassins versants. Le lessivage de ces intrants par les eaux de pluie conduit au phénomène d'eutrophisation. Cette sur fertilisation du milieu engendre une

prolifération incontrôlée d'algues et de cyanobactéries. À leur mort, la minéralisation de cette biomasse végétale asphyxie complètement les couches d'eau profondes (Kajak,1994).

II. Présentation de la zone d'étude

II.1 Les Barrages

Un barrage est une infrastructure hydraulique artificielle construite en travers d'un cours d'eau afin d'en bloquer le flux et de constituer un réservoir de stockage en amont, transformant ainsi un écosystème dynamique (lotiques) en un écosystème stationnaire (lentique). L'importance stratégique de ces retenues est capitale, particulièrement dans les régions soumises à un stress hydrique prononcé, où elles permettent de réguler le débit des fleuves, de sécuriser l'approvisionnement continu en eau potable des populations, d'alimenter les périmètres d'irrigation agricole et, dans certains cas, de produire de l'énergie hydroélectrique tout en limitant les risques de crues en aval (Dams,2000). Cependant, sur le plan écologique, l'édification d'un barrage perturbe durablement le continuum fluvial en bloquant le transport naturel des sédiments (phénomène d'envasement) et en modifiant les cycles physico-chimiques de l'eau (stratification thermique, baisse de l'oxygène dissous et risques d'eutrophisation) (Ward,2013). Comprendre cette dualité entre utilité socio-économique et perturbations écologiques est indispensable pour évaluer l'état de santé des eaux stockées et concevoir des plans de gestion durables de ces écosystèmes artificiels (Friedl et al,2002)

II.2. La région de Tlemcen

La wilaya de Tlemcen, située à l'extrême nord-ouest de l'Algérie, se caractérise par une position géographique stratégique et une configuration environnementale complexe qui dictent toute son hydrologie. Sur le plan géographique, elle est limitée au nord par la mer Méditerranée et partage ses frontières méridionales et occidentales avec des zones steppiques et frontalières. Le relief de la région est fortement marqué par le complexe des monts de Tlemcen, l'altitude atteint 1 843 m au Djebel Tenouchf créant une véritable barrière topographique. Ce relief engendre un gradient climatique contrasté, évoluant d'un climat méditerranéen subhumide sur les franges littorales et les reliefs, à un climat semi-aride à aride à mesure que l'on progresse vers les plaines intérieures et les hauts plateaux du sud (Bakreti et al,2013).

Ce contexte physiographique et climatique influence directement le réseau hydrographique de la région, qui est principalement dominé par le bassin versant de la Tafna. Ce réseau est caractérisé par un régime d'écoulement torrentiel, irrégulier et fortement dépendant de précipitations saisonnières souvent brutales. Face à cette irrégularité chronique des apports hydriques et pour répondre aux besoins d'une population en pleine expansion, la région a vu

proliférer plusieurs infrastructures hydrauliques majeures, à l'instar des barrages de Hammam Boughrara, de Sikkak, et historiquement le barrage de Béni Bahdel. Ces réservoirs artificiels, bien que vitaux pour l'économie locale, se trouvent aujourd'hui au centre de plaines agricoles intensives et de zones urbanisées, les exposant à d'importants risques d'envasement, de pollution diffuse et d'eutrophisation (Bensaoula et al,2008;Boursali et al,2025).

II. 3. Barrage Beni Bahdel

Situation géographique

Le barrage de Béni Bahdel est une infrastructure hydraulique majeure située à l'ouest de l'Algérie, au sein de la wilaya de Tlemcen, à environ 30 kilomètres au sud-ouest du chef-lieu de la wilaya. Sur le plan hydrographique, cet ouvrage est implanté sur le cours supérieur de l'Oued Tafna (au niveau de l'Oued Khemis), au cœur du grand bassin versant de la Tafna. Plus précisément, la retenue se trouve en amont de la plaine de Maghnia et intercepte les écoulements provenant des reliefs méridionaux des monts de Tlemcen (Boursali et al,2025). Sa position géographique est stratégique, car ce réservoir constitue le point de départ d'un réseau complexe d'adduction destiné à l'alimentation en eau potable (AEP) d'un large couloir urbain incluant les agglomérations de Tlemcen, de Maghnia et même d'Oran, tout en soutenant l'irrigation des périmètre agricoles environnants (Bouanani,2004).

Caractéristiques morphologiques du site

Sur le plan morphologique et structural., le barrage de Béni Bahdel est de type poids-voûte en béton (avec contreforts), édifié au niveau d'un défilé rocheux étroit offrant des conditions topographiques idéales pour le confinement des eaux. Inauguré à la fin des années 1940 (mis en service vers 1952), l'ouvrage a été conçu pour retenir un volume initial d'environ 63 millions de mètres cubes d'eau, bien que cette capacité théorique soit aujourd'hui affectée par le phénomène naturel d'envasement (Bensaoula & Adjim,2008;Bouanani,2004). Le réservoir s'étend sur une superficie de plan d'eau variable selon les saisons et intercepte un sous bassin versant d'une superficie d'environ 1000 kilomètres carrés. Ce bassin d'alimentation se caractérise par des pentes abruptes et des sols marneux hautement érodables, ce qui favorise un transport solide intense vers la retenue lors des crues, modifiant progressivement la bathymétrie (la profondeur) et la morphologie des fonds du lac artificiel.

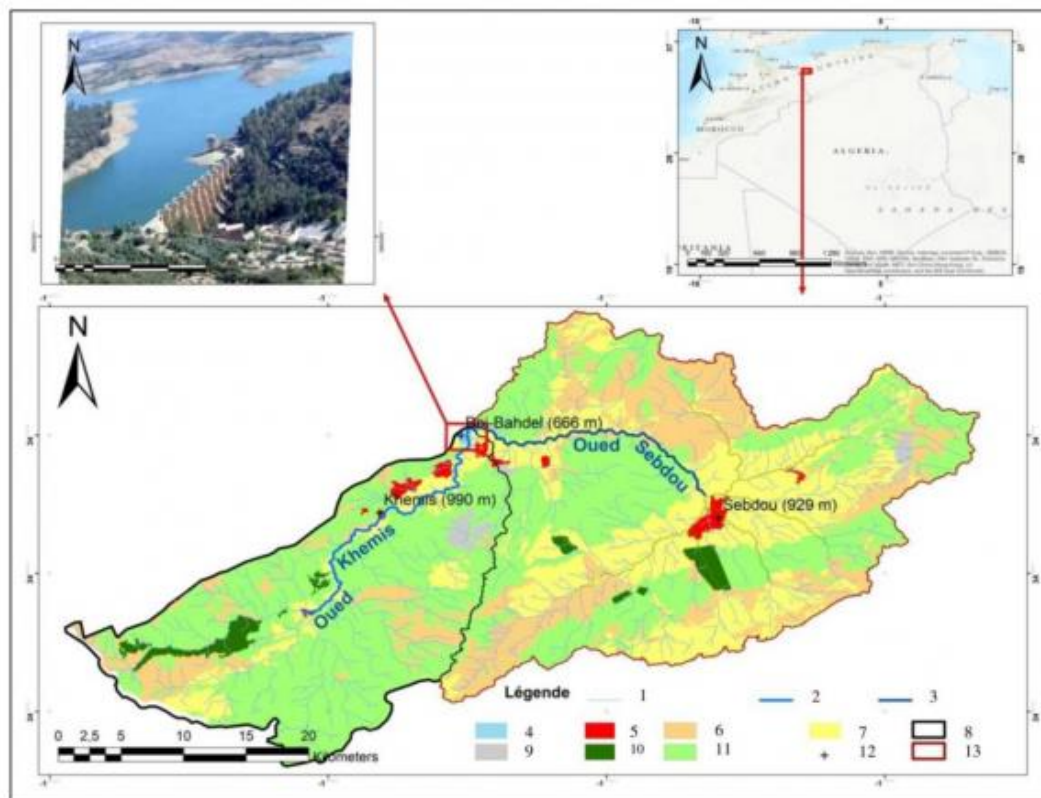


Figure 1: Situation géographique du bassin versant de barrage Beni Bahdel (Tlemcen) (Bouanani, 2004)

(8. BV Khemis ; 9. Sol nu ; 10. Forêt ; 11. Maquis ; 12. Altitude ; 13. BV Sebdo.1. Hydrographic network; 2. Khemis wadi; 3. Sebdo wadi; 4. Body of water; 5. Urban; 6. Steppe route; 7. Agriculture; 8. Khemis watershed; 9. Bare ground; 10. Dense forest; 11. forest; 12. Elevation; 13. Sebdo watershed.)

II. 4. Climatologie de la région d'étude

L'analyse des données pluviométriques recueillies sur le site Tutiempo pour la période 2015–2025 met en évidence une forte variabilité saisonnière des précipitations dans la région

étudiée. Les plus fortes précipitations sont observées en décembre, janvier et mars, alors que les plus faibles sont relevés en juin, juillet et août (figure 2).

Le contexte climatique qui régit le bassin d'alimentation du barrage de Béni Bahdel est de type méditerranéen soumis à de fortes influences continentales, évoluant globalement dans un bioclimat semi-aride à subhumide inférieur. La pluviométrie de la zone est marquée par une très forte irrégularité interannuelle et saisonnière, avec une moyenne oscillante généralement entre 350 et 500 millimètres par an, concentrée sur une période hivernale et printanière souvent marquée par des averses torrentielles (Ghenim et al,2010).

Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953)

Afin de déterminer la période sèche de la région d'étude , nous avons utilisé le modèle écologique de (Bagnouls et al,1957) qui est le diagramme ombrothermique en utilisant les données des précipitations et des températures récoltées du site (Tutiempo) pour une période de 10 ans.

$$P = 2T$$

Les précipitations P en millimètres sont représentées sur un axe configuré au double de l'échelle des températures T en degrés Celsius).

Lorsque la courbe des précipitations descend **en dessous** de la courbe des températures ($P < 2T$), l'espace compris entre les deux courbes met en évidence la **période d'aridité (ou saison sèche)**.

