



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de
la vie
Département des sciences de la nature et de vie
Filière : Sciences biologie

Référence2024

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté et soutenu par :
DEGHOU Omayma et CHEHBA Souhila

Le :04/06/2024

(Répartition de la densité de la charge parasitaire (helminthes) dans les eaux usées de la ville de Biskra (Oued Biskra)

Jury :

M. GUEMMAZ Fateh	MCB	Université de Biskra	Encadrant
Mme. MDJADBA Aicha	MAA	Université de Biskra	Président
Mme. BENRAZAK Sarah	MAA	Université de Biskra	Examinatrice

Année universitaire : 2023/2024

Remerciement

Après tout, louange à ALLAH qui nous a donné la force, la patience et le courage de terminer cet humble travail.

Nous remercions tout particulièrement mon encadrant monsieur: Guemmaz Fateh , Nous tenons à vous exprimer notre profonde gratitude pour votre encadrement et votre soutien tout au long de ce projet. Votre expertise, vos conseils avisés et votre disponibilité ont été des éléments clés dans la réussite de cette expérience.

Votre patience et votre encouragement ont été une source d'inspiration constante. Nous vous remercions sincèrement pour tout ce que vous avez fait pour nous. Merci encore une fois.

Nous remercions sincèrement les membres du jury pour leur temps, leurs efforts et leur précieuse contribution à l'évaluation de notre travail.

Nous souhaitons également remercier chaleureusement la Fondation CRSTRA, en particulier Mme Hecini Linda, pour son inconditionnel et son accompagnement tout au long de notre parcours.

Dédicace

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect:
mon cher père Abdelhamid.

A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non âmes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse: mon adorable mère Louiza.

À ma chère sœur Chaima et mes frères Chemsso , Abdou et Nadjib qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail.

À mes belles sœurs Newara et Sarah.

À mon cher neveu petit ange Shahin,

Avec tout mon amour et mes meilleurs vœux pour un avenir radieux.

À mes tantes, surtout Bahdja , à ma voisine Hasina et sa fille, ma petite sœur Loudjain et ma chère amie Houda et wafa .

Sans oublier binôme Souhila, merci pour chaque moment partagé et chaque défi relevé ensemble.

À tous les membres de ma grande famille et À tous qui m'aiment.

Omayma

Je dédie ce travail
A ma défunte grand-mère bien –aimée qui reste dans nos cœurs

A mes très chers parents
Maman et papa qui m’ont aidé et supporté dans les moments difficiles.
A mon oncle et sa femme merci pour l’attention et le traitement aimable

A mon grand – père
A mes frères et cousins, filles et garçons pour leur soutien moral et leurs conseils précieux
tout au long de mes études

Les petits-enfants
Layane ,Bayane, Liyan ,idriss, istabraq, Ahmed
Toute ma famille et mon amie Omayma ,merci pour tout

Souhila

Table des matières

Table des matières

Remerciement	
Dédicace	
Table des matières	I
Liste des Tableaux	III
Liste des Figures	IV
Liste des abréviations	V
Introduction	1

Partie Bibliographique

Chapitre 1 Cadre Géographique de la Région D'étude

1.1. Généralités sur la Région de Biskra	3
1.1.1. Présentation de la région	3
1.2. Étude de milieu	3
1.2.1. La géologie générale	3
1.2.2. La géomorphologie de la région	4
1.2.3. La pédologie.....	4
1.2.5. hydro-géologie	6
1.3. Climat de Biskra	7
1.3.1. Température	7
1.3.2. Précipitations.....	8
1.3.3. Les vents	9
1.3.4. L'humidité.....	10
1.3.5. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN	10
1.3.6. Climagramme d'Emberger.....	11
1.4. Cadre sociologique de la ville de Biskra	13
1.4.1. Population	13

Chapitre 2 Généralités sur les eaux usées

2.1. Définition des eaux usées	14
2.1.1. Origine et classification des eaux usées	14
2.1.1.2. Les eaux usées agricoles	14

2.1.2. Les propriétés biologiques des eaux usées.....	14
2.2. Les parasites des eaux usées.....	15
2.2.1. Définition des parasites.....	15
2.2.1.1. Classification des parasites.....	15
Partie Expérimentale	
Chapitre 3 Matériels et méthodes	
3.1. Le site d'étude.....	28
3.2. Echantillonnage des eaux usées de la ville de Biskra.....	29
3.3. Matériels et réactifs.....	29
3.3.1. Réactifs.....	29
3.3.2. Matériels.....	29
3.4. Méthode d'analyse des parasites des eaux usées.....	29
Chapitre 4 Résultat et Discussion	
4.1. Caractérisation qualitative de la charge parasitaire des eaux usées de la ville de Biskra.....	31
4.2. Caractérisation quantitative de la charge parasitaire des eaux usées de la ville de Biskra.....	32
4.2.1. Étude par groupes d'helminthes.....	32
4.2.2. Variation saisonnière.....	32
4.2.3. Étude par espèces d'helminthes.....	33
4.3. Discussion.....	35
Conclusion.....	37
Les références bibliographiques.....	38
Annexes.....
Résumés.....

Liste des Tableaux

Tableau 1. Les helminthes parasites contenus dans les eaux usées de site de rejets de la ville de biskra(Oeud biskra)	31
---	----

Liste des Figures

Figure 1. Localisation géographique de wilaya de Biskra	3
Figure 2. Températures mensuelles, minimale et maximale à Biskra pour la période	7
Figure 3. Précipitation mensuelles moyennes de Biskra durant la période.....	8
Figure 4. La vitesse moyenne des vents(m/s)à Biskra pour la période	9
Figure 5. L'humidité (%) relative moyenne en pourcentage à Biskra durant la période	10
Figure 6. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région de Biskra 2014.....	11
Figure 7. Climagramme d'Emberger de la région de Biskra	12
Figure 8. principales caractéristiques des eaux usées	15
Figure 9. Oeuf d' <i>Ascaris</i> sp à droite (70,89x56,61µm) et oeuf de morphotype <i>Ascaridé</i> à gauche (63,25x46,90µm)..	17
Figure 10. Ovules d' <i>Enterobius vermicularis</i> au microscope optique (400X).....	17
Figure 11. Oeuf d' <i>Dankylostome</i>	18
Figure 12. Oeuf de <i>Nématodirus</i> spp et de strongles gastro-intestinaux au microscope optique (x100).	18
Figure 13. Oeuf de <i>Trichuris</i> spp	19
Figure 14. Oeuf de <i>Strongyloides</i> spp (38µmx55µm).....	19
Figure 15. Structure d'un cestode	20
Figure 16. L'oeuf de <i>Hymenolepis nana</i> lors de l'examen des selles avec des grossissements*400.....	20
Figure 17. Champ microscopique montrant des oeufs de <i>Moniezia expansa</i> de forme triangulaire (40X).....	21
Figure 18. Oeufs spp dans la méthode Kato-Katz originale	21
Figure 19. Champ microscopique montrant la <i>Fasciola hepatica</i>	22
Figure 20. Cycle évolutive d' <i>Ascaris limbriciodes</i>	25
Figure 21. Cycle évolutif de <i>Taenia saginata</i>	27
Figure 22. Cycle évolutif de <i>Taenia solium</i>	27
Figure 23. Les rejets d'Oued Biskra	28
Figure 24. Répartition de la concentration moyenne d'oeufs d'helminthes (classes) dans les eaux usées brutes de site de rejet de la ville de Biskra(Oued Biskra).	32
Figure 25. Variation saisonnière de la charge parasitaire des eaux usées du site de rejet (Oued Biskra).	33
Figure 26. Répartition de la concentration moyenne d'œufs d'helminthes (espèces) dans les eaux usées brutes de de rejet de la ville de Biskra (Oued Biskra).	34

Liste des abréviations

CRSTRA :Centre de Recherche Scientifique et Techniques sur les Régions Aride.

O. N. M :Office National de Météorologie .

T : Température

H% : Humidité

P : Précipitations

V : Vents

DPSB :Direction de la Programmation et du Suivi budgétaire de la wilaya de Biskra

MES :Matières En Suspension

ANAT : Agence Nationale l'Aménagement du Territoire

ANRH : National Hydraulic Research Agency

OMS : Organisation Mondiale de Santé

Introduction générale

Introduction

L'eau est essentielle à la vie quotidienne de l'homme, servant à répondre à ses besoins de consommation et d'hygiène (Falizi et *al.*, 2018; Quist-Jensen et *al.*, 2015). mais, dans les régions chaudes et arides, l'eau est une ressource rare et précieuse, exposée à des risques d'épuisement et sérieusement menacée par diverses activités humaines (Kostyla et *al.* ,2015 ;Lu *al.*,2015). La croissance humaine et l'activité intensive dégradent les habitats naturels et perturbent les écosystèmes (Guemmaz et *al.* ,2019), L'eau propre et potable devient altérée et usée, prenant une teinte grisâtre (Gashaye , 2020).

Les eaux usées proviennent de diverses sources telles que les ménages, les eaux pluviales et les industries. Elles sont typiquement constituées de matières organiques . en plus de cela, ces eaux peuvent contenir des substances toxiques comme des sels de métaux lourds, des particules radioactives et des microorganismes pathogènes tels que des bactéries, des protozoaires et des helminthes (Wen et *al.*, 2017).

Les œufs d'helminthes, très résistants à l'inactivation, sont des parasites biologiques présents en grande quantité dans les eaux usées et les boues des pays en développement, causant de nombreuses maladies graves chez les humains (Maya et *al.*,2012) et leur présence dans les eaux usées constitue un enjeu majeur, surtout dans les régions arides où les cultures sont irriguées avec ces eaux contaminées par manque d'eau. Une ville du sud-est de l'Algérie en est un exemple (ANRH 2014).

Notre travail vise à évaluer le niveau de contamination parasitologique des eaux usées brutes de Biskra en suivant et en analysant la quantité d'œufs d'helminthes présents dans l'Oued Biskra.

Ce mémoire s'articule en deux parties principales, chaque partie contient deux chapitre :

Partie bibliographique :

Le Chapitre 1 : présente le cadre géographique de la région d'étude, détaillant les caractéristiques physiques, climatiques et socio-économiques de la zone concernée.

Le Chapitre 2 : aborde les généralités sur les eaux usées, incluant la définition des eaux usées, leur origine et leur origine ainsi que Les propriétés biologiques des eaux usées.

Partie expérimentale :

Chapitre 3 : Matériels et méthodes : Ce chapitre décrit les équipements utilisés et les méthodologies appliquées pour mener à bien les expériences et les analyses sur les eaux usées dans la région d'étude.

Chapitre 4 : Résultats et discussion : Dans ce chapitre, les résultats des expérimentations sont présentés, analysés et discutés.

Partie
Bibliographique

Chapitre 1

Cadre Géographique de la Région D'étude

1.2.2.La géomorphologie de la région

D'après Djebaili (1970), la géomorphologie d'une région est influencée par les facteurs orotopographiques, qui résultent soit de la topographie générale du terrain (à l'échelle régionale), soit des accidents géographiques locaux. Ces facteurs ont également un impact sur d'autres variables écologiques telles que la température et les précipitations. Biskra se situe à la transition entre les régions plissées de l'Atlas au nord et les vastes étendues désertiques du Sahara au sud (Chebbah, 2007).

1.2.2.1.Les montagnes

Couvrant seulement 13% de la wilaya, La plupart se trouvent dans sa partie nord, comprenant des sommets notables tels qu'Al-Qaid, Hamara, Gessouem (1087 m), Rabaa (712 m), Kara, Bourzal, Emlili (1496 m), et Haoudja (1070 m). La plus haute élévation, Ahmar KhadouetTaktiout, atteint 1942 mètres. Cependant, la grande partie de ces montagnes présentent une faible végétation (DPSB, 2021).

1.2.2.2.Les plateaux

Ils s'étendent vers le sud-ouest sous forme de contreforts (DPSB, 2021).

1.2.2.3.Les plaines

S'étendent le long de l'axe d'Al-Outaya à Tolga, orientées vers l'est, et en globentles régionde Sidi Okba et Zribat El-Ouadi (DPSB ,2021) .

1.2.2.4.La zone de dépressions

Au sud-est de la wilaya se trouve une zone connue sous le nom de chotts, où l'altimétrie est négative. Certains de ces chotts atteignent une profondeur de 40 mètres à certains endroits (DPSB, 2021).

1.2.3.La pédologie

L'analyse morpho-analytique des sols dans la wilaya de Biskra identifie plusieurs types de sols présentant des caractéristiques pédologiques distinctes, notamment la salinisation, les dépôts éoliens, les remontées capillaires, ainsi que les dépôts alluvionnaires et colluvionnaires. Selon les recherches menées par (Khechai,2001) et (Bekhouche,2004)et Merouani (2012) dans cette région, les principaux types de sols comprennent :

- les sols calcaires
- les sols salés

- les sols gypseux
- les sols gypseux-calcaires
- les sols formés par l'action éolienne
- les sols argileux-sodiques
- les sols peu évolués issus de dépôts alluviaux
- les sols colluvionnaires

1.2.4.Hydrologie

La région de Biskra se situe dans le bassin versant du Chott Melghir (Hannachi et Bekkari ,1994) cités par Mostepahaoui (2015), cette zone est traversée par plusieurs oueds majeurs, parmi lesquels figurent les plus significatifs:

1.2.4.1.Oued Djeddi

Qui est le principal collecteur des eaux de l'Atlas Saharien (D.G.F ,2006) .Il forme un réseau de collecte s'étendant des Monts Ksour aux plateaux des Daïas (Ballais ,2010). La longueur totale de l'Oued principal dépasse légèrement les 500 km. Sur sa rive nord, il reçoit une quinzaine d'affluents, depuis Laghouat, situé à une altitude de 752 m, jusqu'à OuledDjellal, à une altitude de 156 m. Son cours aboutit dans le chott Melghir (D.G.F ,2006).

1.2.4.2.Oued Biskra

L'Oued Biskra se forme grâce à la jonction de deux grands oueds, à savoir l'Oued El Hai et l'Oued l'Abdi ou Branis. Leur cours d'eau s'écoule sur le versant sud du massif des Aurès (Ould Baba ,2005). La contribution de ces oueds est estimée à 18,4 millions de mètres cubes, comme rapporté par (Nadji et Gali ,1992). l'Oued Biskra se jette dans le chott Melghir, qui est le point le plus bas de la région de Biskra.

1.2.4.3.Oued El Abiod ou Biraz

L'Oued est limité jusqu'à M'chounèche et est classé comme un Oued jeune en raison de sa pente assez abrupte et de son profil irrégulier (Ould Baba ,2005). Il est relativement court, s'étendant sur environ 156 km, prenant sa source à une altitude d'environ 1900 m, et déversant ses eaux dans le chott Melghir. Ses contributions en eau sont interannuelles et variables (Ballais,2010).