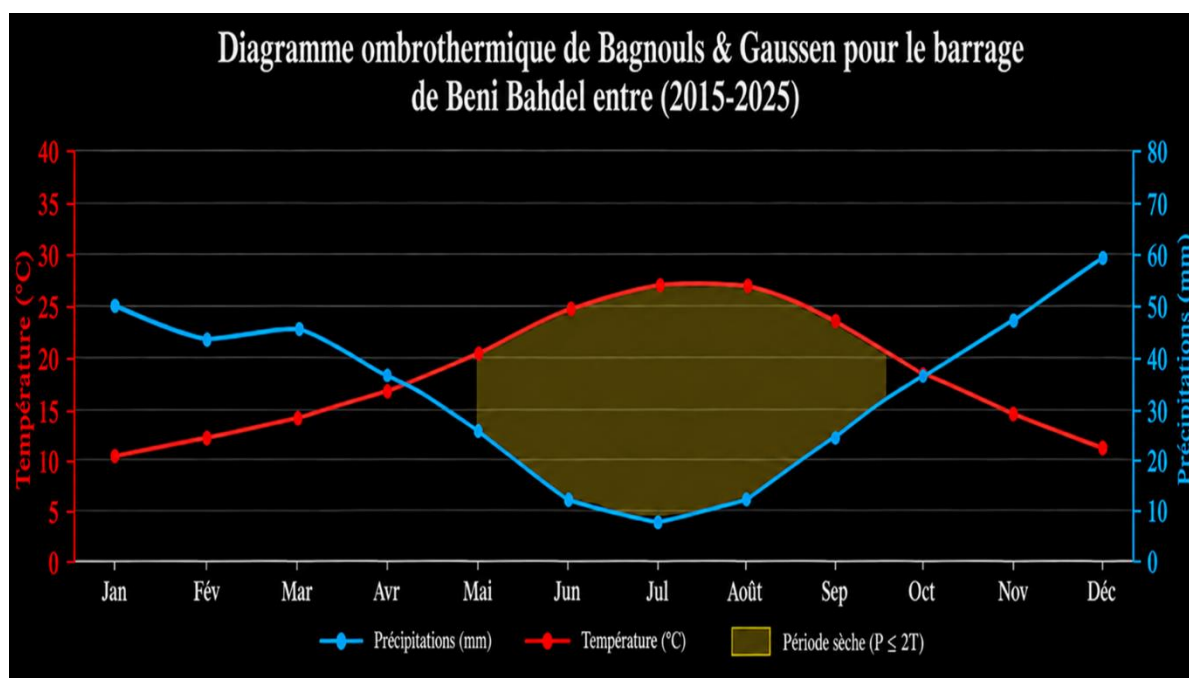


Figure 2: Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussen pour le barrage de Beni Bahdel entre (2015-2025)

L'analyse du diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen pour la station de Béni Bahdel met en évidence la saisonnalité climatique de la zone d'étude :

- **La saison sèche :** D'une durée d'environ 4,5 mois (de la mi-mai à la fin septembre), elle se caractérise par un déficit hydrique prononcé, atteignant son paroxysme en juillet et août lorsque l'écart entre $2T$ et P est le plus important.
- **La saison humide :** S'étendant d'octobre à mai, elle enregistre des exédents d'eau significatifs, notamment en décembre, janvier et mars, essentiels pour l'alimentation et la recharge du réservoir.

Le contexte thermique se distingue par une nette amplitude saisonnière, opposant des étés chauds à forte évaporation lacustre à des hivers froids liés au relief environnant. L'alternance entre ces périodes d'étiage sévère et de crues épisodiques régit le fonctionnement hydrologique du barrage de Béni Bahdel et influe directement sur les paramètres physico-chimiques de l'eau retenue (Bouanani,2004;Ghenim et al,2010).

II.5. Impact de la climatologie sur les macros invertébrées benthiques

La période d'aridité (juin–septembre) coïncide avec la baisse importante du niveau d'eau de la retenue (due à l'évaporation et au déstockage estival) et la réduction des apports des oueds tributaires. La diminution de la tranche d'eau, couplée à l'élévation thermique et à la

stratification du plan d'eau, entraîne une désoxygénation des zones profondes (hypolimnion) et une concentration des sels minéraux. Ces conditions physico-chimiques contraignantes influencent directement la structure du benthos lacustre, sélectionnant les taxons tolérants ou adaptés aux faibles teneurs en oxygène (ex. Chironomidae, Oligochaeta) et entraînant le repli ou la raréfaction des organismes benthiques les plus sensibles (Tachet et al,2000;Touaylia et al,2011).

CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES.

II. Chapitre II : matériels et méthodes

II.1. Description des sites d'étude :

II.1.1. Choix et localisation de site d'étude.

Trois stations ont été choisi au niveau de barrages Béni Bahdel en fonction :

- de substrat
- de leur accessibilité
- de la végétation riveraine

Les stations sont localisées dans la partie à proximité de l'écoulement comme la montre la figure 3.

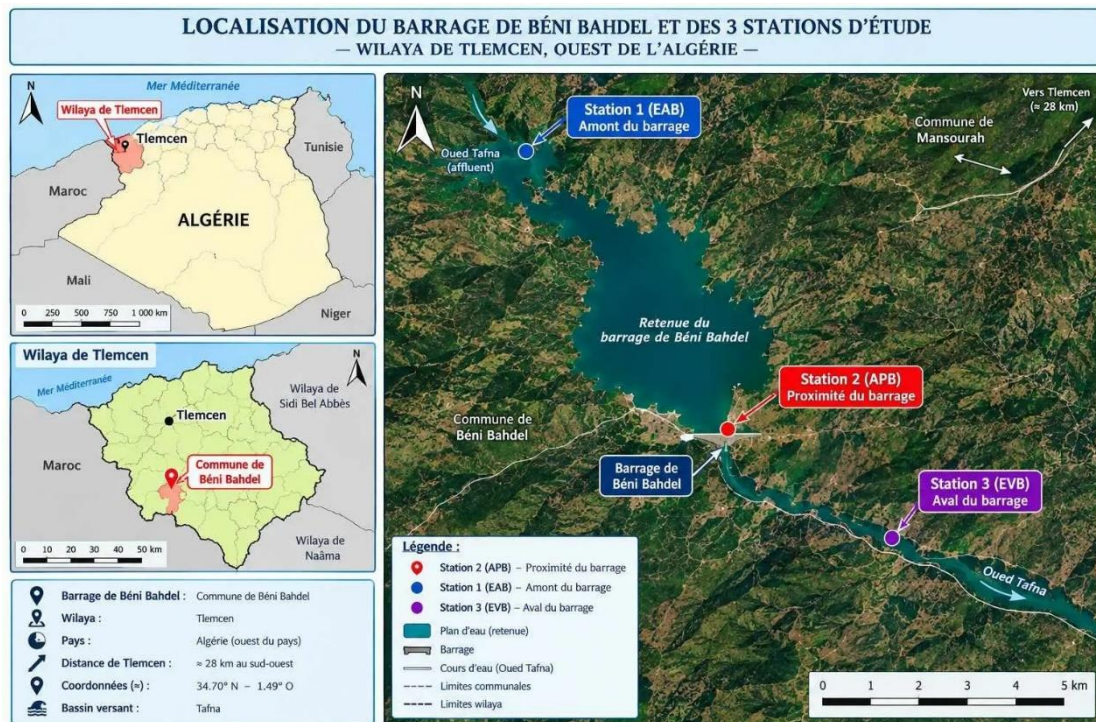


Figure 3: Cartographie des trois stations d'étude. ("Cartographie des trois stations d'étude IA,"2026).



Photo 13 : Station en amont de barrage (Original)

III.1.1.1. Présentation de la station 1(amont de bardage)

La station 1 est située en amont du barrage de Béni Bahdel, au niveau de la retenue d'eau et à une distance suffisamment éloignée de l'ouvrage pour caractériser les conditions du milieu avant l'influence directe du barrage. Le barrage de Béni Bahdel est implanté sur l'oued Tafna, en aval de la confluence de l'oued Sebdou et de l'oued Khemis. La retenue constitue ainsi une zone d'accumulation des eaux provenant principalement de ces deux cours d'eau.

Cette station représente le milieu aquatique en amont, où les caractéristiques physico-chimiques de l'eau et des sédiments sont influencées principalement par les apports du bassin versant, les précipitations, le ruissellement et les différents apports naturels. La retenue présente une dynamique particulière liée au ralentissement de l'écoulement et à la décantation progressive des matières en suspension.

L'étude de cette station permet donc d'évaluer les caractéristiques initiales du milieu avant le passage de l'eau au niveau de l'ouvrage. Elle constitue un point de référence important pour comparer l'évolution des paramètres étudiés entre l'amont et l'aval du barrage.

II.1.1 Présentation de la station 2 (proximité de barrage)



Photo 14: Station 2 à proximité du barrage (original)

La station 2 est localisée à proximité immédiate du barrage de Béni Bahdel, dans la zone directement influencée par l'ouvrage de retenue. Cette station constitue une zone intermédiaire entre la partie amont de la retenue et la zone d'écoulement située en aval.

Le barrage de Béni Bahdel est un ouvrage en béton de type barrage à voûtes multiples reposant sur des contreforts. Le barrage principal présente une longueur d'environ 350 m et une hauteur d'environ 55 m.

La proximité de cette station avec l'ouvrage permet d'étudier les éventuelles modifications des caractéristiques de l'eau et des matières en suspension liées à la retenue, à la décantation et aux conditions hydrodynamiques particulières au voisinage du barrage. Elle constitue ainsi une station de transition permettant de mieux comprendre l'évolution des paramètres étudiés entre l'amont et l'aval.

Cette station présente également un intérêt particulier pour l'étude des sédiments, puisque les conditions de faible vitesse d'écoulement dans la retenue favorisent leur dépôt. Des études réalisées sur les sédiments de Béni Bahdel montrent notamment des différences entre les matériaux prélevés en amont et ceux observés en aval du barrage.

II.1.1.3. Présentation de station 3 (aval de barrage)

La station 3 est située en aval du barrage de Béni Bahdel, dans la zone où l'eau reprend son écoulement après son passage à travers les ouvrages de restitution. Cette station permet d'étudier le milieu récepteur situé directement après le barrage et de déterminer les éventuelles modifications des caractéristiques physico-chimiques de l'eau et des sédiments induites par la présence de l'ouvrage.

Après le barrage, l'oued Tafna poursuit son écoulement à travers les Monts de Tlemcen avant de rejoindre la plaine de Maghnia. Le barrage joue ainsi un rôle important dans la régulation des ressources en eau et dans l'alimentation de différents usages, notamment l'irrigation et l'alimentation en eau potable.

La comparaison entre les résultats obtenus au niveau de la station 3 et ceux des stations 1 et 2 permet d'évaluer l'influence du barrage sur les caractéristiques du milieu. L'étude de cette station est particulièrement importante pour déterminer les éventuelles variations des paramètres physico-chimiques, de la qualité de l'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage.



Photo 15: Station 3 en aval du barrages (original)

II.2. Matériels et méthodes

II.2 1. Les paramètres physico-chimiques :

D'après Dajoz (1985), les paramètres physico-chimiques jouent un rôle déterminant dans la répartition des peuplements de macro-invertébrés, chaque espèce présentant un degré de tolérance spécifique vis-à-vis de facteurs tels que la température, le pH, l'oxygène dissous, la conductivité et d'autres variables environnementales. Afin d'évaluer cette tolérance, les principaux paramètres physico-chimiques ont été mesurés lors de chaque campagne d'échantillonnage.

Pour chaque station, un échantillon de 500 mL d'eau a été prélevé et conservé dans une glacière afin de préserver ses caractéristiques jusqu'à son transfert au laboratoire. Les analyses ont ensuite été réalisées à l'aide d'un appareil multi paramètre, avec l'assistance de l'ingénieur de laboratoire M. Benali Benmoussat.

La température (°C)

La température constitue un paramètre essentiel de la qualité des eaux, car elle influence directement plusieurs propriétés physico-chimiques. Elle agit notamment sur la solubilité des sels et des gaz, la dissociation des substances dissoutes, la conductivité électrique ainsi que les valeurs du pH. Une augmentation de la température entraîne généralement une diminution de la concentration en oxygène dissous dans l'eau (Robier,1996).