1.2.4.4.Oued El Arab

Le cours d'eau de l'Oued El Arab s'étend sur la partie orientale des Aurès, créant une frontière naturelle entre le massif des Aurès et celui de Némemcha. Il prend sa source dans le Djebel Aidel, à une altitude d'environ 2100 m, et se jette dans la dépression du chott Melghir. Sa longueur approximative est de 150 km (Ould Baba ,2005)

1.2.5.hydro-géologie

1.2.5.1.Nappe phréatique du quaternaire

La nappe du quaternaire, située entre 20 et 150 m de profondeur, affiche un débit de 5 à 10 l/s avec une qualité chimique généralement moyenne, bien que parfois médiocre. Elle est notamment repérée dans les palmeraies de Tolga et se trouve souvent dans des dépôts alluvionnaires. Parmi les exemples figurent la nappe de l'Oued de Biskra et celle de l'Oued Djedi, qui devraient normalement être alimentées par les précipitations, l'infiltration des oueds et les eaux d'irrigation. Majorité des eaux de cette nappe sont salées ou très salées (Khachai ,2001 ; A.N.A.T ,2002).

1.2.5.2.Nappe profonde

La nappe albienne, également connue sous le nom de nappe des grès du Continental Intercalaire, représente un réservoir d'une grande importance, principalement composé de grès et de marne datant de l'Albien et du Barrémien. Située à des profondeurs allant de 1600 à 2500 mètres, elle présente un débit moyen de 80 litres par seconde en émergence.L'eau de cette nappe est généralement de bonne qualité, avec un taux de résidu sec ne dépassant pas les 2 g/l. De plus, la température de l'eau peut atteindre plus de 60°C. Son exploitation est très coûteuse en raison de sa profondeur, comme mentionné par (ANAT, 2002 ; Rouahna, 2007).

1.2.5.3.Nappe des sables

Deux types de nappes peuvent être distingués : les nappes des sables du Pontien et les nappes des sables du Mio-pliocène (Khachai, 2001).

1.2.5.4.Nappe de calcaire

Cette nappe est largement identifiée grâce aux débouchés naturels de M'lili , Oumeche et elle est fortement exploitée dans les palmeraies des Ziban. Connue sous le nom de nappe de Tolga, elle est principalement composée de calcaires de l'Éocène inférieur et du Sénonien supérieur(Chabour,2008).

1.3.Climat de Biskra

1.3.1.Température

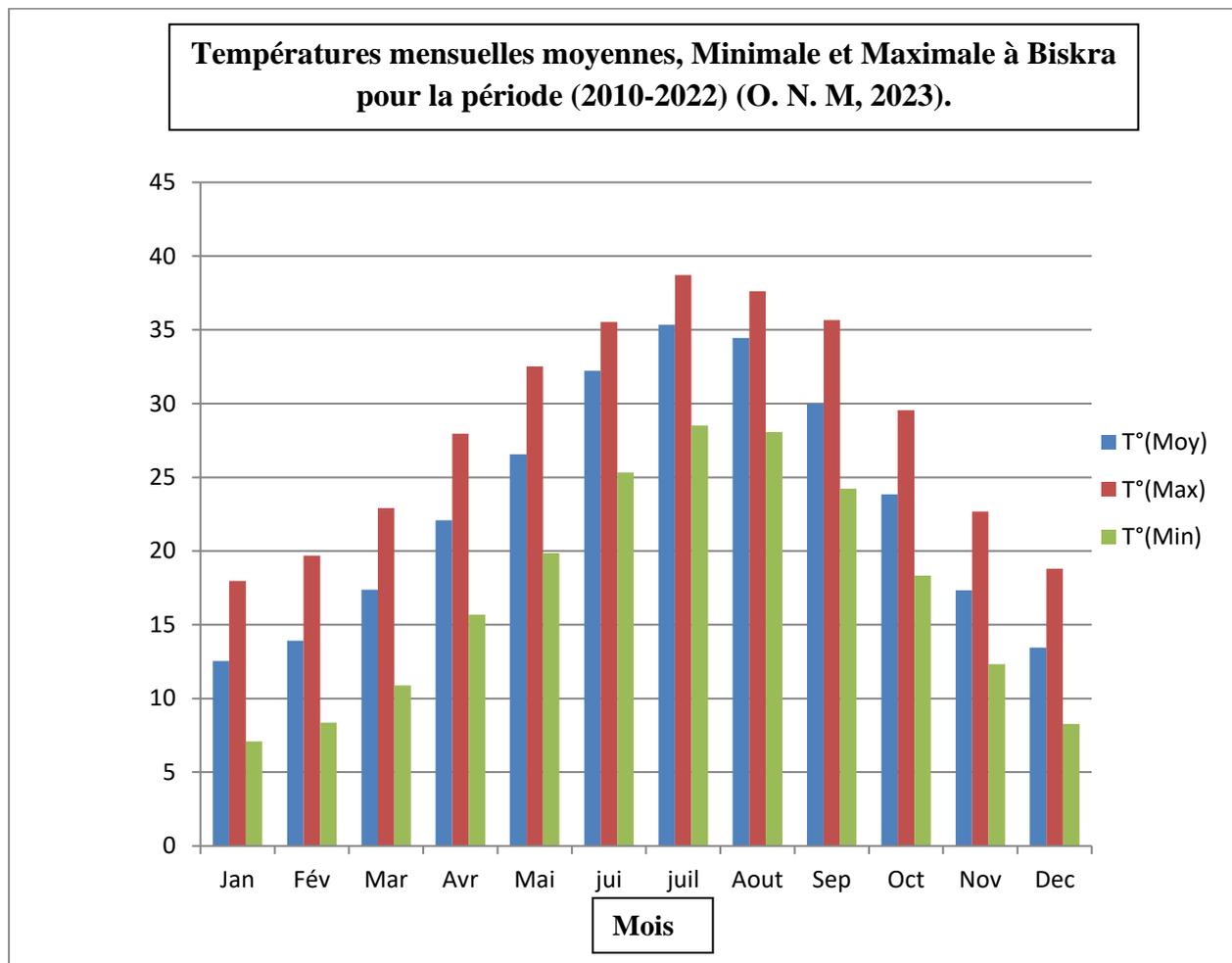


Figure 2.Températures mensuelles,minimale et maximale à biskra pour la période (2010-2022)(O.N.M,2023)

T° Moy : Température moyenne mensuelle.

T° Max : Température maximale mensuelle moyenne.

T° Min : Température minimale mensuelle moyenne.

Les résultats présentés dans la figure 2 illustrent les variations des températures moyennes minimales, maximales et mensuelles dans la région de Biskra entre (2010 et 2022), telles qu'indiquées dans l'annexe 1. Ces données mettent en évidence les températures élevées caractéristiques de la région, avec des fluctuations saisonnières marquées. Par exemple, les mois de juillet et août sont les plus chauds, affichant des températures maximales de 38,72 °C et 37,61 °C respectivement, tandis que janvier enregistre les températures les plus basses avec une moyenne de 12,7 °C.

1.3.2.Précipitations

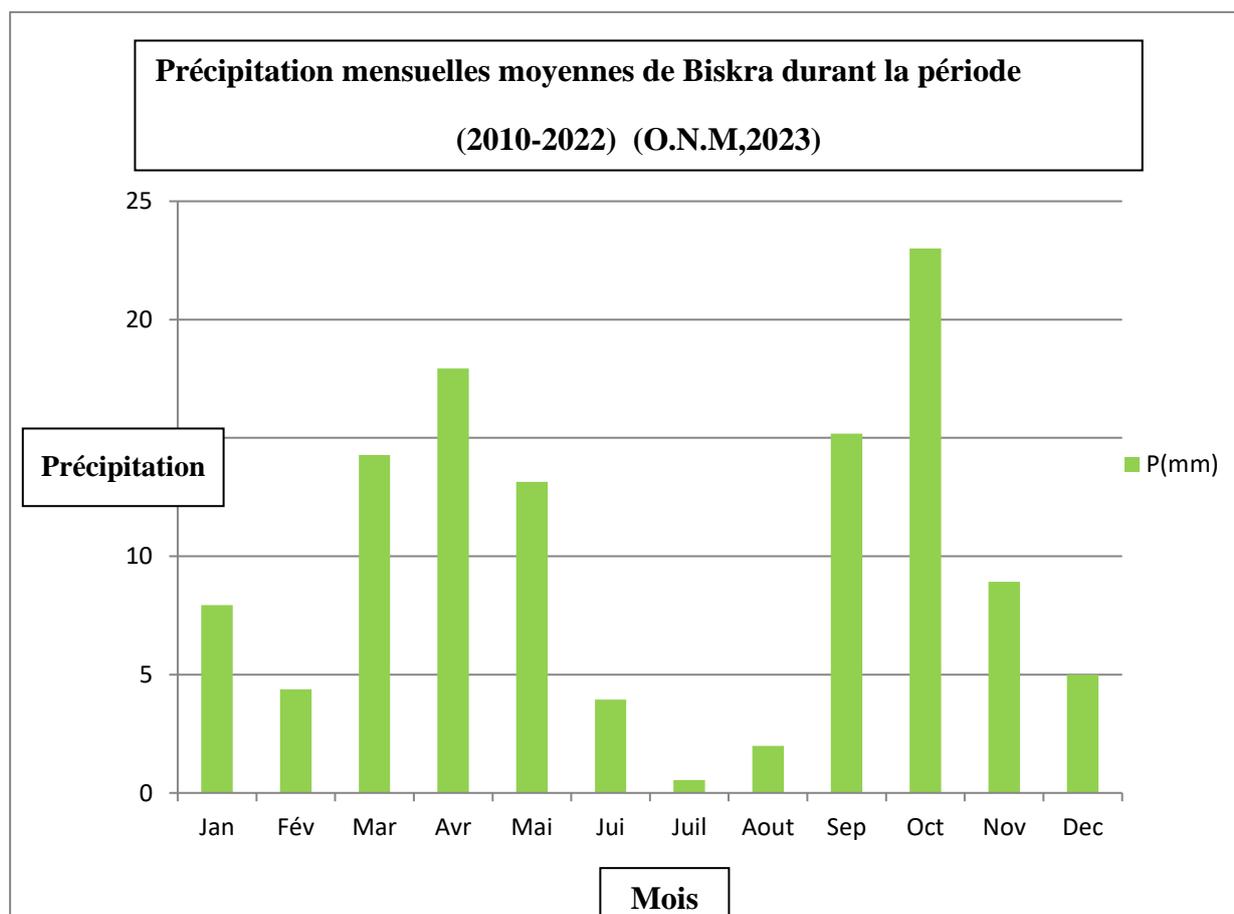


Figure 3. Précipitation mensuelles moyennes de Biskra durant la période (2010-2022)(O.N.M,2023)

Les données de l'annexe 2 montrent que la région de Biskra connaît en moyenne des précipitations annuelles de 23,01 mm. La figure 3 révèle une sécheresse maximale durant le mois le plus chaud, juillet, avec seulement 0,54 mm de précipitations, tandis que le mois le plus humide, octobre, enregistre une pluviométrie de 23,01 mm.

1.3.3. Les vents

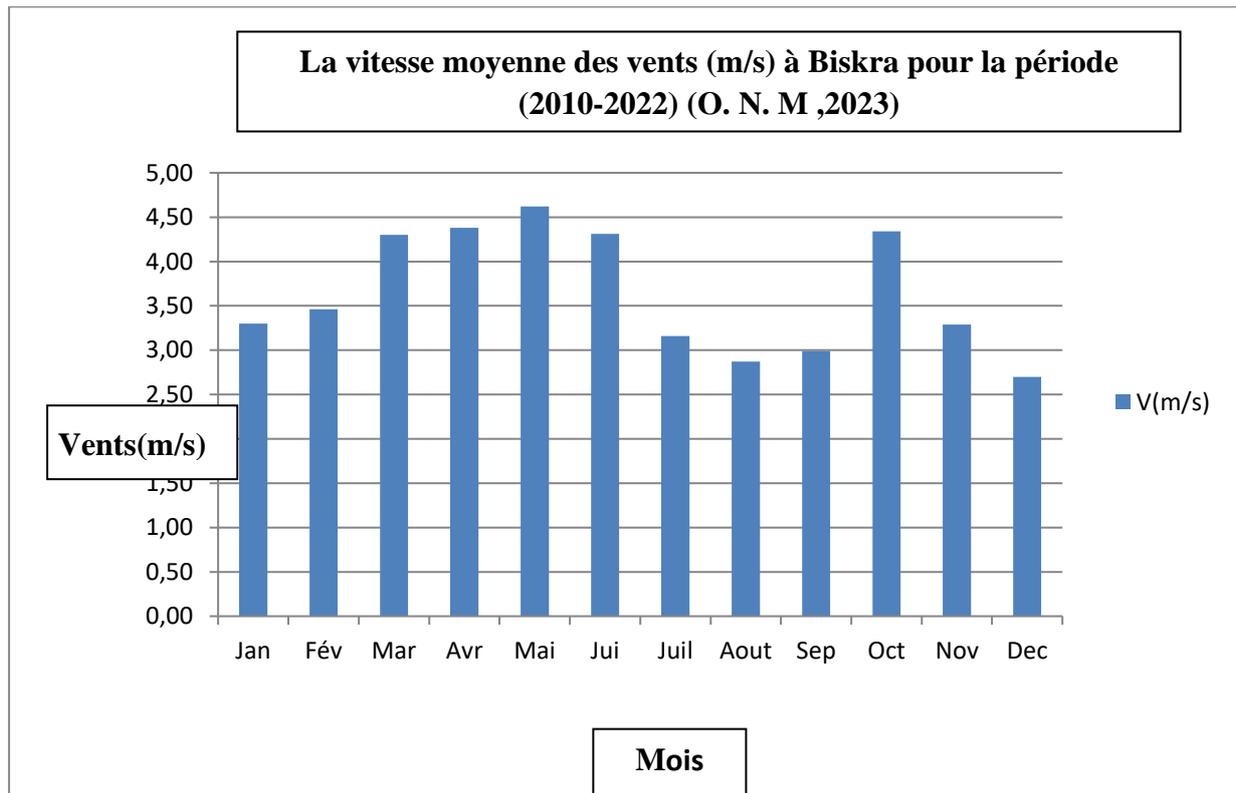


Figure 4. La vitesse moyenne des vents(m/s)à Biskra pour la période (2010-2022)(O.N.M,2023)

La vitesse moyenne du vent pour la période de 2010 à 2022, selon les données de l'annexe 4, est de 4,62 m/s. En mai, la vitesse maximale des vents est de 6,4 m/s, tandis qu'en décembre, elle atteint un minimum de 2,70 m/s, comme le montre la figure4 .