Par ailleurs, la température exerce une influence importante sur la structure et le fonctionnement des communautés aquatiques (Dajoz,2006). Au cours de cette étude, la température ainsi que la conductivité ont été mesurées directement sur le terrain à l'aide d'un conductimètre multi paramètre.

L'oxygène dissous (O₂)

L'oxygène dissous est un paramètre indispensable à la survie des organismes aquatiques aérobies. Sa concentration dans l'eau dépend de plusieurs facteurs, notamment la pression partielle de l'oxygène atmosphérique, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, le brassage de l'eau ainsi que la disponibilité des nutriments. Il intervient également dans les processus d'oxydation et de décomposition de la matière organique. Toutefois, ces phénomènes de dégradation entraînent une consommation d'oxygène, susceptible de réduire sa concentration dans le milieu. En règle générale, plus le taux d'oxygène dissous est proche de la saturation, plus le milieu aquatique est capable de résister aux effets d'une pollution.

Le pH

Le pH (potentiel hydrogène) est un indicateur qui mesure la concentration des ions hydrogène (H⁺) présents dans l'eau. Il permet de caractériser le degré d'acidité ou d'alcalinité d'un milieu selon une échelle comprise entre 0 et 14, où la valeur 7 correspond à un pH neutre. Ce paramètre joue un rôle essentiel dans les équilibres physico-chimiques des eaux et varie en fonction de plusieurs facteurs, notamment l'origine et la composition de l'eau.

La conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique, exprimée en $\mu\text{S}/\text{cm}$, correspond à l'aptitude de l'eau à conduire le courant électrique. Une eau faiblement minéralisée présente une faible conductivité en raison de sa faible teneur en ions dissous. À l'inverse, une eau riche en sels minéraux, tels que le calcium, le magnésium, le sodium ou le potassium, affiche une conductivité plus élevée. Cette minéralisation peut être d'origine naturelle ou résulter d'activités anthropiques.

Les nitrates (NO_3^-)

Les nitrates représentent la forme la plus oxydée de l'azote. Dans les eaux naturelles, leur concentration varie généralement entre 1 et 15 mg/L, en fonction de la saison, des conditions environnementales et de l'origine de l'eau (Mebarki, 2009).

Les nitrites (NO_2^-)

Les nitrites constituent une forme intermédiaire du cycle de l'azote. Ils sont produits lors de la décomposition bactérienne des composés azotés et se situent entre l'ammonium (NH_4^+) et les nitrates (NO_3^-). Bien qu'ils soient généralement présents à de faibles concentrations en raison de leur transformation rapide en nitrates, les nitrites sont considérés comme des composés toxiques pour les organismes vivants lorsqu'ils s'accumulent dans le milieu aquatique.

II. 2.2 Étude de la faune des macroinvertébrés

II .2.2.1 Méthodologie de prélèvement sur le terrain

II .2.2.1.1 Plan d'échantillonnage

Les campagnes d'échantillonnage ont été réalisées uniquement pendant les conditions météorologiques favorables, caractérisées par un temps ensoleillé et l'absence de précipitations, afin d'assurer des prélèvements fiables.

La collecte des macroinvertébrés benthiques a été effectuée à l'aide d'un filet troubleau de forme circulaire, d'un diamètre de 30 cm et d'une maille de 600 μm . Ce matériel a été retenu pour son efficacité à capturer un large éventail de taxons. Afin d'éviter toute contamination croisée entre les stations, le filet a été soigneusement rincé avant chaque utilisation puis nettoyé systématiquement après chaque prélèvement.

II.2.2.1.2 Périodicité des sorties sur le terrain

La période d'échantillonnage a été répartie sur trois campagnes de terrain, réalisées durant les mois de mai, juin et juillet (Tableau 1).

Tableau 1: calendrier des prélèvements

Sorties	Station 1 (Amont de barrage)	Station 2 (aproximité de barrage)	Station 3 (aval de barrage)
1	11/05/2026	11/05/2026	11/06/2026
2	10/06/2026	10/06/2026	10/06/2026
3	8/07/2026	8/07/2026	8/07/2026

II.2.3 Matériels

Sur le terrain

- Un filet troubleau
- Des flacons en verre
- Ethanol pour la conservation des échantillons.
- Pince
- Passoire
- Des gants
- Des bottes
- Carnet de not/stylo



Photo 16: Matériels utilisées sur le terrain. (original)

Au laboratoire :

- Une loupe binoculaire
- Des guides entomologiques.
- des flacons
- des pinces
- des gants
- boîtes pétries
- Ethanol 70 %

- - Carnet de not /stylo



Photo 17: Matériels utilisées dans le laboratoire. (Original)



Photo 18: photomètre (originale)

II .2.4 Conservation des échantillons

Le contenu du filet est versé dans une cuvette remplie d'eau claire. Les gros débris (comme Les roches, bâtons et feuilles) sont retirés et éliminés, ne conservant que les macros invertébrées collectées. L'eau contenant les échantillons est ensuite filtrée, puis les spécimens sont transférés

dans un flacon contenant du formol à 70%, permettant ainsi leur fixation et la préservation de leur coloration (Bopda et al,2010). Chaque flacon est étiqueté avec précision, en indiquant la date, l'heure et le nom de la station d'échantillonnage. Les échantillons ainsi conservés sont transportés au laboratoire dans une Glacière pour leur analyse.

II.2.5. Tri et Identification

Au laboratoire les individus sont triés et comptés par taxon. Dans un premier temps, les spécimens sont placés dans une boîte de Pétri pour le dénombrement, puis observés sous une Loupe binoculaire pour leur identification. L'identification des différents échantillons a été effectuée à l'aide de la clé de détermination des Invertébrés d'eau douce – systématique, biologie, écologie (Abergel et al,2010).

II.3.1. Etude indicielle

Pour évaluer la diversité des communautés biologiques, deux paramètres fondamentaux Doivent être pris en compte : la richesse taxonomique et l'abondance des taxons (Ramade, 2003).

II.3.1.2. Indice du Népal

NLBI (Nepal Lake Biotic Index) : il s'agit du Népal Lake Biotic Index (indice biotique des lacs du Népal).

Ce système indiciel a été développé sur la base d'une revue de la littérature, de l'analyse des données, des observations de terrain et de l'avis d'experts. Le score de tolérance des taxons (TTS, Taxa Tolérance Score) a été établi en référence à GRSbios (Nesemann, 2006), qui comprend 169 taxons.

Le TTS repose sur un système de notation à dix points, allant des taxons très sensibles à la pollution (score de tolérance = 10) aux taxons très tolérants à la pollution (score de tolérance = 1) (Tableau 2).

Comment fonctionne le NLBI ?

Chaque taxon de macroinvertébrés reçoit un score de tolérance à la pollution de 0 à 10 :

- Score élevé → taxon sensible aux perturbations ;
- Score faible → taxon tolérant à la pollution.

L'indice est calculé comme une moyenne des scores :

$$NLBI = \Sigma \text{ scores de tolérance} / \text{nombre de taxons évalués.}$$

CHAPITRE III :
RESULTATS ET DISCUSSION

III. Résultats et discussion :

III. 1. Analyse de la composition faunistique

Pour mieux illustrer les variations de cette composition faunistique, celle-ci a été exprimée à la fois en termes de richesse taxonomique et d'abondance. **95** individus ont été récoltés dont **36** individus pour la station 1 (EAB), **27** à la station 2 (APB) et **32** individus pour la station 3 (EVB). la faune récoltée est représentée par les mollusques et les arthropodes (Tableau 2).

Tableau 2: Check-liste des macro invertébrés récoltés

Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Genre
Mollusques	Gastéropodes		Bithyniidae	<i>Bithynia</i>
Arthropodes	Malacostracés	Amphipodes	Gammaridae	<i>Gammarus</i>
	Ostracodes		Cyprididae	<i>Ostracode</i>
	Insectes	Diptères	Chironomidae	<i>Chironomus</i>
		Éphéméroptères	Baetidae	<i>Baetis</i>
		Coléoptères	Dytiscidae	<i>Cybister</i>
		Hétéroptères	Notonectidae / Cixiidae	<i>Notonecta</i> / <i>Cixus</i>
		Odonates	Libellulidae	<i>Libellula</i>

Au cours de la période d'étude, la composition des communautés de macroinvertébrés benthiques montre des différences marquées entre les stations étudiées. La richesse taxonomique est plus élevée aux stations EVB et EAB qu'à la station APB (Figure 4). En effet, les communautés recensées à EVB et EAB comprennent une classe, quatre ordres, cinq familles et cinq genres, tandis qu'à APB, elles sont représentées par une classe, trois ordres, quatre familles et quatre genres.

Cette variation de la richesse taxonomique s'accompagne également de différences dans la contribution relative des principaux groupes. Les Insectes présentent une fréquence relative de 8,33 % à EAB, contre 81,48 % à APB et 100 % à EVB. Les Gastéropodes sont absents à EAB, mais représentent 7,41 % des individus recensés à APB. À l'inverse, les Crustacés constituent le groupe majoritaire à EAB, avec une fréquence relative de 91,67 %, puis leur proportion

diminue à 11,11 % à APB et devient nulle à EVB. Ainsi, au-delà des différences de richesse taxonomique, la structure des communautés varie fortement entre les stations, avec une nette prédominance des Crustacés à EAB et des Insectes à EVB et APB.

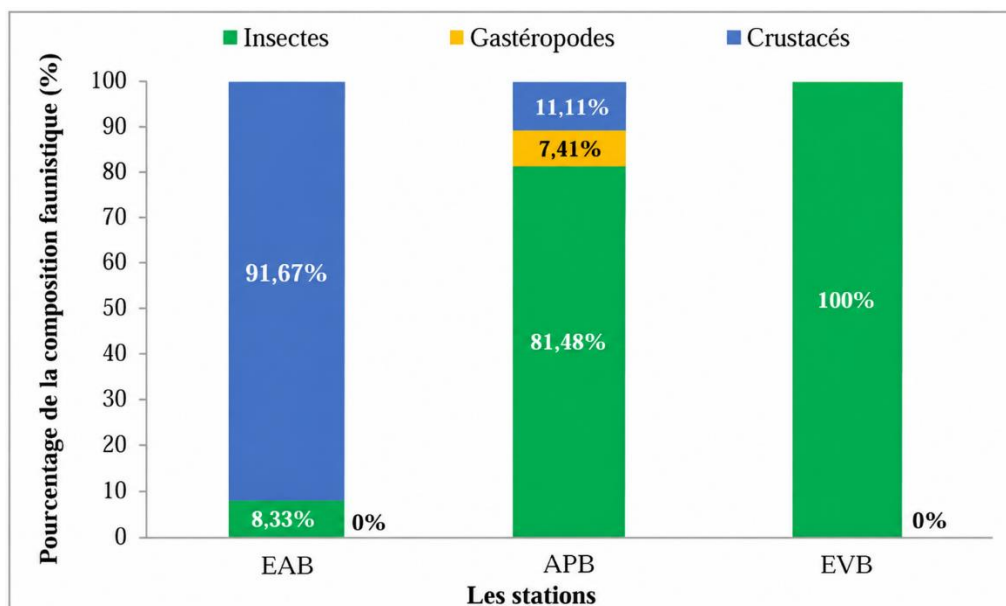


Figure 4: Importance relative des Insectes, Gastéropodes et Crustacés

Au niveau de la station EAB, la faune benthique collectée est dominée très largement par les Crustacés (Amphipodes / Gammarès) avec une dominance relative de 91,67 % (33 individus). Ils sont suivis uniquement par les Éphéméroptères qui représentent 8,33 % (3 individus). Les autres groupes (Diptères, Coléoptères, Hémiptères et Basommatophores) y sont absents.