1.3.4.L'humidité

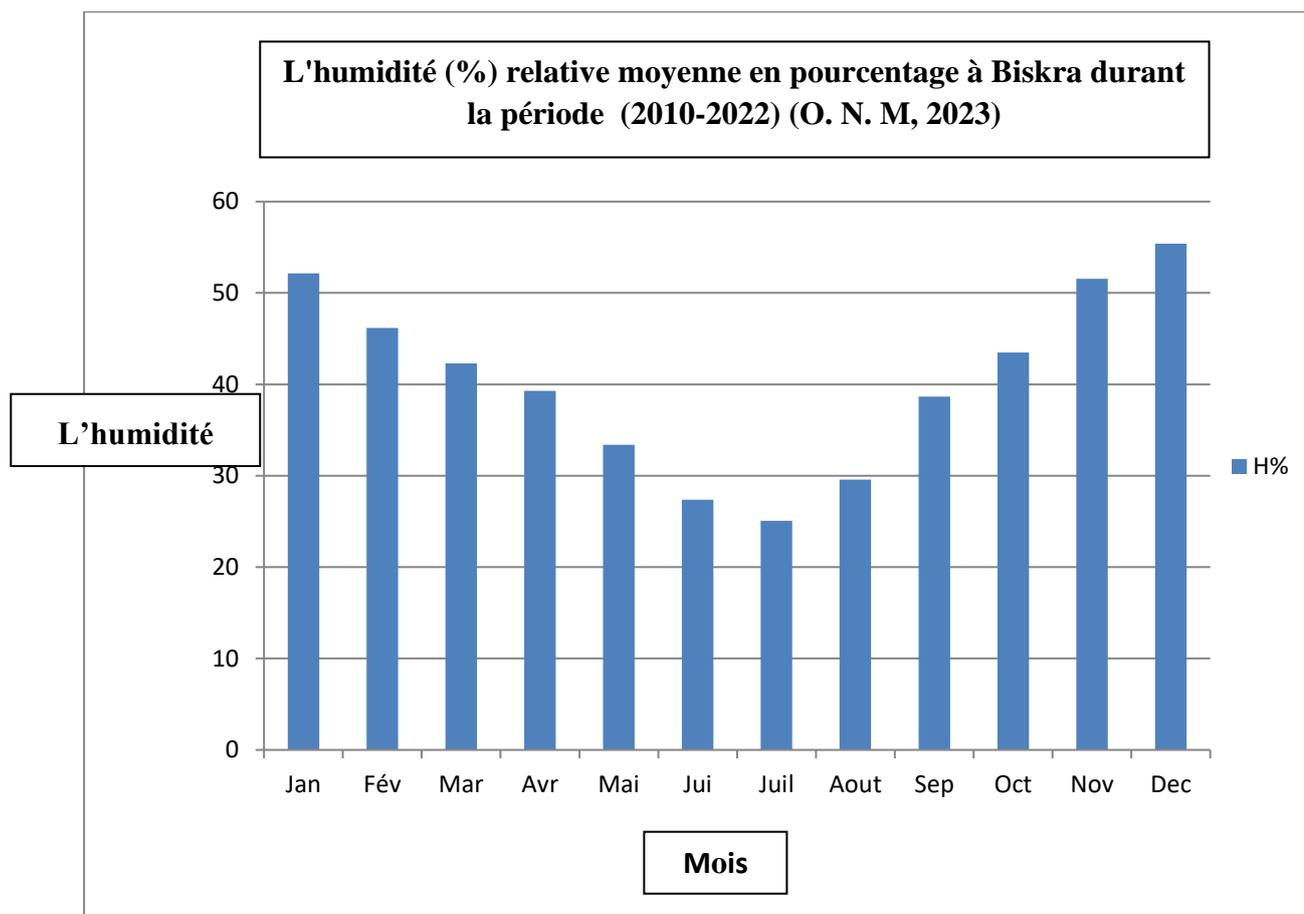


Figure 5. L'humidité (%) relative moyenne en pourcentage à biskra durant la période (2010-2022)(O.N.M,2023)

Grâce aux données présentées dans la figure 5 et dans le de l'annexe 3, nous avons observé un taux d'humidité maximal de 55,41 % en décembre. En revanche, les mois les plus chauds, juin, juillet et août, affichent un taux d'humidité minimal de 25,08 % en juillet.

1.3.5.Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN

Le diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls est un outil graphique utilisé pour identifier les périodes sèches et humides de l'année, en représentant les mois sur l'axe horizontal et les précipitations (P) et températures (T) sur l'axe vertical, avec la relation $P=2T$.

Selon ce diagramme la figure 6, dans la région de Biskra, une période de sécheresse persistante est observée tout au long de l'année, de janvier à décembre.

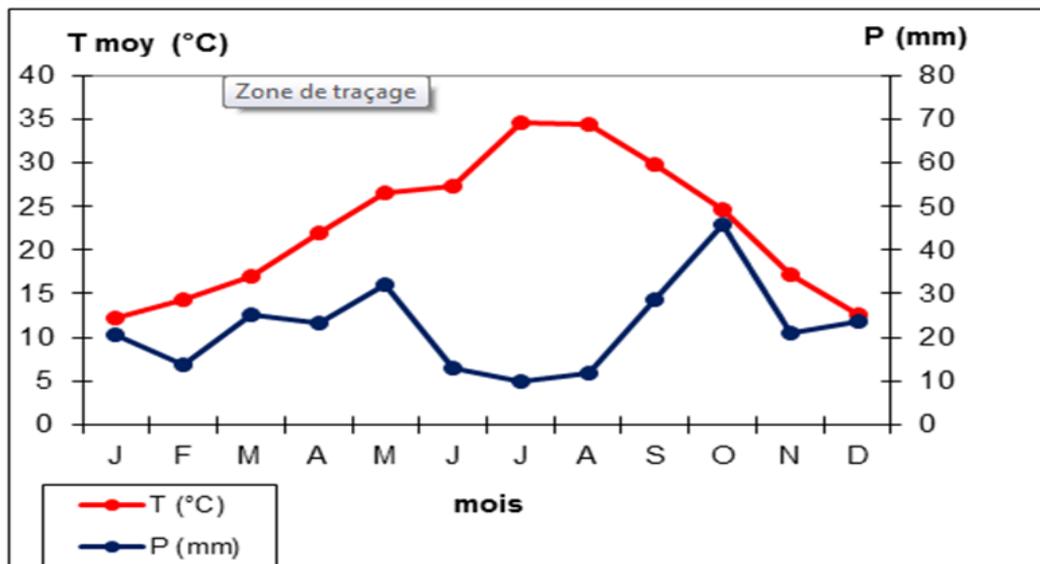


Figure 6.Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région de Biskra 2014

1.3.6. Climagramme d'Emberger

Afin de déterminer l'étage bioclimatique de la région de Biskra, nous avons utilisé le quotient de pluie d'Emberger (Q2), calculé à partir des données climatiques de l'année de l'expérience. Le quotient pluviométrique, selon la formule établie par Stewart en 1969 pour les régions méditerranéennes, est exprimé comme suit : $Q2 = 3,43 \cdot P / (M - m)$.

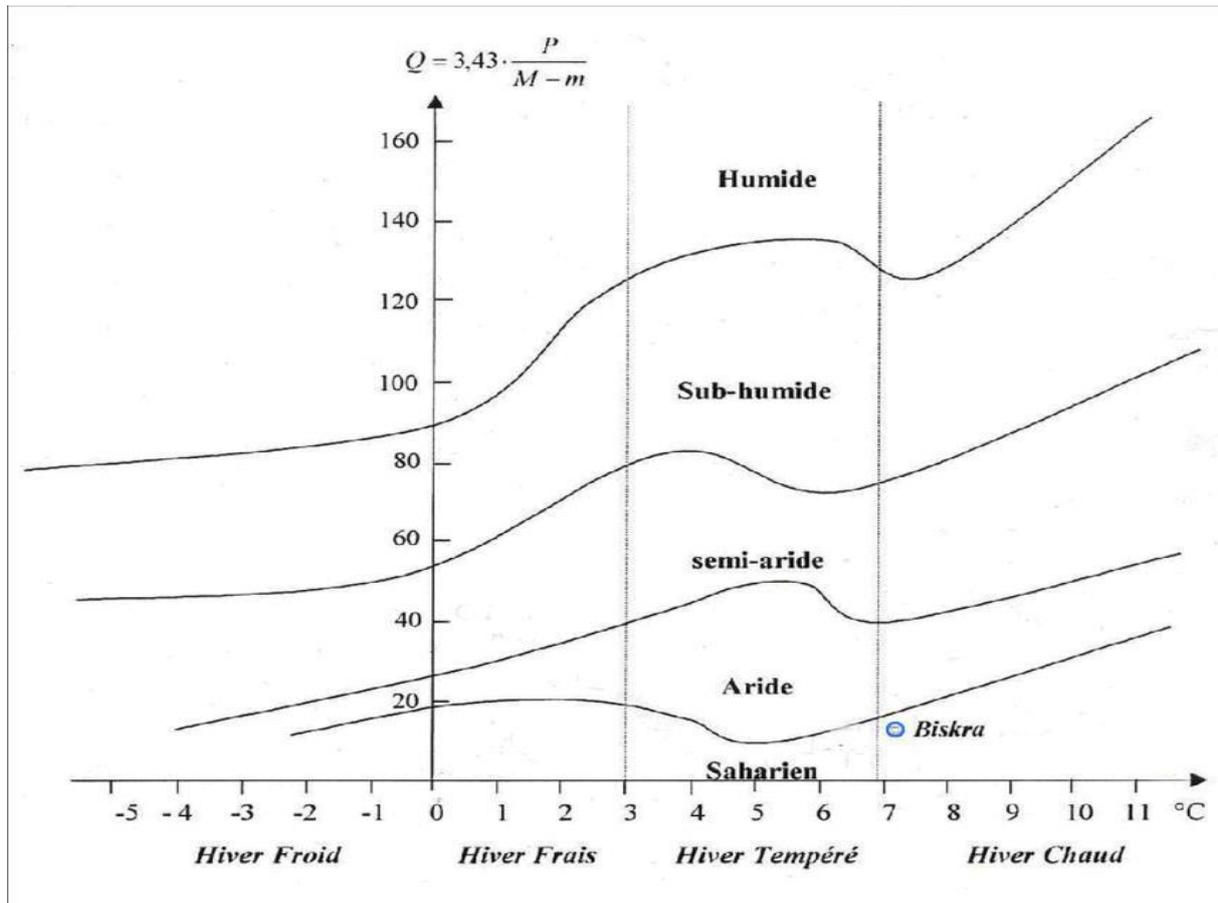


Figure 7. Climagramme d'Emberger de la région de Biskra (2010-2022)(O.N.M,2023)

P : précipitation annuelle (mm).

M : température maximale du mois le plus chaud (°C)

m : température minimale du mois le plus froid (°C).

Q2 : quotient pluviométrique

D'après les données climatiques recueillies à Biskra entre 2010 et 2022

P = 116,23mm

m = 7.08°C

M = 38.72°C

En utilisant ces données, le calcul donne un indice de 12,60 pour le quartile Q2. De plus, selon les informations du Climagramme d'Emberger, illustré dans la figure 7, la région de Biskra est classée dans l'étage bioclimatique saharien à hiver chaud.

1.4.Cadre sociologique de la ville de Biskra

1.4.1.Population

Après l'indépendance, la ville de Biskra a connu une croissance démographique exceptionnellement rapide, ce qui a eu un impact sur l'utilisation de son espace de manière incontrôlée et difficile à gérer. Les données statistiques complètes du recensement de la population de la wilaya de Biskra en 2015 pendant la période d'étude sont les suivantes :

- Le taux de croissance annuel s'élève à 2,05%.
- La densité de population est estimée à 34 habitants par kilomètre carré.
- Le nombre total d'habitants atteint 775 797 (l'ANAT,2015).

Chapitre 2

Généralités sur les eaux usées

2.1.Définition des eaux usées

Les eaux polluées sont des eaux contenant un mélange de déchets liquides, de solides et de polluants chimiques provoqués par les activités humaines .Cette eau présente des niveaux élevés de divers contaminants et inconnus , non visibles à l'œil nu (azote, phosphore, métaux lourds, matières organiques, bactéries pathogènes, parasites etc...) ce qui est déversé dans l'environnement ou dans le milieu récepteur (Messrouk,2017).

2.1.1.Origine et classification des eaux usées

2.1.1.1.Les eaux usées domestique

Il s'agit des eaux issues de la récupération des eaux usées provenant des foyers et des polluants chimiques provoqués par les activités humaines . (Messrouk,2017).

2.1.1.2.Les eaux usées agricole

Il s'agit d'eaux contaminées par des produits chimiques agricoles (Benameur, 2018).

2.1.1.3.Les eaux usées industrielles

Elles sont issues des activités industrielles. La quantité d'eaux usées industrielles varie en fonction du secteur d'activité. Il est possible que le contenu soit organique (dans le domaine de l'agro-industrie), purement inorganique ou mixte, comme dans les industries de la tannerie (Auguste , 2018).

2.1.1.4.Les eaux de surface

Ils sont produits par les précipitations, la fonte des neiges, le drainage routier, les zones urbaines et industrielles... etc. Il s'agit de la partie de l'eau qui ne pénètre pas dans le sol, qui coule dans les rues sur les sols et intègre des masses d'eau superficielles (Dimitri et Jean,2008).

2.1.2.Les propriétés biologiques des eaux usées

Elles varient considérablement selon leur origine (industrielle, domestique, etc.). Elles peuvent renfermer de multiples éléments, qu'ils soient solides ou dissous, ainsi que de multiples micro-organismes.Les substances peuvent être classées en quatre groupes selon leurs caractéristiques physique-chimiques, biologiques et le danger sanitaire qu'elles représentent : micro-organismes, matières en suspension, traces minéraux ou organiques et substances nutritives (Duvivier,2006).