La composition faunistique de la station APB présente une structure différente. Les Diptères y sont dominants avec 50,00 % (14 individus), suivis par les Hémiptères (Hétéroptères) avec 28,57 % (8 individus). Les Crustacés représentent 14,29 % (4 individus), tandis que les Basommatophores (Gastéropodes) en constituent 7,14 % (2 individus). Aucun Éphéméroptère ni Coléoptère n'a été recensé au niveau de cette station.

Enfin, à la station EVB, la faune benthique est nettement dominée par les Diptères, qui représentent 71,88 % des individus collectés (23 individus). Ils sont suivis par les Coléoptères (12,50 %, 4 individus), les Hémiptères (9,38 %, 3 individus), et les Odonates (6,25 %, 2 individus). Aucun Basommatophore ni Éphéméroptère n'a été observé à cette station (voir Figure 5).

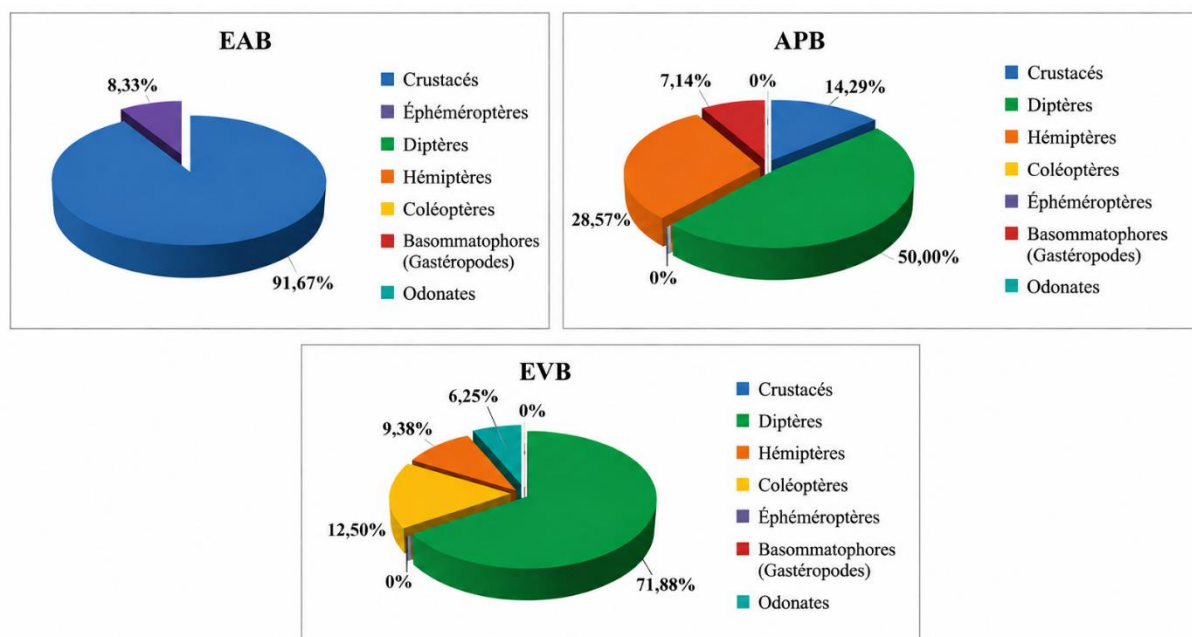


Figure 5: Importance relative en nombre d'individus des principaux groupes faunistiques dans les trois stations.

III .1. 1 Composition faunistique par familles et comparaison avec la littérature

Dans les trois stations étudiées, les familles les plus représentées sont : Gammaridae, Chironomidae, Notonectidae/cixidae, Baetidae, Bithyniidae, Dytiscidae et Coenagrionidae/ Libellulidae (Odonates).

- À la station EAB, la répartition relative est très nettement dominée par les Gammaridae (91,67 %, 33 individus), suivis par les Baetidae (8,33 %, 3 individus). Les autres familles (Chironomidae, Dytiscidae, Notonectidae/cixidae) y sont totalement absentes.
- À la station APB, la répartition est dominée par les Chironomidae avec 50,00 % (14 individus), suivis des (Notonectidae/cixidae) avec 28,57 % (8 individus), des Gammaridae / Ostracode avec 14,29 % (4 individus) et des Bithyniidae (Gastéropodes) représentant 7,14 % (2 individus). Les Baetidae et les Coléoptères n'ont pas été collectés.
- Pour la station EVB, on observe une forte dominance des Chironomidae avec 71,88 % (23 individus), suivis des Coléoptères (Dytiscidae) avec 12,50 % (4 individus), des (Notonectidae/cixidae) avec 9,38 % (3 individus) et des Odonates avec 6,25 % (2 individus).

En termes de diversité générique, la station EVB compte 4 genres/groupes principaux (*Chironomus*, Notonectidae/cixidae, Dytiscidae et un genre d'Odonate), la station APB compte également 4 genres/groupes (*Chironomus*, Notonceta/cixius, *Gammarus*/*Ostracode*, *Bithynie*), tandis que la station EAB n'en compte que 2 genres principaux (*Gammarus* et *Baetis*).

III. 1.1.2 Analyse de la composition faunistique mensuelle au niveau des trois stations

Les effectifs de macroinvertébrés recensés présentent une variation importante au cours de la période d'étude. Ils atteignent respectivement 42 et 51 individus en mai et en juin, avant de chuter nettement en juillet, avec seulement 3 individus recensés. Cette évolution traduit une diminution marquée des effectifs au cours du mois de juillet (Figure 6).

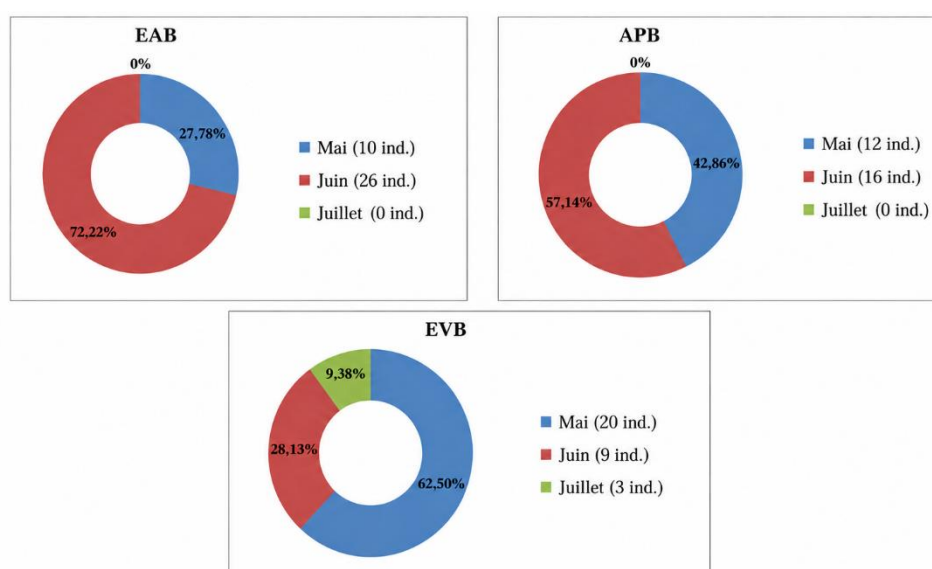


Figure 6: Répartition mensuelle de l'abondance des macro-invertébrés benthiques dans les trois stations (EAB, APB et EVB).

La répartition mensuelle des macroinvertébrés collectés dans les trois stations montre une nette variation de leur abondance au cours de la période d'étude. À la station EAB, l'activité biologique atteint son niveau le plus élevé en juin, avec 26 individus représentant 72,22 % de l'ensemble des captures enregistrées dans cette station. En mai, seuls 10 individus ont été recensés, soit 27,78 % des captures, tandis qu'aucun individu n'a été observé en juillet.

Cette tendance révèle une intensification marquée de l'activité des communautés benthiques au milieu de la période d'étude (juin), probablement liée à des conditions environnementales plus favorables en juin, telles qu'une température plus élevée, une photopériode prolongée ou une dynamique saisonnière propre à certains groupes biologiques.

À la station APB, le peuplement de macro-invertébrés présente une répartition marquée entre les deux premiers mois, avec une dominance durant le mois de mai (42,86 %, soit 12 individus) et le mois de juin (57,14 %, soit 16 individus), tandis qu'aucune récolte n'a été enregistrée au mois de juillet.

Concernant la station EVB, la plus forte activité est enregistrée en mai (62,50 %, soit 20 individus), suivie du mois de juin (28,13 %, soit 9 individus), tandis que le mois de juillet affiche une diminution significative représentant uniquement 9,38 % des récoltes (3 individus).

Les variations temporelles observées entre les trois stations peuvent être attribuées à des facteurs écologiques locaux, notamment les conditions bioclimatiques, les caractéristiques physico-chimiques de l'eau, la disponibilité des ressources trophiques, ou encore les dynamiques de reproduction propres aux groupes taxonomiques présents. Ces éléments influencent directement la composition, l'abondance et l'activité saisonnière des macro-invertébrés benthiques.

III. 2. Principaux groupes d'invertébrés rencontrés :

Afin de caractériser la composition de la faune macro-benthique échantillonnée au niveau des trois stations d'étude, les différents groupes taxonomiques d'invertébrés rencontrés ont été identifiés et recensés. Cette analyse permet de mettre en évidence la diversité et la répartition des principaux groupes de macro-invertébrés au sein des stations étudiées.

Les Gammaridés

Les Crustacés sont représentés principalement par les Gammares, qui constituent l'un des groupes les plus abondants dans les prélèvements réalisés. Lors de la première sortie, 9 individus ont été recensés à la station 1. Lors de la deuxième sortie, l'abondance des Gammares atteint 23 individus à la station 1 et 3 individus à la station 2.



Photo 19: Gammares (original)

La forte présence des Gammares, notamment au niveau de la station 1, témoigne de l'importance de ce groupe au sein du peuplement macro benthique étudié. Les différences d'abondance observées entre les stations pourraient s'expliquer par la variabilité des conditions environnementales ainsi que par la disponibilité et la qualité des habitats favorables à leur développement.

Les Gastéropodes

Les Gastéropodes sont également présents dans les prélèvements, mais avec une abondance relativement faible. Lors de la première sortie, 1 individu a été observé à la station 2. Au cours de la deuxième sortie, 1 individu a également été recensé à la station 2.