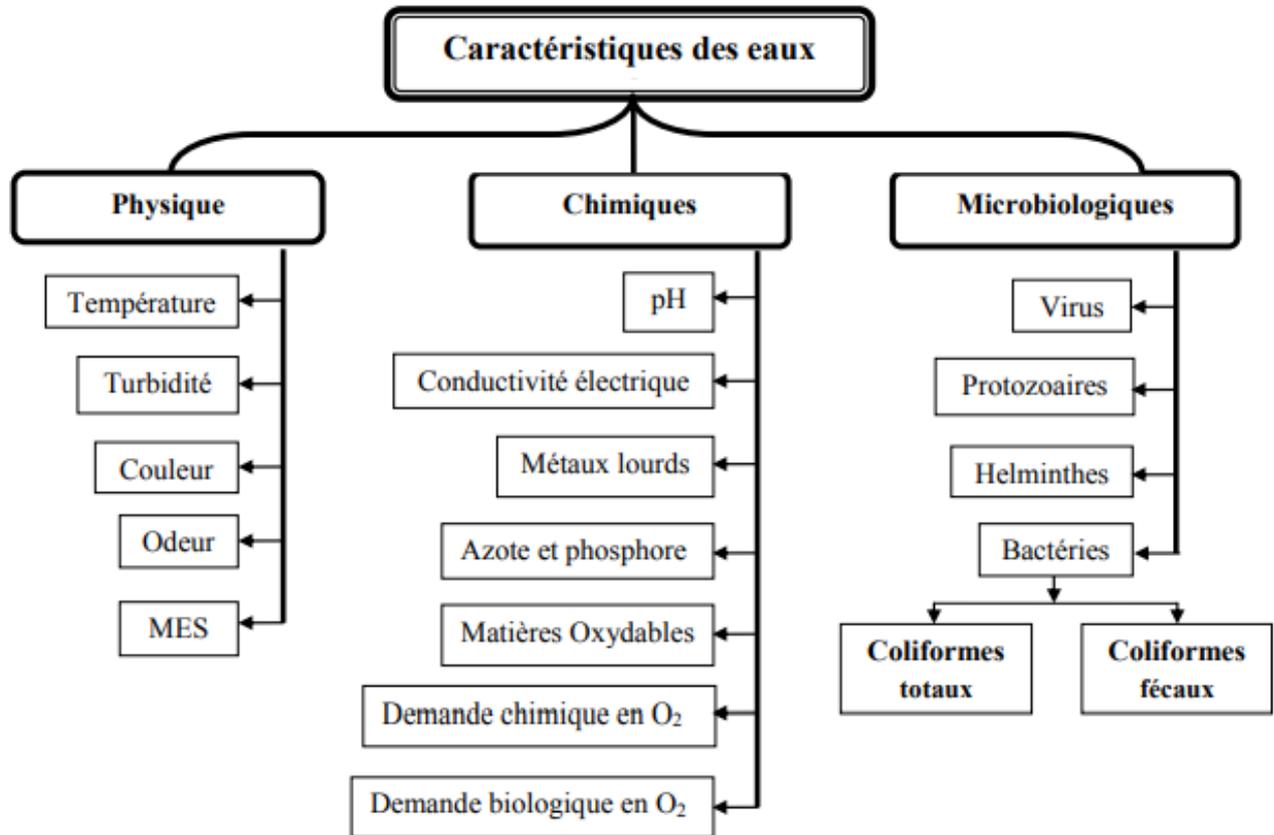


Figure 8.principales caractéristiques des eaux usées (Khengaoui,2017).

2.2.Les parasites des eaux usées

2.2.1.Définition des parasites

Les parasites correspondent à des organismes vivants, qu'ils soient animaux ou végétaux, qui vivent aux dépens d'un autre organisme appelé hôte pendant une partie ou la totalité de leur existence (Diakite, 2004). Il se nourrit et se développe en utilisant les ressources d'un autre être vivant, qu'il soit à la surface ou à l'intérieur duquel. Le niveau de parasitisme témoigne du niveau de dommage causé à l'hôte, allant de la symbiose (équilibre de la relation) à la mort de celui-ci.

La plupart de ces parasitoses ne se limitent pas à l'homme, mais sont présentes chez l'homme et les animaux : on les qualifie de zoonoses parasitaires (Nicolas et al., 2002).

2.2.1.1.Classification des parasites

Il existe une multitude de parasites présents dans le système digestif. Ils font partie de deux catégories zoologiques distinctes : les protozoaires et les helminthes (Klotz et al., 1998).

a.les helminthes

Les helminthes sont des vers parasites de grande taille, aussi appelés macroparasites, sont transmis par les eaux usées, les boues, les excréments et le sol. Ils ont une surface recouverte d'une couche appelée glycocalyx, composée de différents glucides comme les glycoprotéines, les glycolipides et les mucopolysaccharides (Saswat et al .,2022).

On classe ces parasites en fonction de la morphologie de leur corps qui peut être allongée, plate ou arrondie. Leur cycle de vie comporte trois grandes étapes : les œufs, les larves et les stades adultes. Ce sont les œufs qui jouent le rôle d'agents infectieux à l'origine des helminthiases, les infections causées par ces vers parasites (Saswat et al .,2022).

b.Impact environnemental sur les espèces d'helminthes

La quantité d'œufs d'helminthes dans les eaux usées et les boues résiduaires est fortement affectée par les conditions climatiques environnantes, en particulier la température et le taux d'humidité. qui peuvent influencer considérablement leur nombre et leur développement. D'autres facteurs environnementaux comme les précipitations, l'ensoleillement, le vent ainsi que la faune et la flore locale jouent également un rôle important. Les œufs d'helminthes se caractérisent par une résistance exceptionnelle aux traitements des eaux usées ainsi qu'à la dégradation naturelle dans l'environnement. Ceci est dû à leur coque protectrice structurée qui leur confère une capacité de survie très élevée dans divers milieux pouvant atteindre jusqu'à 7 années (Saswat et al .,2022).

c.Classification des helminthes

Il existe deux types de phylums (ou embranchements) parmi les helminthes : les Nematoda (ou vers ronds) et les Plathelminthes (ou vers plats):

Les Nematoda

Les Nematoda, ou vers ronds, constituent l'un des phylums les plus communs d'animaux, avec plus d'un million d'espèces, dont beaucoup sont des parasites nuisibles pour les humains, les animaux et les plantes. Ils provoquent des maladies graves, touchant des milliards de personnes, et causent d'énormes pertes financières en agriculture. Par exemple, les nématodes à galles et les espèces de kystes entraînent des dommages annuels estimés à 100 milliards de dollars (Owhonda,2023).

Les Nematoda à 3 classes:

Classe *Chromadorée*

C'est une classe de nématodes parasites qui se distinguent par la présence des organes sensoriels, de phasmides, utilisés pour détecter les signaux environnementaux (Zograf et al,2022).

Parmi les membres de cette classe, on trouve plusieurs nématodes parasites bien connus:

Ascaris spp

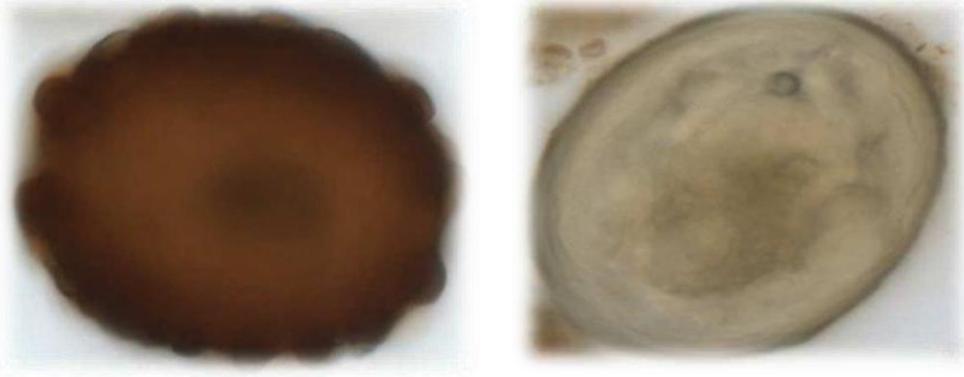


Figure 9.Oeuf d'ascaris sp à droite (70,89x56,61µm) et oeuf de morphotype *Ascaridé* à gauche (63,25x46,90µm).(Dufour et al, 2020).

Enterobius vermicularis



Figure 10.Ovules d'*enterobius vermicularis* au microscope optique (400X) (Akram et Al-warid ,2023).

Ankylostoma spp



Figure 11. *Oeufdan kylostome* (Perrin,2017)

Nematodirus spp

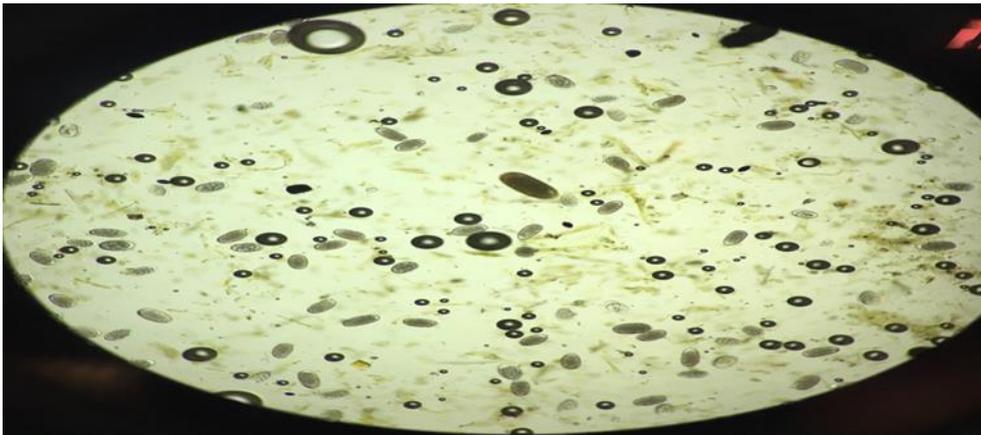


Figure 12. Oeuf de *Nématodirus spp* et de strongles gastro-intestinaux au microscope optique (x100)(Fournier,2020).

Classe *Enoplea*

La classe des *Enoplea* regroupe des nématodes parasites qui utilisés lors de l'accouplement, elle se distingue par la présence de spicules proéminents (Owhonda,2023). Parmi les représentants les plus célèbres de cette classe, on trouve :

Trichuris spp



Figure 13.Oeuf de *Trichuris*sp (Idrissi et el .,2020)

Secernentea

une classe de nématodes parasites reconnaissables par leur aptitude à produire des enzymes favorisant la digestion des tissus des hôtes et leur morphologie allongée (Owhonda,2023) . Parmi les représentants les plus célèbres de cette classe, on trouve

Stroglyoides spp



Figure 14. Oeuf de *stronglyoide ssp* (38 μ m \times 55 μ m)(Dardel,2020)

Les plathelminthes

Les plathelminthes sont un phylum d'animaux qui se caractérisent par des vers aplatis dorsoventralement, souvent appelés vers plats. Ce sont l'un des plus grands phylums animaux

après les arthropodes, les mollusques et les cordés, comprenant plus de 20 000 espèces, dont plus de la moitié sont des vers plats parasites (Norena et al., 2015).

Les plathelminthes à 2 classes:

Classe *Cestoda*

Ces vers sont typiquement hermaphrodites, n'ont pas de tube digestif et possèdent un corps segmenté (Suzuki et., al 2012) .

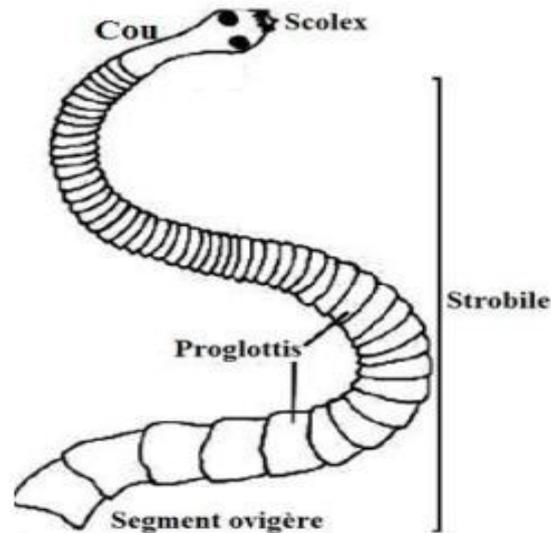


Figure 15. Structure d'un cestode (Andrianasollo, 2018)

Hymenolepis nana



Figure 16. L'œuf de *Hymenolepis.nana* lors de l'examen des selles avec des grossissements*400 (Shahnazi, 2019).

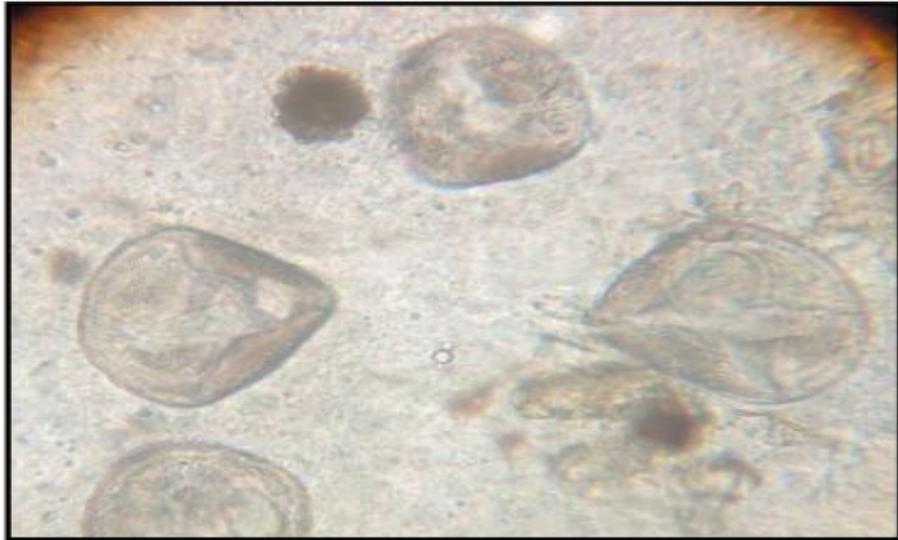
Moniezia expansa

Figure 17. Champ microscopique montrant des oeufs de *Moniezia expansa* de forme triangulaire (40X)(Deepak et al., 2020)

Taenia spp

Figure 18. Œufs *Taenia spp* dans la méthode Kato-Katz originale (Machrumnizar et al., 2022)

Classe *Rhabditophora*

Les Rhabditophora, un groupe de Plathelminthes, se distinguent par une musculature pariétale hautement développée qui engendre une grande variabilité de formes corporelles, jouant un rôle crucial dans des fonctions telles que la locomotion et la reproduction. Leur nom dérive des rhabdites, des éléments sécrétés à la surface du tégument et contribuant à la production de mucus. De plus, ils sont reconnaissables grâce à une structure unique des flagelles des spermatozoïdes, caractérisée par un élément central plutôt que deux tubules (Bolanos, 2008 ; Justine, 2003).