Photo 20: Gastéropodes (original)

Cette faible abondance peut être liée aux caractéristiques particulières du milieu, notamment la nature du substrat, la disponibilité de la végétation aquatique ainsi que les conditions physico-chimiques de l'eau. La présence des Gastéropodes contribue néanmoins à la diversité taxonomique du peuplement étudié.

Les Chironomidae

Les Diptères sont représentés dans les prélèvements par le groupe des Chironomidae. Lors de la première sortie, 9 individus ont été recensés à la station 2. Au cours de la deuxième sortie, 3 individus ont été observés à la station 2.



Photo 21: Chironomidae (original)

La présence des Chironomidae dans les stations étudiées montre leur capacité à coloniser différents types d'habitats aquatiques. La différence d'abondance observée entre les sorties peut être associée aux variations des conditions écologiques du milieu.

Les Éphéméroptères

Les Éphéméroptères sont représentés dans la deuxième sortie par 3 individus, récoltés à la station 1. Ce groupe constitue un élément important de la communauté des macroinvertébrés aquatiques.



Photo 22: Ephémères Baetidae (original)

La présence des Éphéméroptères témoigne de la diversité du peuplement benthique. Leur abondance relativement faible dans les prélèvements peut être mise en relation avec les conditions locales du milieu et les caractéristiques de l'habitat disponible.

Les Coléoptères

Les Coléoptères ont été recensés au niveau de la station 3 lors de la deuxième sortie, avec un total de 4 individus.



Photo 23: Coléoptères Dytiscidae (original)

La présence de ce groupe participe à la richesse taxonomique de la communauté macro-benthique. Les Coléoptères aquatiques peuvent occuper différents habitats et leur présence dépend notamment des caractéristiques physiques du milieu, de la végétation et de la disponibilité des ressources alimentaires.

Les Odonates

Les Odonates ont été observés au niveau de la station 3 lors de la deuxième sortie, avec 2 individus.



Photo 24: Odonates (original)

Cette présence, bien que limitée en nombre, montre que la station étudiée offre certaines conditions favorables au développement ou au maintien de ce groupe. Les Odonates sont généralement associés aux milieux aquatiques où leurs stades immatures peuvent se développer.

Les Ostracodes

Les Ostracodes sont représentés par 1 individu, observé à la station 2 lors de la deuxième sortie.

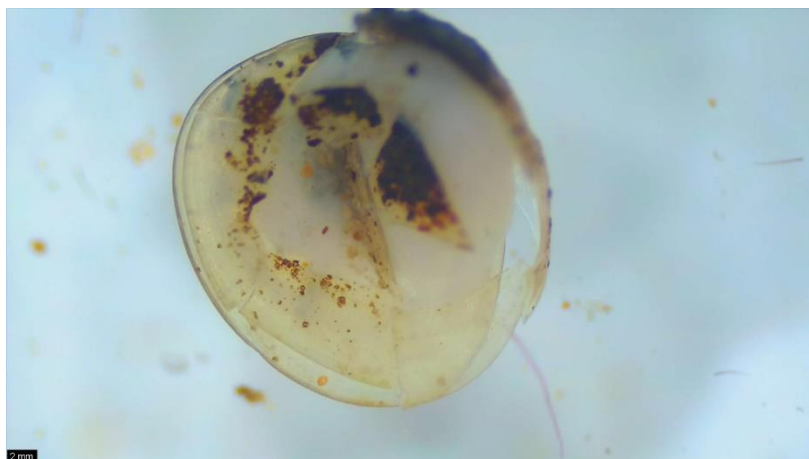


Photo 25: Ostracode (original)

Malgré leur faible abondance, leur présence constitue un élément supplémentaire de la diversité des crustacés présents dans le milieu étudié. Les Ostracodes sont de petites formes aquatiques pouvant occuper différents types de milieux d'eau douce.

Les Hétéroptères

Les Hétéroptères sont présents dans les prélèvements avec 3 individus à la station 3 lors de la troisième sortie.



Photo 26: Hétéroptère (original)

La présence des Hétéroptères contribue à la diversité des insectes aquatiques recensés dans les stations étudiées. Leur répartition variable entre les stations peut être liée aux caractéristiques de l'habitat et aux conditions écologiques locales.

Les Diptères

Les Diptères présentent une abondance particulièrement importante lors de la première sortie, avec 20 individus recensés à la station 3. Lors de la deuxième sortie, 3 individus ont également été observés à la station 3.

Ainsi, les Diptères constituent l'un des groupes les plus représentés dans les prélèvements, notamment au niveau de la station 3. Cette abondance traduit une importante représentation de ce groupe dans la communauté macro-benthique étudiée.

III.3. Etude indicielle :

La valeur de l'indice NLBI obtenue est de 3.6 ce qui correspond à une classe de qualité écologique faible. Ce résultat indique que le milieu aquatique présente une faible influence

des apports polluants, traduisant ainsi des conditions relativement favorables au maintien de la qualité écologique du milieu.

III .3. Détermination des conditions physicochimiques :

III. 3.1Analyse des paramètres physicochimiques

Les valeurs des paramètres physicochimiques mesurés au niveau des trois stations (Tableau 3) permettent de caractériser les conditions environnementales du milieu étudié. Les résultats obtenus montrent des variations entre les stations concernant notamment la conductivité, la salinité, l'oxygène dissous, le pH, le potentiel redox, la turbidité ainsi que les formes azotées et phosphorées (La conductivité électrique)

Tableau 3: Variation des paramètres physicochimiques de l'eau au niveau des trois stations

Paramètres	Station 1	Station 2	Station 3
Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	942	535	860
Salinité (g/L)	0,2	0	0,2
O ₂ dissous (mg/L)	4,92	5,67	4,90
Saturation O ₂ (%)	59,5	78,9	67,7
pH	7,75	7,89	7,34
Potentiel redox (mV)	-36,3	-42,6	-39
Turbidité (FTU)	2	0	330
Nitrites NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,01	0,24	0,49
Nitrates NO ₃ ⁻ (mg/L)	139,6	85	0
Chlore libre (mg/L)	0,07	0,05	0,09
Phosphates PO ₄ ³⁻ (mg/L)	2,50	0,02	0,19

La conductivité électrique présente des valeurs différentes entre les trois stations. Elle est de 942 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à la station 1, de 535 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à la station 2 et de 860 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à la station 3.

La valeur la plus élevée est donc enregistrée à la station 1, tandis que la station 2 présente la valeur la plus faible. La station 3 possède une valeur intermédiaire. Cette variation traduit une différence dans la quantité d'ions dissous entre les stations.

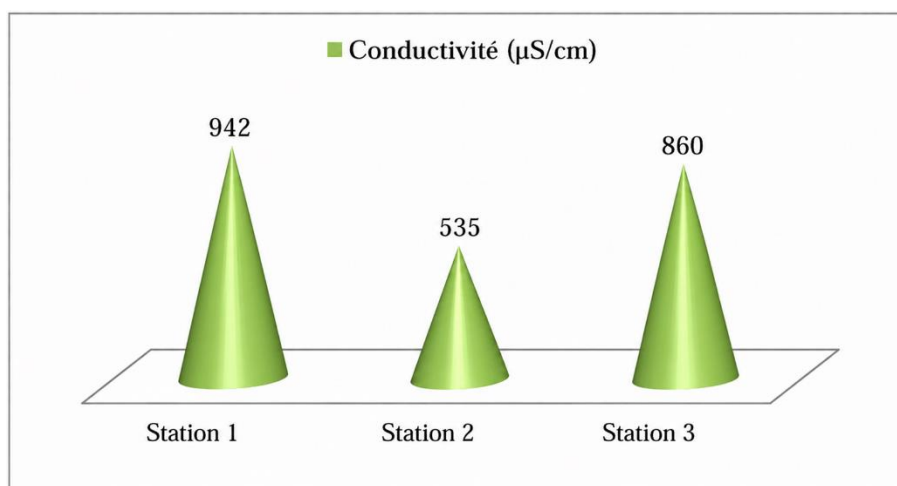


Figure 7: Conductivité électrique de l'eau dans les trois stations étudiées.

La conductivité peut être influencée par la nature géologique du bassin versant, la dissolution des minéraux, les apports provenant du ruissellement ainsi que les éventuels apports anthropiques. La valeur relativement élevée observée à la station 1 pourrait ainsi être associée à une plus forte minéralisation de l'eau à cet endroit.

. La salinité :

Les valeurs de salinité enregistrées sont relativement faibles et proches entre les stations. Elles sont de 0,2 g/L à la station 1, 0 g/L à la station 2 et 0,2 g/L à la station 3.

La station 2 présente ainsi une absence de salinité mesurable, tandis que les stations 1 et 3 montrent une faible valeur de 0,2 g/L. Cette faible variation indique que le milieu conserve globalement des caractéristiques d'eau douce.

La faible salinité observée dans les trois stations constitue une condition favorable au maintien d'une communauté d'organismes dulçaquicoles, notamment les macroinvertébrés benthiques recensés dans le milieu étudié.

. L'oxygène dissous :

L'oxygène dissous constitue un paramètre essentiel pour le fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Il intervient directement dans la respiration des organismes aquatiques et influence leur distribution.

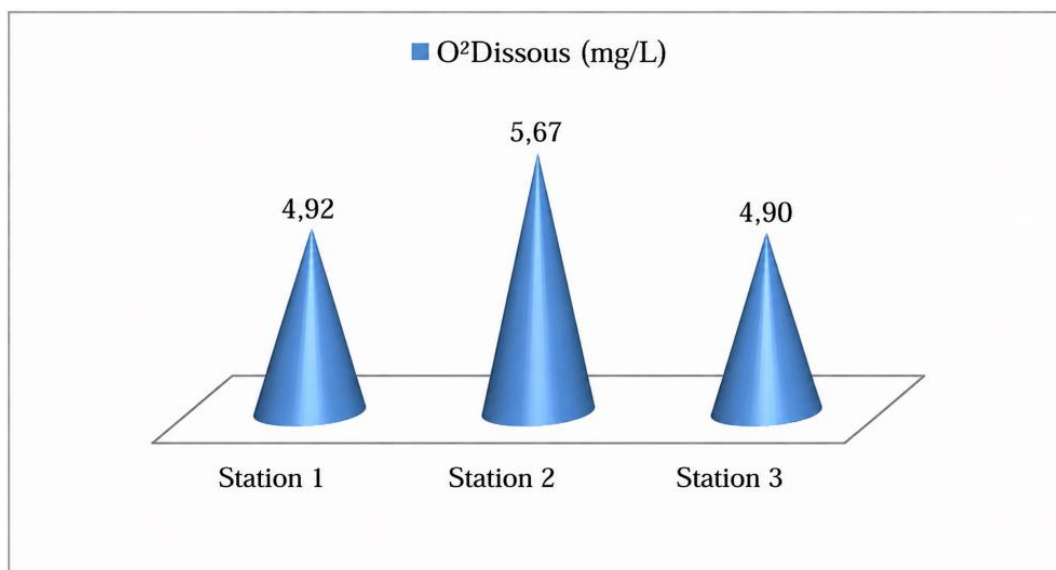


Figure 8: Concentration de l'oxygène dissous (mg/L) dans les trois stations étudiées.