Parmi les espèces dans ce classe on se trouve :

***Fasciola hepatica*.**

Figure 19.Champ microscopique montrant la *Fasciola hepatica* (Mayowa et al .,2020)

d.Mode de contamination

Contamination par voie orale ou ingestion

Selon Spicer (2000), elle se produit habituellement par ingestion, que ce soit par voie fécale-orale, soit par l'eau contaminée ou les aliments non lavés (comme les fruits et légumes). De plus, elle se produit à travers les mains sales ou l'eau de boisson contaminée par les œufs. Les métazoaires intestinaux (trichocéphale, oxyure) et les *cestodes* (*Hymenelopsis nana*) sont concernés par ce mode de contamination. La contamination des cestodes adultes, appelés cestodes adultes à cycles indirects, se produit en consommant de la viande crue ou mal cuite : le bœuf pour *T. saginata*, le porc pour *T. solium* .

Les insectes, les vers de farine, les puces et les blattes ingérés peuvent causer contamination accidentelle chez *Hymenelopsis nana*.

Contamination par voie transcutanée

Cela se produit lorsque les larves infectantes pénètrent activement dans la peau, que ce soit lors d'une baignade en piscine ou lors de la marche pieds nus dans la boue, ou en eau douce contaminée, comme c'est le cas pour l'anguillulose ou l'ankylostome (Cyrille,2022)

Contamination par inhalation

Les œufs d'oxyure présents dans la poussière peuvent être inhalés par voie nasale et ensuite introduits dans le corps humain (Cyrille,2022).

e.Les risque de l'utilisation des eaux usées

Le risque microbiologique

Selon (Sheikh et al.,1999), il est depuis longtemps démontré que les micro-organismes pathogènes des animaux ne peuvent ni entrer ni survivre à l'intérieur des plantes dans le domaine de l'agriculture. Ainsi, on trouve des micro-organismes à la surface des plantes et sur le sol. La présence des feuilles et de la plante crée un cadre frais, humide (par évaporation) et protégé du soleil. Il a la possibilité. lors de la croissance ou de la récolte des plantes, les pathogènes peuvent survivre plus longtemps sur le sol que les plantes (Asano, 1998).

Le risque chimique

Outre l'impact global de certains éléments de l'eau usée sur les cultures irriguées, tels que la salinité, l'eau usée peut également entraîner une toxicité en raison d'une concentration élevée (FAO,2003).

Les risques environnementaux

L'emploi d'eau usée pour l'irrigation peut aussi entraîner des conséquences néfastes sur l'écosystème et la santé des êtres humains. Les risques majeurs pour l'environnement liés à l'eau usée comprennent :

- l'incorporation de substances chimiques dans des écosystèmes vulnérables (en particulier le sol, l'eau et les plantes).
- la diffusion des microorganismes nuisibles (FAO, 2003).

f. Les helminthiases

Les maladies parasitaires, causées par des vers parasites intestinaux, les helminthes, sont appelées helminthiases. Ces parasites intestinaux, qui sont parmi les infections les plus courantes chez les humains à travers le monde, représentent un véritable enjeu de santé publique dans les pays en développement. Selon les données de l'OMS en 1996, il a été estimé que 1,4 milliard de personnes à travers le monde sont infectées par des ascaris (*Ascaris lombricoïdes*), un milliard par des trichocéphales (*Trichuris trichiura*) et 1,3 milliard par des ankylostomes (*Ankylostoma duodenale* et *Necator americanus*). La majorité de la morbidité se concentre sur les enfants en âge scolaire (5 à 14 ans) et les femmes enceintes. Les vers intestinaux se propagent en raison d'un assainissement insuffisant et de conditions de vie défavorables. Le traitement peut inverser ces conséquences. Les médicaments utilisés contre les vers intestinaux sont sûrs, efficaces et abordables. Deux traitements par an, généralement administrés directement en milieu scolaire, peuvent considérablement renforcer la santé globale des enfants (Leclere et al., 1989).

L'ascaridiose

On peut définir l'ascaridiose comme une maladie parasitaire causée par *Ascaris lombricoïde*

Il s'agit du parasite intestinal le plus répandu à l'échelle mondiale. La helminthiase est également la plus répandue chez les humains. L'Ascaridiose peut se manifester dès l'enfance et affecte environ 1,2 milliard de personnes à travers le monde, notamment en Afrique subsaharienne, en Amérique latine, en Chine et en Asie.

La principale forme de parasitose intestinale à travers le monde, l'ascaridiose, est provoquée par un ver de grande taille, exclusivement humain, appelé *Ascaris lombricoïdes*. Elle est fréquemment observée dans les régions tropicales où les conditions d'hygiène sont

souvent insuffisantes, tandis qu'elle devient de moins en moins courante dans les régions tempérées (Khuroo,1996 ;Silva et al.,2003 ;Anofel,2014).

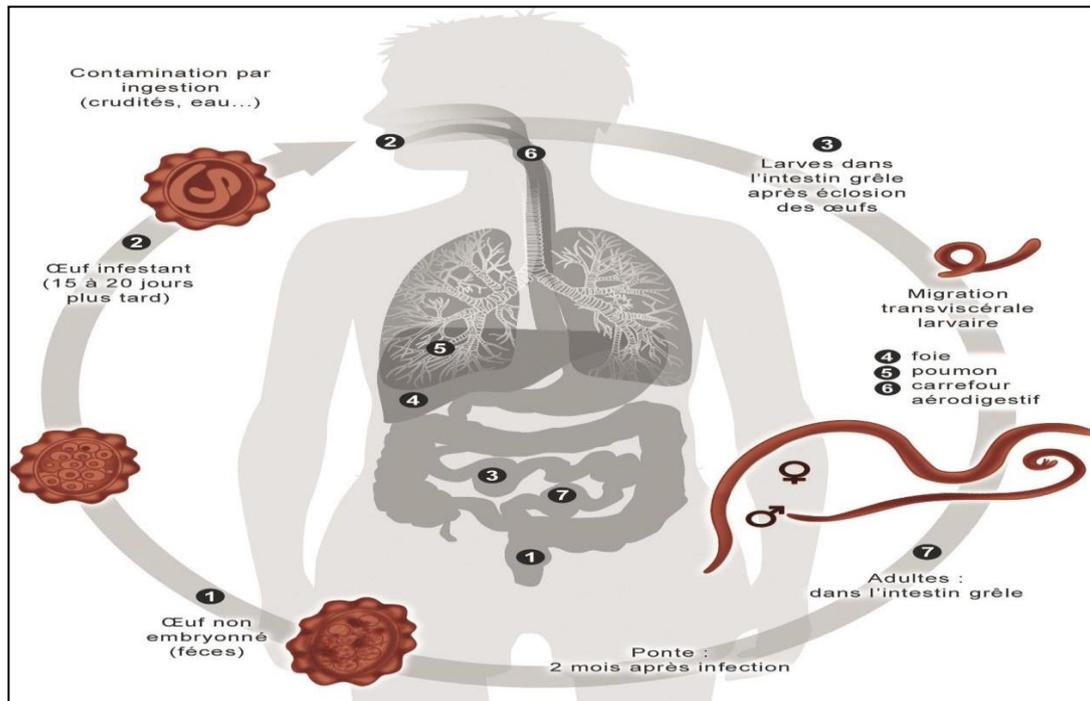


Figure 20. Cycle évolutive d'*Ascaris limbriciodes* (Anofel,2016) Ankylostome

L'ankylostomiase est une maladie intestinale répandue à travers le monde, causée par deux types de vers nématodes, *Ancylostoma duodenale* et *Necator americanus*. Elle est fréquente dans les régions chaudes et humides, touchant environ un quart de la population mondiale (Esselmani,2008) .

Trichocéphale

Ou (*Trichuris trichiura*) est un type commun de nématode répandu dans le monde entier, les symptômes cliniques varient en fonction du niveau d'infestation, qui est souvent asymptomatique. Les manifestations de la maladie incluent des troubles digestifs pouvant être accompagnés d'une augmentation des globules blancs appelée hyperéosinophilie (Zouitni ,2022).

Anguillulose

L'anguillulose, également connue sous le nom de strongyloïdose, est une infection intestinal causée par le nématode *Strongyloides stercoralis* (Schaechter et al.,1999). où il se trouve principalement dans les sols contaminés par des excréments humains. Les larves infectieuses (filariformes) pénètrent à travers la peau pour assurer la transmission de la

maladie (Esselmani,2008). Son cycle de vie est complexe et unique, impliquant des phases chez l'homme et dans l'environnement extérieur (Esselmani,2008).

Hymenoleiase

La parasitose connue sous le nom d'hymenolepiase est causée par un cestode appartenant au genre *Hymenolepis*, comprenant deux espèces principales : *Hymenolepis nana* et *Hymenolepis diminuta*. Parmi ces deux espèces, seule *Hymenolepis nana* est considérée comme pathogène pour l'homme (Esselmani, 2008).

Le cycle évolutif de ces parasites peut se dérouler de deux manières différentes. La forme la plus courante est appelée cycle direct, également connu sous le nom de cycle monoxène. Dans ce cycle, l'homme est directement impliqué sans nécessiter d'hôte intermédiaire. Cependant, il existe également une forme de cycle indirect ou hétéroxène, qui passe par un hôte intermédiaire, généralement un insecte tel qu'un ver de farine, des blattes ou des puces (*Xenopsyllacheopsis*, *Ctenocephaluscanis*, *Pulexirritans*). Dans ce cas, l'œuf du parasite est ingéré par l'insecte, où il éclos et se développe en larve cysticercoïde dans la cavité générale de l'insecte (Esselmani, 2008).

Téniasis

Est une maladie provoquée par *Tænia saginata* et *Tænia solium*, qui sont des parasites cestodes segmentés et plats, également connus sous le nom de vers solitaires. Ces parasites sont hermaphrodites (Klotz et al., 1998).

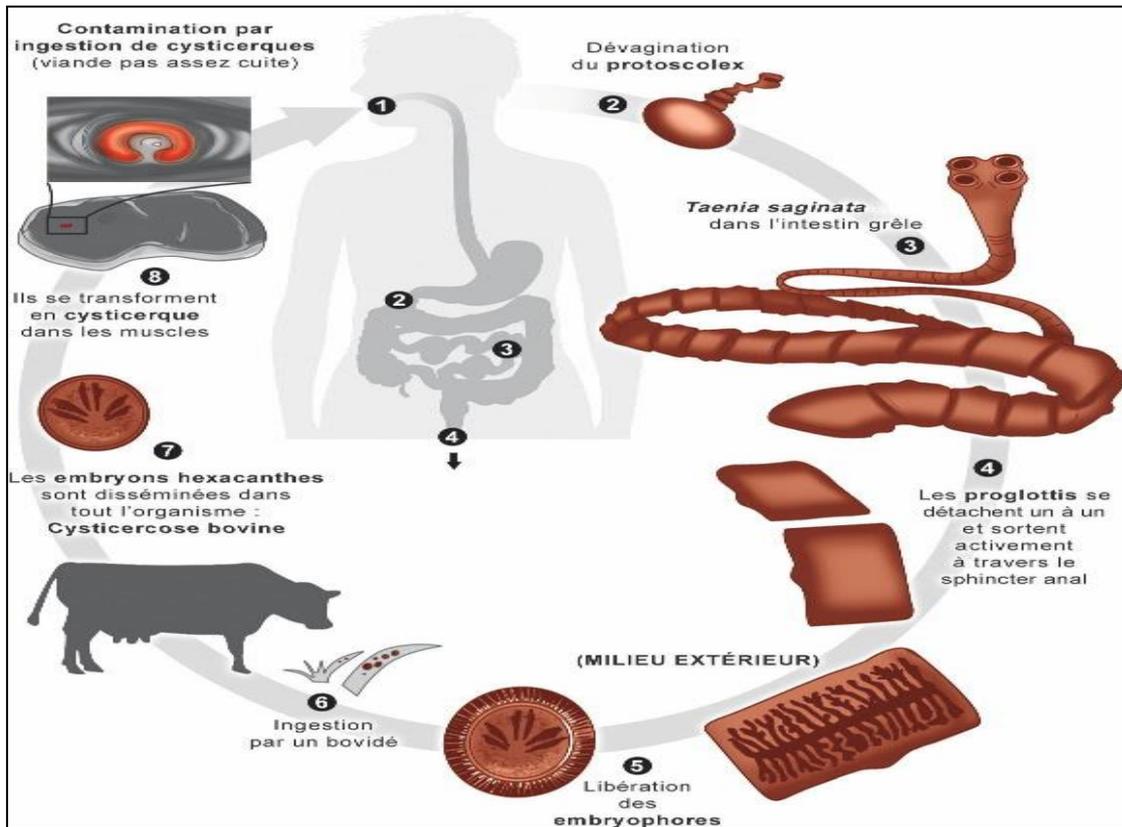


Figure 21. Cycle évolutif de *Taeniasagianta* (Anofel, 2017)

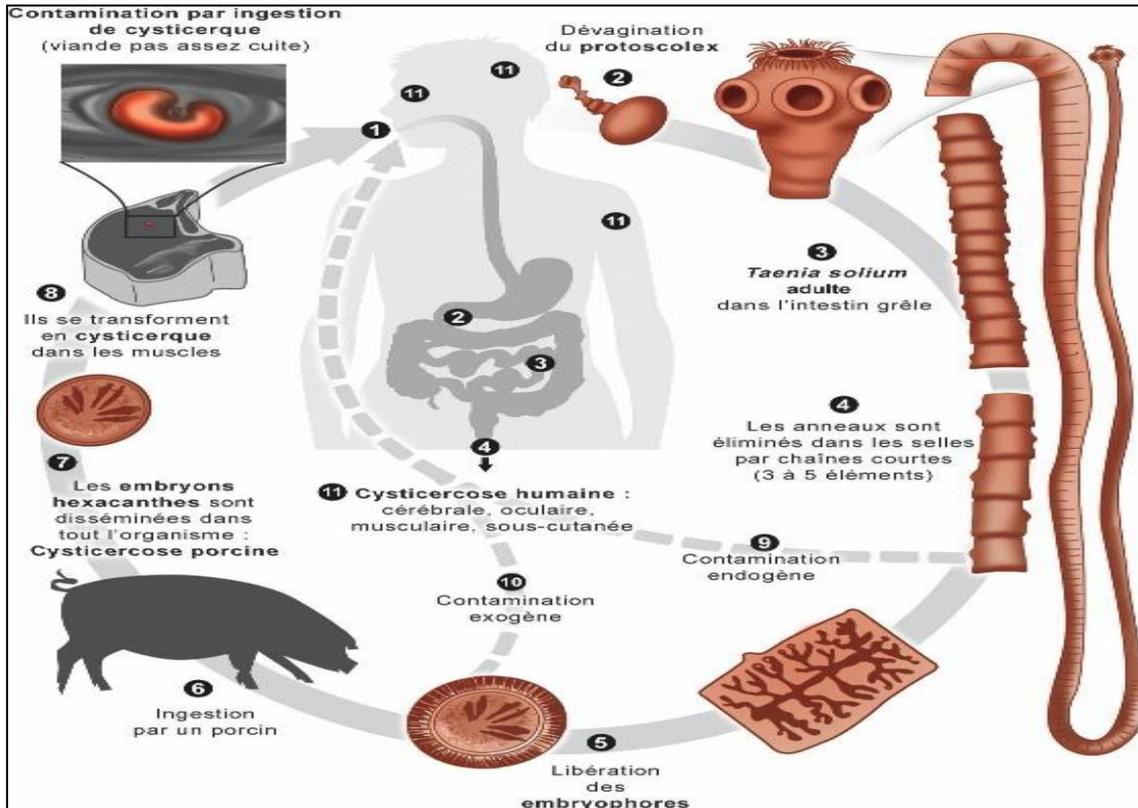


Figure 22. Cycle évolutif de *Taeniasolium* (Anofel, 2017)

Partie

Expérimentale

Chapitre 3

Matériels et méthodes

3.1. Le site d'étude

L'étude a été réalisée dans la ville de Biskra, en mettant l'accent sur l'un le principale point de déversement des eaux usées, qui est l'Oued Biskra.

Oued Biskra trouve sa source au point de confluence de Oued EL HAI et de Djamoura. enamon t, il est alimenté par plusieurs autres oueds, dont :

- L'Oued Branis.
- L'Oued Lefrahi.
- L'Oued El Besbas.
- L'Oued Lakhdar.

L'Oued Biskra représente le principal collecteur, caractérisé par des conduites d'un diamètre de $\Phi=1500\text{mm}$ et une pente de $I=2.5\text{‰}$. Il recueille les rejets provenant de la zone nord et du centre de la ville, située aux coordonnées ($34^{\circ} 49' 9.43'' \text{ N}$, $5^{\circ} 44' 59.60'' \text{ E}$).



Figure 23. Les rejets d'Oued Biskra

3.2. Echantillonnage des eaux usées de la ville de Biskra

Un prélèvement d'échantillons d'eaux usées de la ville de Biskra a été effectué mensuellement sur une période de six mois, de janvier à juin 2021, au niveau de l'émissaire de la vallée de Biskra, en vue d'une étude parasitologique. Pour chaque échantillonnage, un volume de deux litres a été prélevé et conservé dans des récipients stériles, auxquels a été ajouté un agent de conservation, le formaldéhyde à 10% (2 ml par litre d'échantillon). Les échantillons ainsi conditionnés ont ensuite été acheminés vers le laboratoire de biologie de l'Université Mohamed Khider de Biskra, en Algérie, pour les analyses ultérieures (Gummez et al., 2021)

3.3. Matériels et réactifs

3.3.1. Réactifs

Les réactifs nécessaires sont les suivants :

- Solution de formaldéhyde à 10%
- Tampon acéto-acétique
- Éther
- Solution de sulfate de zinc à 33% (densité = 1,18)

3.3.2. Matériels

Les matériels nécessaires sont les suivants :

- Flacons stériles
- McMaster lames
- Microscope
- Lames et lamelles

3.4. Méthode d'analyse des parasites des eaux usées

La concentration des œufs d'helminthes présents dans les eaux usées s'est avérée nécessaire en raison de leur dispersion élevée, afin d'optimiser leur dénombrement. A cet effet, la technique BAILENGER, recommandée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en 1997, a été retenue pour sa facilité de mise en œuvre, son coût réduit et sa fiabilité. Cette méthode consiste à centrifuger l'échantillon dans un mélange de tampon acéto-acétique et d'éther, afin d'obtenir un culot concentré. Ce dernier est ensuite transféré dans une

solution de sulfate de zinc à 33% (densité = 1,18), permettant ainsi aux éléments parasitaires de se concentrer à la surface supérieure de la lame McMaster, facilitant leur observation et leur quantification au microscope (Gummez et al., 2021).

Les œufs d'helminthes ont été identifiés soit à l'état frais (en repérage), soit après concentration (montage d'une goutte du culot entre lame et lamelle) (OMS, 2013).

Si l'espèce ne peut pas être identifiée, nous sommes contents de l'identifier par le genre. Le comptage général ne prend pas en compte les œufs de strongles en raison de leur diversité d'origines (animales, nématodes du sol, lavage des végétaux contaminés, etc.) et des difficultés rencontrées pour les identifier (Guemmaz, 2023).

On peut calculer la quantité totale d'œufs d'helminthes par litre (N) dans deux litres d'eau usée analysée en utilisant la formule suivante :

$$N = \frac{A \cdot X}{P \cdot V}$$

Avec :

A : Nombre d'œufs comptés sur la lame de Mac Master ou moyenne des nombres trouvés dans 2 ou 3 lames .

X: Volume du produit final (ml).

P : Contenance de la lame de Mac Master (0,3 ml).

V : Volume de l'échantillon initial d'eau usée à analyser .

Chapitre 4

Résultat et Discussion

4.1. Caractérisation qualitative de la charge parasitaire des eaux usées de la ville de Biskra

Après avoir examiné les paramètres parasitaires des eaux usées de la ville de Biskra pendant une période de six mois. Les résultats obtenus seront interprétés pour évaluer la quantité d'helminthes qui peut se trouver dans les divers sites. Le tableau présente les résultats de l'analyse parasitologique des eaux usées sur le site de rejets de la ville de Biskra (Oued Biskra).

Tableau 1. Les helminthes parasites contenus dans les eaux usées de site de rejets de la ville de Biskra (Oued Biskra)

Classes	Especies	Oued Biskra
Enoplea	<i>Trichuris</i> spp	+
Chromadorea	<i>Ascaris</i> spp	+
	<i>Enterobius</i> vermicularis	+
	<i>Ankylostome</i> spp	+
	<i>Nematodirus</i> spp	+
Secernentea	<i>Stroglyoides</i> spp	+
Cestoda	<i>Hymenolepis</i> nana	+
	<i>Moniezia</i> expansa	+
	<i>Taenia</i> spp	+
Rbhabdtophora	<i>Fasciola</i> hépatica	+

(+) Présent, (-) Absent

L'analyse des eaux usées rejetées dans l'Oued Biskra a permis d'identifier la présence d'œufs appartenant à cinq groupes distincts d'helminthes parasites, à savoir les *Enoplea*, les *Chromadorea*, les *Secernentea*, les *Cestodes* et les *Rhabditiphora*. Parmi ces groupes, les *Chromadorea* présentaient la plus grande diversité avec quatre espèces différentes recensées, suivis par les *Cestodes* avec trois espèces identifiées. En revanche, une seule espèce a été détectée pour chacun des groupes *Enoplea*, *Secernentea* et *Rhabditiphora* dans les échantillons d'eaux usées de ce site de rejet.

4.2. Caractérisation quantitative de la charge parasitaire des eaux usées de la ville de Biskra

4.2.1. Étude par groupes d'helminthes

Les concentrations moyennes d'œufs d'helminthes présents dans les eaux usées rejetées par l'exutoires de la ville de Biskra, l'Oued Biskra, sont représentées graphiquement dans la figure 24.

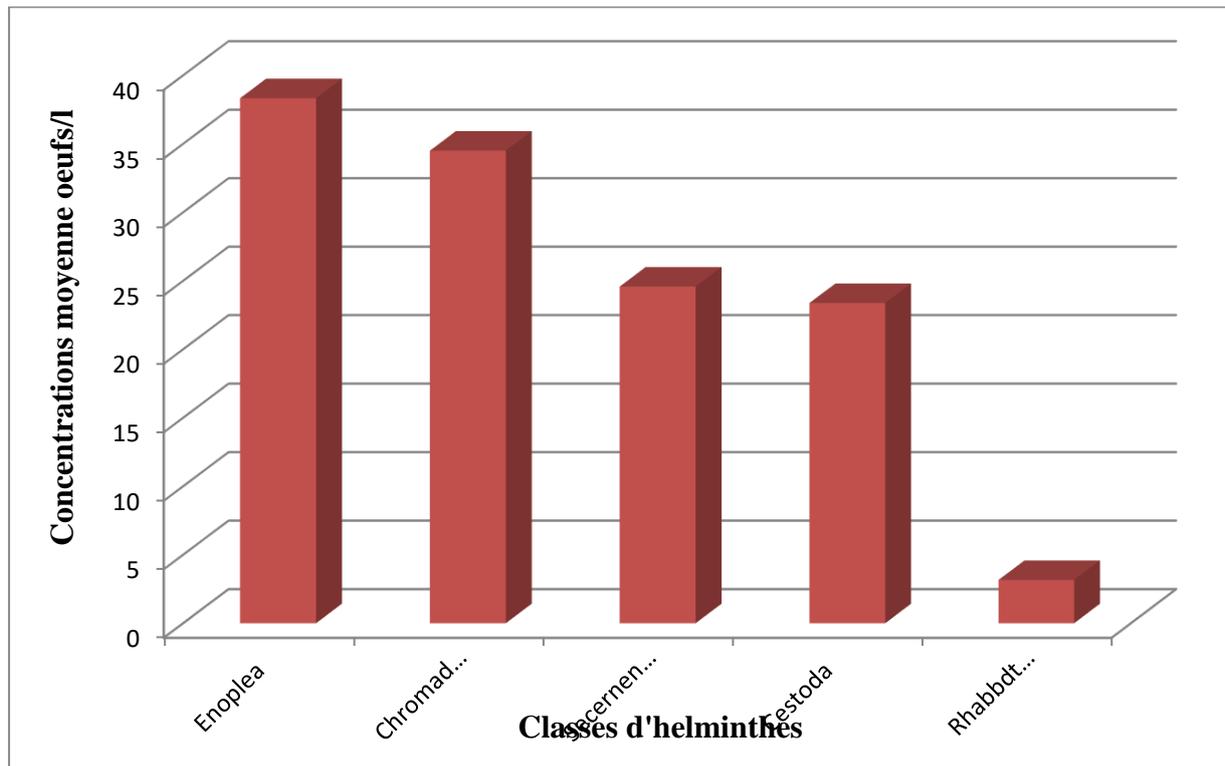


Figure 24. Répartition de la concentration moyenne d'œufs d'helminthes (classes) dans les eaux usées brutes de site de rejet de la ville de Biskra(Oued Biskra).

Les résultats du suivi parasitologique des effluents rejetés dans l'Oued Biskra ont démontré une contamination par des œufs d'helminthes à une concentration moyenne de 24,79 œufs/L. Cette charge parasitaire était composée d'œufs provenant de cinq classes différentes, avec des niveaux moyens respectifs de (38,33), (34,50), (24,58), (23,38) et 3,16 œufs/L pour les *Enoplea*, *Secernentea*, *Chromadoreia*, *Cestodes* et *Rhabditophora*.

4.2.2. Variation saisonnière

Pour évaluer l'influence des saisons sur la charge parasitaire, nous avons défini les "mois à dominance froide" comme étant de janvier à mars, et les "mois à dominance chaude" d'avril à juin. La figure 25 illustre les variations temporelles des concentrations d'œufs d'helminthes observées dans les effluents rejetés dans l'Oued Biskra au cours de cette étude.

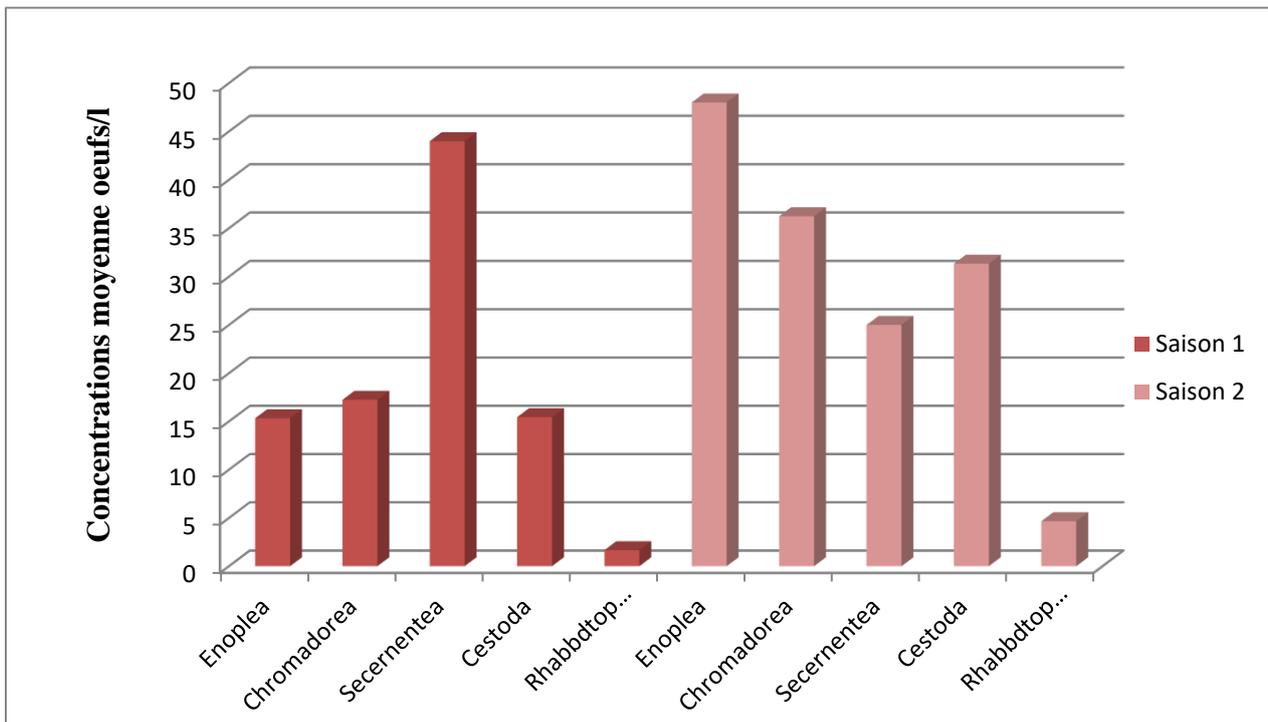


Figure 25. Variation saisonnière de la charge parasitaire des eaux usées du site de rejet (Oued Biskra).