Les concentrations enregistrées sont de 4,92 mg/L à la station 1, 5,67 mg/L à la station 2 et 4,90 mg/L à la station 3. Les pourcentages de saturation correspondants sont respectivement d'environ 59,5 %, 78,9 % et 67,7 %.

La station 2 présente ainsi la concentration et le pourcentage de saturation les plus élevés, tandis que les stations 1 et 3 montrent des valeurs légèrement plus faibles et relativement proches.

Cette variation peut être liée aux conditions locales d'aération, à la circulation de l'eau, à la température ainsi qu'à l'activité biologique. Une diminution de l'oxygène dissous peut notamment résulter de la consommation d'oxygène par la matière organique lors des processus de décomposition.

. Le pH :

Le pH constitue un paramètre important dans l'évaluation des conditions chimiques d'un milieu aquatique. Il influence notamment la disponibilité de certains éléments chimiques et les conditions physiologiques des organismes aquatiques.

Les valeurs enregistrées sont de 7,75 à la station 1, 7,89 à la station 2 et 7,34 à la station.

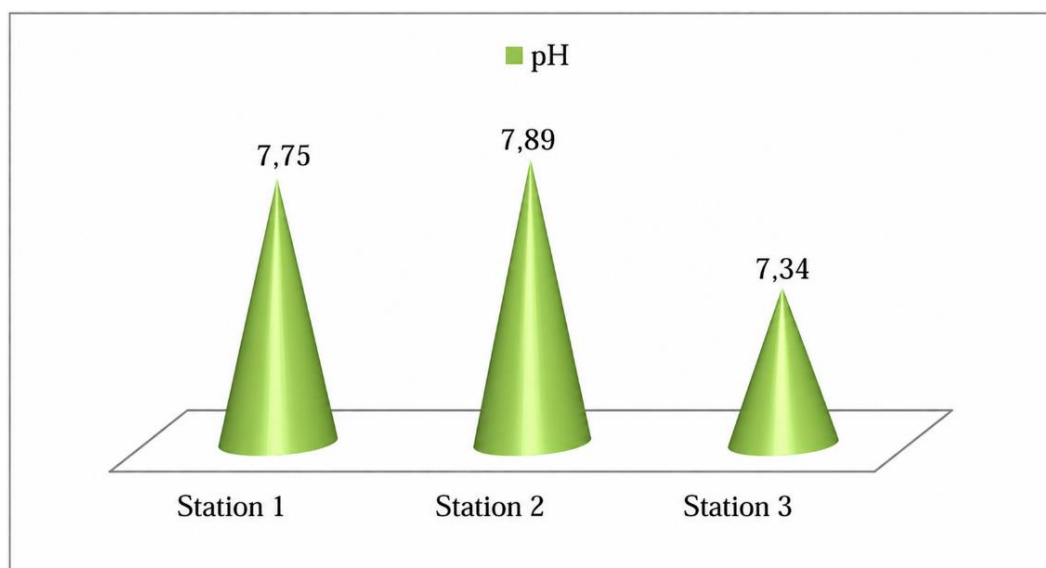


Figure 9: Variation du pH de l'eau au niveau des trois stations étudiées.

Les trois stations présentent donc des eaux neutres à légèrement basiques. la valeur la plus élevée est relevée au niveau de la station 2, tandis que la station 3 présente la valeur la plus faible.

La faible amplitude observée entre les stations traduit une relative stabilité du pH. Ces conditions peuvent être favorables au développement de nombreux organismes aquatiques et contribuent à maintenir des conditions chimiques relativement stables dans le milieu étudié.

Le potentiel d'oxydoréduction (Redox)

Le potentiel d'oxydoréduction présente des valeurs négatives dans les trois stations : $-36,3$ mV à la station 1, $-42,6$ mV à la station 2 et -39 mV à la station 3.

La station 2 présente ainsi la valeur la plus négative, tandis que la station 1 présente la valeur la moins négative. Ces valeurs témoignent de conditions d'oxydoréduction relativement proches entre les stations.

Le potentiel redox est influencé par différents processus biologiques et chimiques, notamment la décomposition de la matière organique et les réactions impliquant les formes dissoutes de différents éléments. Les différences observées entre les stations peuvent ainsi refléter des variations locales des conditions d'oxygénation et de l'activité biologique.

. La turbidité :

Les valeurs de turbidité montrent une variation entre les stations. Elle est de 2 FTU à la station 1, de 0 FTU à la station 2 et atteint 330 FTU à la station 3.

Les stations 1 et 2 présentent donc une eau relativement claire, alors que la station 3 se caractérise par une turbidité très élevée.

Cette forte turbidité à la station 3 peut être liée à la présence importante de matières en suspension, au ruissellement, à l'érosion des sols ou encore à la remise en suspension des particules du fond. Une turbidité élevée peut réduire la pénétration de la lumière dans l'eau et modifier les conditions d'habitat des organismes benthiques. Elle peut également influencer la disponibilité des ressources alimentaires et la nature du substrat.

Ainsi, la forte turbidité enregistrée à la station 3 constitue l'une des principales particularités physicochimiques observées lors de cette campagne.

. Les nitrites (NO_2^-) :

Les concentrations en nitrites varient sensiblement entre les trois stations. Elles sont de 0,01 mg/L à la station 1, 0,24 mg/L à la station 2 et 0,49 mg/L à la station 3.

La station 1 présente donc la concentration la plus faible, alors que la station 3 présente la concentration la plus élevée.

L'augmentation des nitrites vers la station 3 peut être associée aux transformations de l'azote dans le milieu aquatique et éventuellement à des apports organiques ou nutritifs. Les nitrites étant une forme intermédiaire du cycle de l'azote, leurs variations peuvent refléter l'intensité des processus biologiques et chimiques intervenant dans l'eau.

. Les nitrates (NO_3^-) :

Les nitrates présentent une variation très importante entre les stations. D'après les mesures reportées sur la fiche, la concentration est d'environ 139,6 mg/L à la station 1, 85 mg/L à la station 2 et 0 mg/L à la station 3.

La concentration la plus importante est donc enregistrée à la station 1, suivie de la station 2, tandis qu'aucune concentration mesurable n'est indiquée à la station 3.

Les concentrations relativement élevées enregistrées aux stations 1 et 2 peuvent traduire une disponibilité importante des composés azotés dans le milieu. Ces apports peuvent avoir différentes origines, notamment le lessivage des sols, les activités agricoles ou la décomposition de la matière organique.

La différence importante entre les stations montre que la distribution des nitrates n'est pas homogène et pourrait être liée aux caractéristiques locales du bassin versant et aux apports provenant de l'environnement immédiat.

. Le chlore libre :

Le chlore libre présente des concentrations faibles et relativement proches entre les trois stations. Les valeurs mesurées sont de 0,07 mg/L à la station 1, 0,05 mg/L à la station 2 et 0,09 mg/L à la station 3.

La station 3 présente donc la valeur la plus élevée, tandis que la station 2 présente la plus faible. Les faibles différences observées entre les stations indiquent une variation limitée de ce paramètre au moment des prélèvements.

. Les phosphates (PO_4^{3-}) :

Les concentrations en phosphates montrent une variation très importante entre les stations. La station 1 présente une concentration de 2,50 mg/L, tandis que les stations 2 et 3 enregistrent respectivement 0,02 mg/L et 0,19 mg/L.

La station 1 se distingue donc nettement par la concentration la plus élevée en phosphates. Cette différence peut être liée à des apports nutritifs provenant du bassin versant, au ruissellement ou à la décomposition de la matière organique.

Une disponibilité importante en phosphates peut contribuer à l'enrichissement nutritif du milieu et favoriser le développement de la végétation et des microorganismes aquatiques. Cette situation peut indirectement modifier les conditions d'habitat des macroinvertébrés benthiques.

Discussion

L'analyse des peuplements de macroinvertébrés benthiques récoltés au niveau des trois stations met en évidence une richesse taxonomique relativement faible caractérisée par une répartition inégale au niveau des différents groupes faunistiques. La communauté étudiée est principalement représentée par les Insecte, notamment les ordres des Éphéméroptères, Hémiptères, Coléoptères et Diptères. Les Mollusques sont représentés par les Gastropoda, tandis que d'autres groupes, tels que les crustacés, restent faiblement représentés.

La dominance des insectes aquatiques constitue une caractéristique fréquemment observée dans les communautés de macroinvertébrés des milieux d'eau douce. Dans notre étude, cette dominance est principalement liée à la présence des Baetidae, Chironomidae, Dytiscidae, Notonectidae/cixidae. Cette composition témoigne de la capacité de ces groupes à coloniser les différents habitats disponibles au niveau des stations étudiées.

Parmi les Éphéméroptères, ce groupe est faiblement représenté dans nos prélèvements, avec seulement 3 individus recensés au niveau de station 1. Ces individus appartiennent à la famille des Baetidae et sont représentés par le genre Baetis. Leur présence, bien que faible, montre que certaines conditions du milieu permettent leur maintien dans le secteur étudié.

Les Chironomidae, représentés par le genre Chironomus, constituent également un groupe important dans le peuplement étudié. Les Chironomidae sont connus pour leur capacité à coloniser une large gamme de conditions environnementales et peuvent être présents dans des milieux présentant une certaine charge organique. Leur présence doit cependant être interprétée

en association avec les autres groupes biologiques et les paramètres physicochimiques, plutôt que considérée comme une preuve directe de pollution.

Les Coléoptères sont représentés principalement par les familles Dytiscidae, ces derniers présentent une répartition relativement homogène entre les trois stations, avec 18 individus à la station 1, 15 à la station 2 et 15 à la station 3.

Les Hémiptères, représentés par la famille des Notonectidae/cixidae, et le genre Notonecta/cixius sont présents dans les trois stations avec respectivement 5, 5 et 10 individus. Leur présence relativement régulière indique que ce groupe est capable de se maintenir dans les différents habitats étudiés. La station 3 présente cependant une abondance deux fois supérieure à celle observée aux stations 1 et 2.

Concernant les Gastropoda, ils sont représentés par la famille des Bithyniidae et le genre Bithynia. Les effectifs enregistrés sont de 5 individus à la station 1, 3 à la station 2 et 5 à la station 3. La présence de ce taxon dans les trois stations témoigne de sa capacité à occuper différents types de milieux aquatiques. Cette répartition relativement homogène suggère que les conditions physicochimiques générales ne constituent pas un facteur limitant majeur pour ce groupe.

L'absence de certains groupes sensibles, notamment les Plécoptères et les Trichoptères, dans les prélèvements constitue un élément important à considérer dans l'interprétation de l'état écologique du milieu. Ces groupes sont généralement associés à des conditions environnementales particulières et leur absence peut être liée à plusieurs facteurs, notamment la qualité de l'eau, les caractéristiques du substrat, l'oxygénation, la disponibilité des habitats ou encore les conditions hydrologiques. Toutefois, cette absence ne permet pas, à elle seule, de conclure à une dégradation importante du milieu, car elle peut également être influencée par la saison, l'effort d'échantillonnage et les caractéristiques locales des stations.