Durant la période des mois froids, la concentration moyenne d'œufs de *Chromadorea* était de 17,24 œufs/L. Cependant, au cours des mois chauds, cette concentration a augmenté à 36,24 œufs/L. En ce qui concerne les œufs de *Cestodes*, leur concentration était de 15,44 œufs/L pendant la période froide, tandis qu'elle s'est élevée à 31,33 œufs/L durant la période chaude. Pour le groupe des *Rhabditophores*, des concentrations très faibles ont été détectées, avec respectivement 1,66 œuf/L pendant les mois froids et 4,66 œufs/L pendant les mois chauds. Quant aux *Secernentea* et aux *Enoplea*, leurs concentrations respectives étaient de 44 œufs/L et 15,33 œufs/L pour les mois froids, et de 25 œufs/L et 48 œufs/L pour les mois chauds.

4.2.3. Étude par espèces d'helminthes

La figure 26 présente les variations des concentrations moyennes en œufs d'helminthes détectées dans les eaux usées rejetées par la ville de Biskra dans l'Oued Biskra.

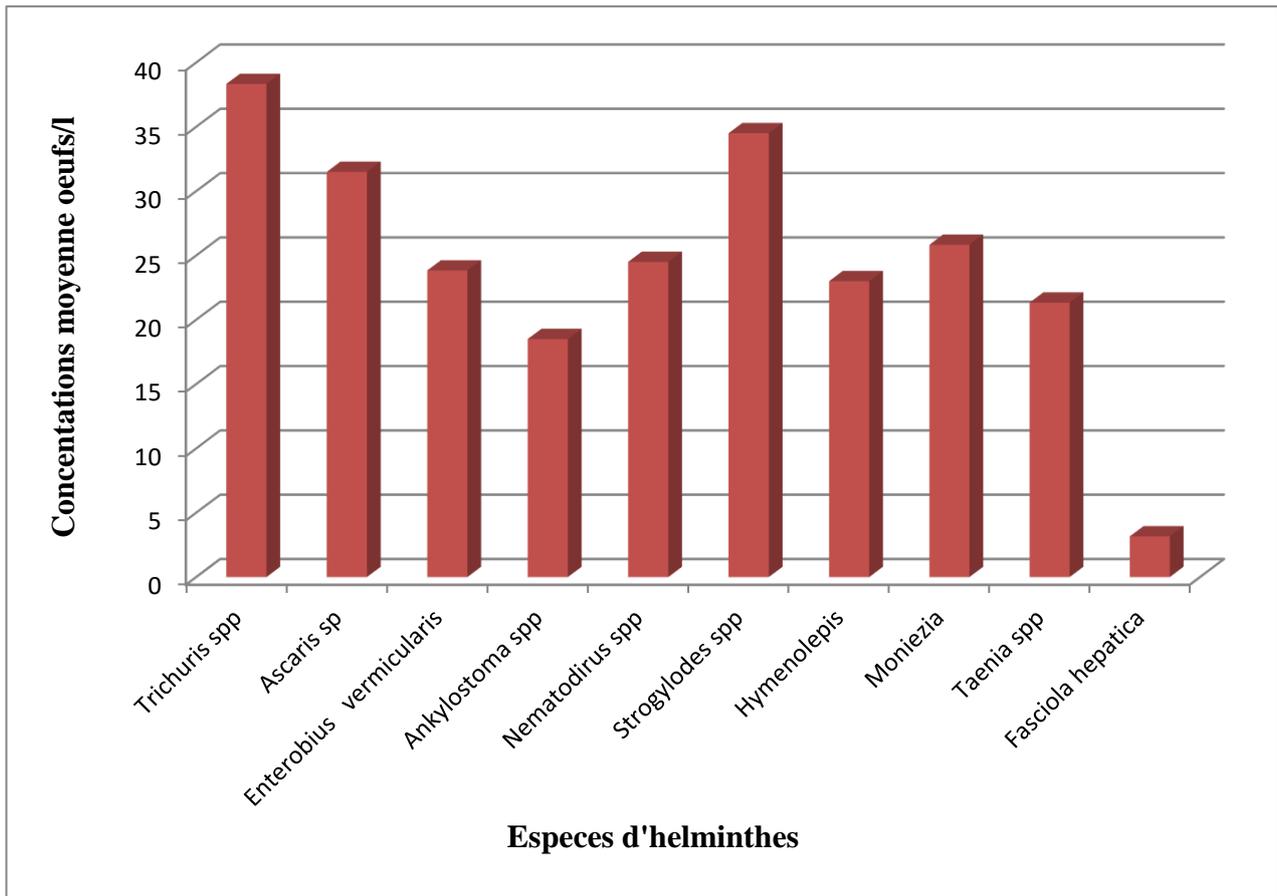


Figure 26. Répartition de la concentration moyenne d'œufs d'helminthes (espèces) dans les eaux usées brutes de de rejet de la ville de Biskra (Oued Biskra).

Les analyses des eaux usées rejetées dans l'Oued Biskra par la ville de Biskra ont révélé des concentrations importantes d'œufs d'helminthes, représentées par cinq classes différentes. Pour la classe des *Chromadorea*, comportant quatre espèces, les concentrations moyennes d'œufs par litre étaient les suivantes : *Ascaris spp* 31,50 œufs/L, *Enterobius vermicularis* 23,83 œufs/L, *Ankylostoma spp* 18,50 œufs/L et *Nematodiru ssp.* 24,50 œufs/L. Concernant les Cestodes, les concentrations moyennes détectées étaient de 23 œufs/L pour *Hymenolepis nana*, 25,83 œufs/L pour *Moniezia expansa* et 21,33 œufs/L pour *Taenia sp.* Une concentration très faible d'œufs de Rhabditophores a été observée, représentée par une seule espèce, *Fasciola hepatica*, avec 3,16 œufs/L. Enfin, pour les *Secernentea* et les *Enoplea*, les concentrations moyennes respectives étaient de 34,50 œufs/L pour *Strongyloides spp* et 38,33 œufs/L pour *Trichuris spp.*

4.3. Discussion

Les analyses parasitologiques effectuées sur les eaux usées rejetées à Biskra ont révélé des niveaux de contamination préoccupants, avec une concentration moyenne de 24,79 œufs d'helminthes par litre. Bien que cette charge soit modérée en comparaison avec certaines régions très impactées comme le Brésil, où l'on a détecté 1490 œufs/L, elle demeure élevée par rapport à des villes européennes telles que Nancy en France, avec seulement 8 œufs/L. L'analyse qualitative a permis d'identifier la présence de cinq groupes d'helminthes dans les échantillons : *Enoplea*, *Chromadorea*, *Secernentea*, *Cestoda* et *Rhabditiphora*. Le groupe *Enoplea* présentait une nette prédominance par rapport aux autres, tandis que le groupe *Rhabditiphora* affichait une concentration très faible, quasi nulle.

Les principales espèces de parasites helminthiques isolées des eaux usées de la ville de Biskra sont *Trichuris sp.*, *Enterobius vermicularis*, *Nematodirus sp.*, *Ankylostoma sp.*, *Strongyloides sp.*, *Taenia sp.*, *Hymenolepis nana*, *Moniezia sp.* et *Fasciola hepatica*, avec une prédominance d'*Ascaris sp.* Selon (Saswat et al., 2012) L'abondance élevée d'*Ascaris sp.* s'explique principalement par leur capacité de reproduction rapide et leur résistance dans divers environnements. De plus, les conditions favorables telles qu'une humidité élevée et la présence de matière organique peuvent également contribuer à leur prolifération, comme cela a été rapporté ailleurs en Tunisie (Ayed et al., 2009), au Sénégal (Akpo et al., 2013) et au Maroc (El Guamri et al., 2006). La diversité parasitaire rapportée par d'autres études suggère que les sources de contamination sont d'origine humaine et animale (Morand et Lajaunie 2017, El Fels et al. 2019). Cette étude a également mis en évidence les variations saisonnières qualitatives et quantitatives des œufs d'helminthes dans l'oued Biskra. Les taux d'infection par les parasites helminthiques sont généralement plus élevés pendant les périodes chaudes et diminuent pendant les périodes froides, en raison des conditions environnementales favorables au maintien et à la propagation de ces parasites (Morand et Lajaunie 2017, El Fels et al. 2019). Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS, 2013), Des températures plus chaudes, une humidité élevée, un taux d'oxygène supérieur et un rayonnement solaire favorable peuvent accélérer la maturation des vers parasites . À l'inverse, des températures plus fraîches peuvent réduire leur prévalence. Cette observation est corroborée par des études comme celle menée par Bonfá et al. en 2018, qui a confirmé une corrélation entre les variations saisonnières et les taux d'infection par des vers parasites. Cela souligne l'importance de prendre en compte les changements saisonniers dans la prévention et le contrôle de ces infections. Par exemple, pour des espèces comme *Secernentea* et *Enoplea*,

une tendance inverse a été observée avec des nombres plus élevés pendant les mois froids (44 œufs/litre et 15,33 œufs/litre) par rapport aux mois plus chauds (25 œufs/litre et 48 œufs/litre).

Globalement, les variations saisonnières et la diversité des helminthes témoignent des différentes sources de contamination (humaine et animale) qui influencent les rejets d'eaux usées, comme expliqué dans le document concernant la ville de Biskra. Il est donc essentiel de surveiller ces variations temporelles pour mieux comprendre la dynamique des contaminations par les helminthes et évaluer les risques sanitaires liés à la réutilisation de ces eaux usées.

Conclusion

Conclusion

En conclusion, cette étude met en évidence le niveau préoccupant de contamination parasitologique des eaux usées brutes de la ville de Biskra, avec une charge moyenne de 24,79 œufs d'helminthes par litre, un chiffre qui dépasse largement les normes recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé. L'analyse qualitative a identifié cinq groupes majeurs d'helminthes, notamment *Enoplea*, *Chromadorea*, *Secernentea*, *Cestoda* et *Rhabditiphora*, ce dernier étant le moins représenté. Parmi les espèces les plus fréquentes figurent *Trichuris sp*, *Ascaris sp*, *Enterobius vermicularis* et *Taenia sp*. Ces résultats révèlent une grande diversité parasitaire, illustrant les différentes origines de contamination, tant humaines qu'animales, affectant les rejets d'eaux usées. Les analyses ont également mis en lumière des variations saisonnières, avec des concentrations parasitaires globalement plus élevées durant les mois chauds, probablement en raison de conditions environnementales favorisant la multiplication des helminthes. Cette dynamique temporelle souligne l'importance d'un suivi régulier pour comprendre pleinement les fluctuations de la contamination helminthique et leurs implications sanitaires.

La réutilisation courante des eaux usées pour l'irrigation dans une région aride comme Biskra accentue l'urgence de mettre en place des mesures de contrôle et de traitement adéquates pour ces eaux. La gestion durable des ressources en eau, intégrant une surveillance rigoureuse et des pratiques d'assainissement améliorées, est cruciale pour limiter les risques sanitaires et environnementaux liés à la présence de parasites helminthiques. En somme, cette étude appelle à des actions concrètes pour protéger la santé publique et assurer une utilisation sécurisée des eaux usées dans le contexte de pénurie hydrique.

Les références bibliographiques

Les références bibliographiques

- ✓ Agence nationale l'aménagement du territoire .2002. Schéma directeur des ressources en eau (Wilaya de Biskra), Phase préliminaire :100.
- ✓ Agence nationale l'aménagement du territoire .2015. Schéma directeur des ressources en eau (wilaya de Biskra), Dossier pollution des eaux :100.
- ✓ Akram H.E.,Al-Warid H.S.2023. Evaluation of hematological factors and micronutrients among children infected with Enterobius vermicularis. Iraqi Journal of Science, 1625-1634.
- ✓ Andrianasolo M. W. 2018. Situation des helminthoses gastro-intestinales felines dans le cinquième arrondissement de la commune urbaine d'antananarivo. Thèse de Doctorat d'état, Université d'Antananarivo, 4p.
- ✓ ANOFEL.2016.Campus de Parasitologie-Mycologie - Association Française des Enseignants de Parasitologie et Mycologie. Ascaridiose. 5 p.
- ✓ ANRH .2014 .National hydraulic research agency. Algeria.
- ✓ Asano T. 1998. Wastewater reclamation and reuse, vol.10, Water quality management library.1528p.
- ✓ Asano T. 1998. wasterwater reclamation and reuse, water quality management library.1475p.
- ✓ Auguste A. F.T. 2018. Contribution à l'étude de la dégradation de trois produits pharmaceutiques (l'amoxicilline, le ceftriaxone et le télébrix) par les méthodes chimique et électrochimique d'oxydation avancée : Application au traitement des eaux usées du CHU de Treichville. Thèse de Doctorat d'état, Université Felixhouphou et Boigny. 9-15p.
- ✓ Ballais J.L. 2010. Des oueds mythiques aux rivières artificielles, l'hydrographie du bas Sahara Algérien. Physio-Géographie, physique et environnement, journal,vol 4,107-127.
- ✓ Bekkari A. 1994. Les Ziban: Dynamisme et diversité (Doctoral dissertation, Thèse DEA. Inst. Nat. De formation supérieur en agronomie saharienne. Ouargla).
- ✓ Bekkouche A. 2007. Etude Ethnobotanique et Chimique d'une Plante Médicinale Xanthiumstrumarium. Memoire magister, Universite badjimokhtar ,Annaba,73p.
- ✓ Benameur N. 2018. Analyse des indicateurs de pollution biologique dans les rejets des eaux usées civiles de la ville de Biskra.Thèse de doctorat, Université Mohamed Khaider Biskra, Algeria,141p.