Toutefois, cette absence ne permet pas, à elle seule, de conclure à une dégradation importante du milieu, car elle peut également être influencée par la saison, l'effort d'échantillonnage et les caractéristiques locales des stations.

En comparant nos résultats avec ceux de la littérature, nous constatons une abondance nettement plus faible que celle rapportée au niveau du barrage de Hammam Boughrara par (Gherbi, 2025). En revanche, la composition taxonomique s'avère très similaire : (Gherbi (2025) y recense six familles principales (Baetidae, Notonectidae/cixidae, Chironomidae, Dytiscidae et Bithyniidae), ce qui corrobore nos résultats.

Impact des apports fluviaux sur le barrage de Béni Bahdel

L'alimentation du barrage de Béni Bahdel repose principalement sur l'apport de son réseau hydrographique, constitué notamment par l'Oued Tafna, l'Oued Khemis et l'Oued Sebdou. Ces cours d'eau drainent les eaux de pluie et de ruissellement du bassin versant, assurant ainsi le remplissage et le renouvellement continu de la retenue. Néanmoins, lors d'événements pluvieux intenses, ces oueds véhiculent une charge importante en sédiments, en matière organique et en divers éléments minéraux. Ces apports terrigènes modifient les paramètres physico-chimiques de la colonne d'eau et accélèrent le phénomène d'ensablement. Ainsi, le réseau d'oueds exerce une double influence majeure : il garantit la recharge quantitative de la retenue tout en conditionnant directement l'évolution de la qualité physico-chimique et biologique de l'eau.

Afin d'objectiver cet état écologique, l'application de l'indice NEPAL permet de traduire la structure de ces peuplements en une classe de qualité d'eau. Les scores NEPAL obtenus au niveau des trois stations reflètent une dégradation modérée à marquer de l'intégrité biologique, directement corrélée à la dominance des taxons tolérants (Baetidae, Chironomidae) et au déficit en taxons sensibles (EPT : Éphéméroptères, Plécoptères, Trichoptères)

CONCLUSION

Conclusion générale

Cette étude a permis de caractériser les conditions physicochimiques et la composition des communautés de macroinvertébrés benthiques au niveau de trois stations du barrage de Beni Bahdel. Les résultats montrent une variabilité spatiale des paramètres physicochimiques, notamment de la conductivité, de l'oxygène dissous, de la turbidité et des concentrations en nutriments. Le pH reste relativement stable entre les stations, tandis que la forte turbidité enregistrée à EVB constitue l'une des principales particularités observées.

L'étude faunistique a permis de récolter 95 individus, avec une composition différente selon les stations. EAB est largement dominée par les Crustacés (Gammarès), tandis que les Insectes sont majoritaires à APB et représentent la totalité des individus recensés à EVB. Les principales familles identifiées sont notamment les Baetidae, Chironomidae, Dytiscidae et Notonectidae/cixidae avec des proportions variables selon les stations.

La variation temporelle montre une abondance plus importante en mai et juin, avec respectivement 42 et 51 individus, contre seulement 3 individus en juillet. Ces variations peuvent être liées aux conditions environnementales et aux cycles biologiques des organismes benthiques.

La valeur de l'indice NLBI obtenue pour le barrage de Béni Bahdel est de 3.60 correspondant à une qualité écologique faible et traduisant un niveau de pollution modéré. Ce résultat met en évidence une altération modérée de l'état écologique du milieu, qui pourrait être associée à l'influence de différentes pressions anthropiques susceptibles d'affecter la qualité de l'eau et la structure des communautés de macroinvertébrés benthiques.

En conclusion, les résultats mettent en évidence une hétérogénéité des conditions environnementales et des communautés benthiques entre les trois stations. L'association des paramètres physicochimiques et biologiques constitue ainsi une approche pertinente pour caractériser l'état écologique du milieu. Un suivi sur une période plus longue et l'utilisation d'indices biologiques permettraient de compléter cette évaluation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIE

Références

1. Abergel, F., Tachet, R. J. D., & A, C. D. S.-S. (2010). A nonlinear partial integro-differential equation from mathematical finance. 27(3), 907-917.
2. Amiard-Triquet, C., Amiard, J.-C., & Rainbow, P. S. (2016). *Ecological biomarkers: indicators of ecotoxicological effects*: CRC press.
3. Bagnouls, F., & Gaussen, H. (1957). *Les climats biologiques et leur classification*. Paper presented at the Annales de géographie.
4. Bakreti, A., Braud, I., Leblois, E., & Benali, A. J. H. S. J. (2013). Analyse conjointe des régimes pluviométriques et hydrologiques dans le bassin de la Tafna (Algérie Occidentale). 58(1), 133-151.
5. Belaidi, N., Taleb, A., & Gagneur, J. (2004). *Composition and dynamics of hyporheic and surface fauna in a semi-arid stream in relation to the management of a polluted reservoir*. Paper presented at the Annales de Limnologie-International Journal of Limnology.
6. Bensaoula, F., & Adjim, M. J. L. j. (2008). La mobilisation des ressources en eau: contexte climatique et contraintes socio-économiques (cas de la wilaya de Tlemcen). 7(1), 79-92.
7. Benzina, M., Hebib, H., & Bensalah, M. J. R. d. m. (2019). New insights in late Miocene lower Chelif basin biostratigraphy based on planktonic foraminifera (Algeria). 62(1), 9-24.
8. Bonada, N., Prat, N., Resh, V. H., & Statzner, B. J. A. r. o. e. (2006). Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. 51(1), 495-523.
9. Bopda, A., Brummett, R., Dury, S., Elong, P., Foto-Menbohan, S., Gockowski, J., . . . Nolte, C. (2010). Urban farming systems in Yaoundé—building a mosaic. In *African Urban Harvest: Agriculture in the Cities of Cameroon, Kenya and Uganda* (pp. 39-59): Springer.
10. Bouanani, A. J. D. d. E. e. h., Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, Algérie. (2004). Hydrologie, transport solide et modélisation: étude de quelques sous bassins de la Tafna (NW–Algérie).
11. Bouanani 2024, BV Khemis ; 9. Sol nu ; 10. Forêt ; 11. Maquis ; 12. Altitude ; 13. BV Sebdou.1. Hydrographic network; 2. Khemis wadi; 3. Sebdou wadi; 4. Body of water; 5. Urban; 6. Steppe route; 7. Agriculture; 8. Khemis watershed; 9. Bare ground; 10. Dense forest; 11. forest; 12. Elevation; 13. Sebdou watershed., R. h. O. K. O. S. P. d. e. U. P. s. A. In
12. Boudjema, L., & Boudali, L. (2023). *Macroinvertébrés benthiques et état de santé écologique du réseau hydrographique de l'assif Hallil et de l'oued Boubhir (ss)*. Université Mouloud Mammeri,

13. Boursali, I., Baba Hamed, K., & Bouanani, A. J. V.-l. r. é. e. s. d. l. e. (2025). Analyse de la variabilité climatique et ses impacts sur les ressources en eau dans le bassin versant de l'oued Khemis, Algérie.
14. Brittain, J. E. J. A. r. o. e. (1982). Biology of mayflies. 27(1), 119-147.
15. Cartographie des trois stations d'étude IA. (2026).
16. Chapman, G. B. J. J. o. e. p. L., memory,, & cognition. (1996). Temporal discounting and utility for health and money. 22(3), 771.
17. Corbet, P. S. J. A. r. o. e. (1980). Biology of odonata. 25(1), 189-217.
18. Crespo, J. G. J. J. o. I. S. (2011). A review of chemosensation and related behavior in aquatic insects. 11(1), 62.
19. Cummins, K. W., & Lauff, G. H. J. H. (1969). The influence of substrate particle size on the microdistribution of stream macrobenthos. 34(2), 145-181.
20. Medicinal leech (*Hirudo medicinalis*) feeding on host skin. Retrieved from [\[https://commons.wikimedia.org/https://commons.wikimedia.org\]](https://commons.wikimedia.org/https://commons.wikimedia.org)
21. Microscopic view of a freshwater water mite (Hydrachnidia). Retrieved from [\[https://commons.wikimedia.org/https://commons.wikimedia.org\]](https://commons.wikimedia.org/https://commons.wikimedia.org)
22. Dajoz, R. J. B. d. l. S. e. d. F. (2006). Sigita Podenas, Willy Geiger, Jean-Paul Haenni, Yves Gonseth.-Limoniidae, Pediciidae. Collection Fauna Helvetica n° 14, 2006. Centre Suisse de Cartographie de la Faune, Terreaux 14, CH-Neuchâtel. 111(4), 524-524.
23. Dams, W. C. o. (2000). *Dams and development: A new framework for decision-making*. Retrieved from London:
24. Di Sabatino, A., Gerecke, R., Gledhill, T., & Smit, H. J. Z. (2009). On the taxonomy of water mites (Acari: Hydrachnidia) described from the Palearctic, part 2: Hydryphantoidea and Lebertioidea. 2266(1), 1–34-31–34.
25. Dillon, R. T. (2000). The ecology of freshwater molluscs.
26. Duprat, C. B. i. c. w. H. (1998). The Wonderful Caddis Worm: Sculptural Work in Collaboration with Trichoptera. Retrieved from <https://www.cabinetmagazine.org/issues/25/duprat.php?hl=en-CA>
27. Facility, G. B. I. (2026). Freshwater Amphipoda morphology: Gammaridae. Retrieved from [\[https://www.gbif.org/https://www.gbif.org\]](https://www.gbif.org/https://www.gbif.org)
28. Friedl, G., & Wüest, A. J. A. S. (2002). Disrupting biogeochemical cycles-Consequences of damming. 64(1), 55-65.

29. Ghenim, A. N., Megnounif, A., Seddini, A., & Terfous, A. J. S. (2010). Fluctuations hydropluviométriques du bassin versant de l'oued Tafna à Béni Bahdel (Nord Ouest algérien). *21*(2), 115-120.
30. Ghenim, A. N., & Megnounif, A. J. P.-G. G. p. e. e. (2013). Ampleur de la sécheresse dans le bassin d'alimentation du barrage Meffrouche (Nord-Ouest de l'Algérie). (Volume 7), 35-49.
31. Graça, M., Maltby, L., & Calow, P. J. O. (1993). Importance of fungi in the diet of *Gammarus pulex* and *Asellus aquaticus* I: feeding strategies. *93*(1), 139-144.
32. Holdich, D. M. (2002). *Biology of freshwater crayfish* (Vol. 22): Blackwell Science Oxford.
33. Huo, Q.-B., Fan, S.-X., Zhu, Y.-F., & Du, Y.-Z. (2025). Diversity and the Origin of *Perlodinella Klapálek 1912* (Plecoptera: Perlodidae) in Qinghai Province, China. *16*(5), 520.
34. Kajak, Z. J. W. E. (1994). Harper D. 1992-Eutrophication of freshwaters. Principles, problems and restoration-Chapman & Hall, London, New York, Tokyo, ss. 327.[ISBN 0-412-32970-0]. *40*(3), 157-158.
35. Karr, J. R. J. E. a. (1991). Biological integrity: a long-neglected aspect of water resource management. *1*(1), 66-84.
36. Lounaci, A., Brosse, S., MOULOUD, S. A., Lounaci-Daoudi, D., Mebarki, N., & Thomas, A. J. B. d. l. S. d. h. n. d. T. (2000). Current knowledge of benthic invertebrate diversity in an Algerian stream: a species check-list of the Sébaou River basin (Tizi-Ouzou). *136*, 43-55.
37. Mebarki, A. (2009). *Ressources en eau et aménagement en Algérie: les bassins hydrographiques de l'Est*: Office des publications universitaires.
38. Metcalfe, N. B., Huntingford, F. A., Graham, W., & Thorpe, J. E. J. P. o. t. R. S. o. L. B. B. S. (1989). Early social status and the development of life-history strategies in Atlantic salmon. *236*(1282), 7-19.
39. Moisan, J. (2010). guide d'identification des principaux microinvertébrés benthiques d'eau douce du québec 2010. Retrieved from https://fr.readkong.com/page/guide-d-identification-des-principaux-macroinvertebres-7969793?utm_source=chatgpt.com
40. Network, F. B. C. (2026). Morphology of freshwater Unionidae (Anodonta sp.).
41. Oertli, B., & Frossard, P.-A. (2013). *Mares et étangs: écologie, gestion, aménagement et valorisation*: Presses polytechniques universitaires romandes.
42. Pinder, L. J. A. r. o. e. (1986). Biology of freshwater Chironomidae. *31*(1), 1-23.
43. portal, C. C. d. (2026). Morphological traits of freshwater crayfish (Decapoda).

44. Prokop, J., Krzemińska, E., Krzemiński, W., Rosová, K., Pecharová, M., Nel, A., & Engel, M. S. (2019). Ecomorphological diversification of the Late Palaeozoic Palaeodictyoptera reveals different larval strategies and amphibious lifestyle in adults. *Royal Society Open Science*, 6(9). doi:10.1098/rsos.190460
45. Ramade, F. (2005). *Eléments d'écologie: écologie appliquée*.
46. Resh, V. H., Jackson, J. K. J. C., & HALL, N. Y. (1993). Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates. 195-223.
47. Robier, M. (1996). *Le petit homme: récit*: Stock.
48. Sawyer, R. T. J. J. o. l. b. (1986). The significance of local resident pulmonary alveolar macrophage proliferation to population renewal. 39(1), 77-87.
49. Solimini, A., Free, G., Donohue, I., Irvine, K., Pusch, M., Rossaro, B., . . . Cardoso, A. C. (2006). Using Benthic Macroinvertebrates to assess Ecological Status of Lakes current knowledge and way forward to support WFD Implementation.
50. Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., & Usseglio-Polatera, P. (2000). *Invertébrés d'eau douce: systématique, biologie, écologie* (Vol. 15): CNRS éditions Paris.
51. Taleb, A., Belaidi, N., SÁnchez-PÉrez, J. M., Vervier, P., Sauvage, S., Gagneur, J. J. R. r., & applications. (2008). The role of the hyporheic zone in the nitrogen dynamics of a semi-arid gravel bed stream located downstream of a heavily polluted reservoir (Tafna wadi, Algeria). 24(2), 183-196.
52. Thorp, J. H., & Rogers, D. C. (2015). *Thorp and Covich's freshwater invertebrates: keys to Nearctic Fauna*: Elsevier.
53. Touaylia, S., Garrido, J., Bejaoui, M., & Boumaiza, M. J. T. C. B. (2011). Altitudinal distribution of aquatic beetles (Coleoptera) in northern Tunisia: relationship between species richness and altitude. 65(1), 53-62.
54. Usseglio-Polatera, P., Bournaud, M., Richoux, P., & Tachet, H. J. F. B. (2000). Biological and ecological traits of benthic freshwater macroinvertebrates: relationships and definition of groups with similar traits. 43(2), 175-205.
55. Vaughn, C. C., & Hakenkamp, C. C. J. F. B. (2001). The functional role of burrowing bivalves in freshwater ecosystems. 46(11), 1431-1446.
56. Ward, J. (2013). *The ecology of regulated streams*: Springer Science & Business Media.
57. Washington, H. J. W. r. (1984). Diversity, biotic and similarity indices: a review with special relevance to aquatic ecosystems. 18(6), 653-694.
58. Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: lake and river ecosystems*: gulf professional publishing.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIE

59. Wiggins, G. J. J. J. o. L. (1999). Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera). *60*(1), 97-99.
60. Zwick, P. J. A. r. o. e. (2000). Phylogenetic system and zoogeography of the Plecoptera. *45*(1), 709-746.

Les anex

Table 1 The taxonomic resolution of macroinvertebrates done for the development of NLBI

<i>Taxon</i>	<i>Identification level</i>
Ephemeroptera	Family/genus
Trichoptera	Family
Odonata	Family
Diptera	Family
Diptera, Chironomidae	Family/sub-family/genus
Coleoptera	Family
Heteroptera	Family
Crustacea	Family/genus
Platyhelminthes	Genus
Oligochaeta	Species
Nematoda	Phylum
Hirudinea	Species
Mollusca	Species

Table 2 Taxa with their respective tolerance score for calculating the NLBI, macroinvertebrates are ranked based on ten point scoring system with high scores indicating high sensitivity

<i>Taxon</i>	<i>Tolerance score (TS)</i>
Ephemeroptera	
Baetidae	6
<i>Caenis sp.</i>	3
Trichoptera	
Ecnomidae	3
Lepidostomatidae	7
Leptoceridae	6
Molannidae	6
Coleoptera	
Chrysomelidae	8
Curculionidae	5
Dryopidae	10
Dytiscidae	5
Gyrinidae	7
Hydrophilidae	6
Noteridae	5
Scirtidae	10
Odonata	

Limoniidae	8
Muscidae	2
Sciomyzidae	8
Stratiomyidae	4
Tabanidae	4
Tipulidae	7

Lepidoptera

Table 2 Taxa with their respective tolerance score for calculating the NLBI, macroinvertebrates are ranked based on ten point scoring system with high scores indicating high sensitivity (continued)

<i>Taxon</i>	<i>Tolerance score (TS)</i>
Aeshnidae	6
Coenagrionidae	5
Corduliidae	5
Gomphidae	4
Libellulidae	3
Protoneuridae	8
Heteroptera	
Belostomatidae	7
Corixidae	2
Gerridae	4
Helotrephidae	9
Hydrometridae	6
Mesoveliidae	6
Micronectidae	3
Nepidae	4
Notonectidae	3
Pleidae	4
Veliidae	8
Diptera	
Ceratopogonidae	5
Chironomidae (red)	1
Chironomidae not red	5
Culicidae	2
Diamesinae (Chironomidae)	8
<i>Microtendipes</i> sp. (Chironomidae)	4
<i>Polypedilum</i> sp. (Chironomidae)	4
Dolichopodidae	2
Ephydriidae	1

<i>Taxon</i>	<i>Tolerance score (TS)</i>
Pyrallidae	8
Decapoda	
Atyidae	6
<i>Caridina</i> (cf. <i>nilotica</i>)	7
Palaemonidae	6
<i>Macrobrachium</i> spec.	6
Isopoda	
Corallanidae	7
<i>Tachaea spongillicola</i>	7
Mysidacea	
Mysidae	8
<i>Gangemysis assimilis</i>	8
Decapoda	
Potamidae	9
<i>Himalayapotamon</i> spec.	9
Parathelphusidae	6
Amphipoda	
Talitridae	8
<i>Platorchestia platensis</i>	8
Araneae	
<i>Hydracarina</i> sp.	7
Spinicaudata	
Cyclestheriidae	7
<i>Cyclestheria hislopi</i>	7
Haplosclerida	
Spongillidae	7
Cheilostomata	
Lophopodidae	8
<i>Lophopodilla carteri</i>	8
Plumatellidae	7
Tricladida	
Planariidae, <i>Dugesia</i> sp.	6
Nematoda	2
Haplotaxida	
Naididae	6

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الحالة البيئية لسد بني بهدل بولاية تلمسان، من خلال الربط بين الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه وتركيب مجتمعات اللافقاريات القاعية. أجريت الدراسة على ثلاث محطات هي EAB و APB و EVB، والتي تمثل مناطق مختلفة من السد. تم تسجيل 95 فرداً من اللافقاريات القاعية، حيث تميزت محطة EAB بسيادة القشريات، خاصة *Gammarus*، بينما كانت الحشرات المائية أكثر تمثيلاً في محطتي APB و EVB. وشملت أهم المجموعات المسجلة عائلات *Baetidae* و *Chironomidae* و *Dytiscidae* و *Notonectidae* و *Cixiidae*. بلغت قيمة مؤشر NLBI 3,60، مما يشير إلى جودة بيئية ضعيفة ومستوى تلوث متوسط. وتؤكد النتائج أهمية الجمع بين المؤشرات البيولوجية والقياسات الفيزيائية والكيميائية لتقييم الحالة البيئية للسد ومتابعتها على المدى الطويل.

الكلمات المفتاحية: سد بني بهدل، جودة المياه، اللافقاريات القاعية، المؤشرات البيولوجية، NLBI، التلوث.

Résumé:

Cette étude vise à évaluer l'état écologique du barrage de Béni Bahdel, dans la wilaya de Tlemcen, en mettant en relation les caractéristiques physicochimiques de l'eau avec la composition des communautés de macroinvertébrés benthiques. Trois stations, **EAB, APB et EVB**, représentant différentes zones du barrage, ont été étudiées. Au total, **95 individus** ont été recensés. La station EAB était caractérisée par une dominance des Crustacés, notamment *Gammarus*, tandis que les Insectes aquatiques étaient davantage représentés aux stations APB et EVB. Les principaux groupes identifiés appartiennent aux familles **Baetidae, Chironomidae, Dytiscidae, Notonectidae et Cixiidae**. La valeur de l'indice **NLBI (3,60)** indique une qualité écologique faible associée à un niveau de pollution modéré. Ces résultats soulignent l'intérêt de combiner les paramètres physicochimiques et les indicateurs biologiques pour évaluer et suivre l'état écologique du barrage à long terme.

Mots-clés : Barrage de Béni Bahdel, qualité de l'eau, macroinvertébrés benthiques, bioindicateurs, NLBI, pollution.

Abstract:

This study aimed to assess the ecological status of the **Béni Bahdel Dam**, located in the Tlemcen Province, by relating water physicochemical characteristics to the composition of benthic macroinvertebrate communities. Three sampling stations, **EAB, APB and EVB**, representing different areas of the reservoir, were investigated. A total of **95 individuals** were recorded. The EAB station was characterized by a predominance of Crustaceans, particularly *Gammarus*, whereas aquatic Insects were more represented at the APB and EVB stations. The main identified groups included the families **Baetidae, Chironomidae, Dytiscidae, Notonectidae and Cixiidae**. The **NLBI value of 3.60** indicated low ecological quality associated with a moderate level of pollution. These findings highlight the importance of combining physicochemical parameters and biological indicators to assess the ecological status of the Béni Bahdel Dam and support its long-term monitoring.

Keywords: Béni Bahdel Dam, water quality, benthic macroinvertebrates, bioindicators, NLBI, pollution.