- ✓ Benkhaled A., Bouziane M. T., Achour B. 2008. Detecting trends in annual discharge and precipitation in the chottMelghir basin in southeastern. Algeria. Larhyss Journal, vol 7: 103-119.
- ✓ Bolanos D. M. 2008. Comparative embryology and muscle development of polyclad flatworms (Platyhelminthes: Rhabditophora). thèse de doctorat, University of New Hampshire, 178p.
- ✓ Boughrara A et Lacaze B. 2009. Etude préliminaire des images Landsat et Alsat pour le suivi des mutations agraires des Ziban (extrême Nord-est du Sahara algérien) de 1973 à 2007. Journées d'animations scientifiques. J.A.S 9. Alger. 6p.
- ✓ Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides CRSTRA. 2022, 2023 .biskra.
- ✓ Chabour N, 2008 . Hydrogéologie du domaine de transition entre l'Atlas saharien et la plateforme saharienne à l'Est de l'Algérie. Thèse de doctorat d'état de l'Université mentouri. 176p.
- ✓ Chebbah M. 2007. Lithostratigraphie, Sédimentologie et modèles des Bassins des dépôts néogènes de la région de Biskra, de part et d'autre de l'accident Sud Atlasique (Ziban, Algérie). Thèse de doctorat, Université de Mentouri Constantine, Algeria, 412p.
- ✓ Cyrille A. D. J. Y. (2022). Parasitoses intestinales et urinaires en Côte d'Ivoire: données de prévalence dans différentes régions. Thèse de doctorat, université mohammed v de rabat. 97p.
- ✓ Dardel R. 2020. Suivi longitudinal des helminthes intestinaux d'une communauté de bonobos (*Pan paniscus*). Thèse de Doctorat d'état, l'Université Paul-Sabatier de Toulouse, France, 104p .
- ✓ Deepak D.G., Dinesh G., Jagat S.K., Siddharth D. 2020. Therapeutic management of *Moniezia expansa* infection in Murrah calves, Vol 9(2). The Pharma Innovation Journal, 34-36p.
- ✓ Deghiche Diab N., Deghiche T. 2022. New record and Check list of arthropods from oasis ecosystems in Algeria. *Studia universitatis Babeş, Biologia*. 31(15): 9-26.
- ✓ Djebaili S. 1970. Etude phyto-écologique des parcours de Tadmit. *Bulletin de la Société d'histoire naturelle de l'Afrique du nord* 61: 175-226.
- ✓ D.G.F. 2006 . Direction des forêts. Données sur la région de Biskra. Ben Aknoun. 177p.
- ✓ Dimitri X, Jean T. 2008 . Les techniques d'épuration des eaux usées- à faibles coûts , p467.

- ✓ Dufour B., Bailly M., Maicher C. 2017. La paléoparasitologie Mieux comprendre la vie de nos ancêtres grâce à leurs parasites. *Archéozoologies* (148) : 45-49.
- ✓ Dubost D., Larbi Y. 1998. Mutations agricoles dans les oasis algériennes, l'exemple des Ziban, vol 9(2). *Sécheresse*, 103-110.
- ✓ Duvivier L. 2006. Traitement des eaux de refroidissement. Edition TEC, DOC, p 194.
- ✓ FAO. 2003. l'irrigation avec des eaux usées traités: manuel d'utilisation. *Fao Irrigation and Drainage paper*, 65p.
- ✓ Falizi N.J., Hacifazlioglu M.C., Parlar I., Kabay N., Pek T.Ö., Yüksel M. 2018. Evaluation of MBR treated industrial wastewater quality before and after desalination by NF and RO processes for agricultural reuse, vol 22, *Journal of water Process Eng*, 103–108 p.
- ✓ Fernandez Holguín C., Canales Rojas E., Gutierrez C., Valencia E. 2023. *Fasciola hepatica* in preschoolers of a town in a high Andean region of Peru, 81-85.
- ✓ Fournier A. 2020. Etude de la résistance aux anthelminthiques des nématodes gastro-intestinaux chez le mouton en Walloni, 49p..
- ✓ Gashaye D. 2020. Wastewater-irrigated urban vegetable farming in Ethiopia: A review on their potential contamination and health effects. *Cogent Food & Agriculture*, 6(1) : 1772629.
- ✓ Golvan Y.J. 1983. *Eléments de parasitologie médicale*. 4ème édition, Flammarion-France, 188p.
- ✓ Guemmaz F. 2023. Impact de la réutilisation des eaux usées brutes de la ville de Biskra sur l'homme et l'environnement. Thèse de doctorat. Université de Sétif. 90p.
- ✓ Guemmaz F., Neffar S., Chenchouni H. 2019. Physicochemical and bacteriological quality of surface water resources receiving common wastewater effluents in drylands of Algeria. *Water Resources in Algeria-Part II: Water Quality, Treatment, Protection and Development*, 117-148p.
- ✓ Hannachi S., Bekkari A. 1994. *Les Ziban: Dynamisme et diversité* (Doctoral dissertation, Thèse DEA. Inst. Nat. De formation supérieur en agronomie saharienne. Ouargla).
- ✓ Idrissi Y. A., Mansouri D., El Yemli A., Kherrati Imane., Berrid N., Ghachoui E. H., Hussein A.k., El Kharrim K., Belghyti D. 2020. Parasitological assessment of the purifying performance of the wastewater station by natural lagoon of Azilal, Morocco. *Parasitologie* 24(3) : 299-309.

- ✓ Jacquemin J.L., 1980: Parasitologie clinique, 3e me édition, Vol. 1),Paris-New York,273 p.
- ✓ Justine J.L. 2003. Les Plathelminthes. Encyclopédie Clartés. (8)4270-4278 p.
- ✓ Kaabache M .1990. Les groupements végétaux de la région de Bou Saada. Algérie. Essai de synthèse sur la végétation du Maghreb, Thèse de doctorat. Université de Paris. 134p.
- ✓ Khachai S. 2001. Contribution à l'étude du comportement hydro physiques des soles des périmètres de ITDAS, plaine de l'Outaya.Thèse de doctorat, Institut d'agronomie de Batna. Algeria.103p.
- ✓ Khengaoui, K. 2017. Étude de l'effet de la salinité des eaux usées sur le processus de la filtration lente sur sables .Thèse de doctorat,Université kasdi merbah ouargla. 124p.
- ✓ Khuroo M.S. 1996. Ascariasis. Gastroenterol.Clinics of North America, 25(3), 553-577.
- ✓ Klotz F., Debonne J.M.1998.Parasitoses intestinales. In :Debonne J.M. Bernard J.P. édeds. chirurgie digestive, maladies systémiques. Collection Inter. Med. Paris, 13-28.
- ✓ Kostyla C., Bain R., Cronk R ., Bartram J .2015. Seasonal variation of fecal contamination in drinking water sources in developing countries: a systematic review. Science of the Total Environment 514: 333–343.
- ✓ Leclere H ., Mosseld A.A ., Emier J.J. 1989. Microbiologie le tube digestif l'eau et les aliments, ED Doin.529p.
- ✓ Lu Y., Song R., Wang Z., Liu J .,Men A. J., Sweetman A., Jenkins R. C., Ferrier H., Li W. 2015. Impacts of soil and water pollution on food safety and health risks in China. Environment international 77: 5-15.
- ✓ Maya C., Torner Morales F. J., Lucario E. S., Hernández E., Jiménez B. 2012. Viability of six species of larval and non-larval helminth eggs for different conditions of temperature, pH and dryness. Water research, 46(15), 4770-4782.
- ✓ Machrumnizar M., Devita A., Yuliana, Y., Tan S. 2022. Application of ZiehlNeelsen Staining Method for Taenia spp. EggsDifferentiation. Iranian Journal of Parasitology, 17(3), 332p.
- ✓ Mebarki A. 2007. Les bassins hydrologiques de l'Algérie orientale, ressources en eau, aménagement et environnement .Thèse de doctorat ,Université de Constantine, Algérie.112-115.

- ✓ Merouani H. 2012. Étude pédologique des sols des régions montagneuses du nord-ouest algérien : cas du parc national de Tlemcen. Thèse de doctorat, Université Abou BekrBelkaid, Tlemcen, Algérie.66p.
- ✓ Messrouk H. 2017. Caractérisation physico-chimique et étude de l'évolution spatiotemporelle de quelques polluants organique dans les points de rejets d'eau usées de la région de Ouargla, et contribution à la mise en place d'un protocole de leur traitement ,Thèse de doctorat , Université Ouargla, Faculté des Mathématiques et des Sciences de la Matière .137p.
- ✓ Mostephaoui T. 2015. les sols gypseux : Localisation et relation avec le milieu physique. Thèse Doctorat, Université de Batna, 240p.
- ✓ Nadji H., Gali B. 1992. Etude de faisabilité de transfert des eaux d'Oued Abdi vers le Barrage Foum El Guerza. Mémoire de Fin d'études. Université de Biskra. Algérie.51p.
- ✓ Nicolas x., Chevalier B., Simon F. et KLOTZ F. 2002. Traitement des parasitoses intestinales (amibiase et mycoses exclues). Maladies infectieuses 8-518-A-15, 14 p.
- ✓ Office National de Météorologie (O. N. M., 2023. Données climatiques de la wilaya de Biskra.
- ✓ Owhonda I. C. 2023. Phylum Nematoda. AEB 141 - Invertebrate Biology. 15p.
- ✓ Ould Baba S.y. M. 2005. Recharge et paléo recharge du système aquifère du Sahara Septentrional. Thèse de Doctorat, Université de Tunis El Manar, Tunis.Tunisi.261p.
- ✓ Quist-Jensen C.A., Macedonio F., Drioli E. 2015. Membrane technology for water production in agriculture : Desalination and wastewater reuse. Desalination 364, 17–32. doi : 10.1016.
- ✓ Rouahna H. 2007. Relation entre les nappes et la salinite dans les sols gypseux de la regionde Ain Ben Noui. Biskra. Université El Hadj Lakhdar. Algeria.89p.
- ✓ Schaechter M.G., Medoff B., Eisentein I. 1999. Microbiologie et pathologie infectieuse de Boeck, Bruxelles. 623p.
- ✓ Sheikh B., cooper, R.C .1999 .Hygienic evaluation of reclaimed water used to irrigate food crops -a case study.water science and Technology.40(4-5):261-267.
- ✓ Spicer W.J.2000.pratique chimique bactériologie: mycologie et pathologie infectieuse de Boeck, Bruxelles.78-83p .
- ✓ Wen Y., G. Schoups ., Van D., Giesen N .2017. Organic pollution of rivers: Combined threats of urbanization, livestock farming and global climate change. Scientific reports 7 (1): 1-9.

- ✓ Zdybel J., Karamon J., Dąbrowska J., Różycki M., Bilsk Zajac E., Kłapeć T., Cencek T. 2019. Parasitological contamination with eggs *Ascaris* spp., *Trichuris* spp. and *Toxocara* spp. of dehydrated municipal sewage sludge in Poland. *Environmental pollution*, 248, 621-626.
- ✓ Zograf J. K., Trebukhova Y. A., Yushin V. V., Yakovlev K. V. 2022. Analysis of major sperm proteins in two nematode species from two classes, *Enoplus brevis* (Enoplea, Enoplida) and *Panagrellus redivivus* (Chromadorea, Rhabditida), reveals similar localization, but less homology of protein sequences than expected for Nematoda phylum. *Organisms Diversity & Evolution*, 22(1), 117-130.
- ✓ Zouitni M. S. 2022. Prévalence des parasitoses intestinales chez une population originaire d'Afrique subsaharienne résidant au Maroc.

Annexes

Annexes

Annexe 1:Températures mensuelles moyennes, minimale et maximale à Biskra pour la période (2010-2022) (O.N. M, 2023)

Mois T	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
T°(Moy)	12.35	13.91	17.38	22.08	26.55	32.22	35.34	34.44	29.98	23.85	17.33	13.46
T°(Max)	17.98	19.68	22.92	27.96	32.53	35.54	38.72	37.61	35.65	29.55	22.68	18.79
T°(Min)	7.08	8.37	10.89	15.67	19.86	25.32	28.51	28.06	24.22	18.32	12.32	8.28

Annexe 2 :Précipitations mensuelles moyennes à Biskra pour la période (2010-2022) (O. N. M, 2023)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
P(mm)	7.93	4.37	14 .28	17.93	13.14	3.94	0.54	1.99	15.18	23.01	8.92	5.00

Annexe 3 :L'humidité (%) relative moyenne en pourcentage à Biskra durant la période (2010-2022) (O. N. M, 2023)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
H%	52.16	46.18	42.28	39.29	33.40	27.37	25.08	29.59	38.68	43.48	51.57	55.41

Annexe 4 :La vitesse moyenne des vents (m/s) à Biskra pour la période (2010-2022) (O. N. M, 2023)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
V(m/s)	3.30	3.46	4.30	4 .38	4.62	4.31	3.16	2.87	2.99	4.34	3.29	2.70

Résumés

ملخص

يمكن أن يكون استخدام مياه الصرف الصحي لأغراض مختلفة حلاً قابلاً للتطبيق في البلدان ذات الموارد المائية المحدودة ولكنه يشكل مخاطر صحية على الإنسان والحيوان. قمنا في هذه الدراسة بتقييم جودة مياه الصرف الصحي في بسكرة على مدى ستة أشهر، من يناير إلى يونيو 2019. للتحقق من مطابقتها لمعايير منظمة الصحة العالمية وباستخدام طريقة بيلنجر، الهدف من هذا العمل هو تحليل كمية الطفيليات من مياه الصرف الصحي في هذه المنطقة من خلال البحث على وجه التحديد عن بيض الديدان الطفيلية وكشفت التحاليل عن وجود تركيز عالي يصل إلى 24,79 بيضة لكل لتر، وهو ما يتجاوز المعايير ويشكل خطراً على الصحة العامة. ولذلك فمن الضروري تطوير الحلول، مثل تركيب محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي، وخاصة لاستخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة.

الكلمات المفتاحية: مياه الصرف الصحي، بيلنجر، الطفيليات، الديدان الطفيلية

Résumé

L'utilisation des eaux usées à diverses fins peut constituer une solution viable dans les pays aux ressources en eau limitées, mais elle présente des risques pour la santé des humains et des animaux. Dans cette étude, nous avons évalué la qualité des eaux usées de Biskra sur une période de six mois, de janvier à juin, pour vérifier leur conformité aux normes de l'Organisation Mondiale de la Santé grâce à la méthode Bellinger. Le but de ce travail est d'analyser la quantité de parasites issus des eaux usées de cette région en recherchant spécifiquement les œufs d'helminthes. L'analyse a révélé une concentration élevée de 27 œufs par litre, ce qui dépasse les normes et constitue une menace pour la santé publique. Il est donc nécessaire de développer des solutions, comme l'installation d'une station d'épuration, notamment pour l'utilisation des eaux usées en agriculture.

Mots clés: Les eaux usées•Bellinger•Les parasites•Les helminthes.

Abstract

Using wastewater for various purposes can be a viable solution in countries with limited water resources, but it poses health risks to humans and animals. In this study, we evaluated the quality of wastewater in Biskra over a period of six months, from January to June 2019, to verify its compliance with World Health Organization standards using the Bellinger method. The aim of this work is to analyze the amount of parasites from wastewater in this region by looking specifically for helminth eggs. Analysis revealed a high concentration of 27 eggs per liter, which exceeds standards and poses a threat to public health. It is therefore necessary to develop solutions, such as installing a wastewater treatment plant, especially for the use of wastewater in agriculture.

Key words: wastewater•Bellinger•parasites•helminths.