

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de La Recherche Scientifique

Université Mohamed-Seddik BenYahia –Jijel

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de l'Environnement
et des Sciences Agronomiques



كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم علوم المحيط والعلوم الفلاحية

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : **Master Académique**

Filière : **Hydrobiologie Marine et Continentale**

Option : **Écosystèmes Aquatiques**

Thème

**Comparaison de la qualité physico-chimique des eaux du Lac de
Béni Bélaid et du Marais d'El Kennar**

Membre de jury :

Présidente : Mme Benfridja L.

Examinatrice : Mme Habila S.

Encadrante : Mme Khaled-Khodja S.

Présenté par :

Melle Zekri Randa

Session : Juin 2020

Numéro d'ordre :.../...

Liste des figures

Figures	Pages
Figure 1. La diversité des zones humides	5
Figure 2. Atlas des 26 zones humides algériennes d'importance internationale	9
Figure 3. Localisation de la région de Jijel.	16
Figure 4. Carte de situation de l'éco complexe de zones humides de Jijel	19
Figure 5. Le lac de Béni Bélaid	20
Figure 6. Le marais d'El Kennar	22
Figure 7. Variations moyennes annuelles des températures des eaux du marais d'El Kennar	26
Figure 8. Variations moyennes annuelles du pH des eaux du marais d'El Kennar	26
Figure 9. Variations moyennes annuelles de la conductivité électrique des eaux du marais d'El Kennar	27
Figure 10. Variations moyennes annuelles en d'oxygène dissous des eaux du marais d'El Kennar	27
Figure 11. Variations moyennes annuelles en nitrates des eaux du marais d'El Kennar	28
Figure 12. Variations moyennes annuelles en orthophosphates des eaux du marais d'El Kennar	29
Figure 13. Variations moyennes annuelles des températures des eaux de Béni Bélaid	30
Figure 14. Variations moyennes annuelles du pH des eaux de Béni Bélaid	31
Figure 15. Variations moyennes annuelles de la conductivité électrique des eaux de Béni Bélaid	31
Figure 16. Variations moyennes annuelles de la turbidité des eaux de Béni Bélaid	32
Figure 17. Variations moyennes annuelles en ammonium des eaux de Béni Bélaid	32
Figure 18. Variations moyennes annuelles en nitrites des eaux de Béni Bélaid	33
Figure 19. Variations moyennes annuelles en nitrates des eaux de Béni Bélaid	33

Liste des tableaux

Tableaux	Pages
Tableau 1. Grille de la qualité des eaux superficielles établie par l'Agence des Bassins Hydrographiques algériens	14
Tableau 2. Les oueds qui constituent le réseau hydrographique de Jijel	17
Tableau 3. Moyennes mensuelles des températures (2006- 2016)	18
tableau 4. Moyennes mensuelles des précipitations (2006-2016)	18
Tableau 5. Moyennes mensuelles de l'humidité (2006-2016)	18
Tableau 6. Inventaire des espèces animales de la zone humide El Kennar	21
Tableau 7. Inventaire des espèces végétales de la zone humide d'El Kennar	21
Tableau 8. Description du marais d'El Kennar	22
Tableau 9. Inventaire des espèces animales de la zone humide El Kennar	23
Tableau 10. Inventaire des espèces végétales de la zone humide El Kennar	24
Tableau 11. Résultats physico-chimiques des eaux du marais d'El Kennar	25
Tableau 12. Résultats physico-chimiques des eaux du lac de Béni Bélaïd	30
Tableau 13. Comparaison de la qualité physico-chimique des eaux des deux sites	34

Liste des abréviations

Abréviations	Signification des termes
ABH	Agence de bassin hydrographique
A.N.R.H	Agence Nationale des Ressources Hydrauliques
ANDI	Agence nationale de développement et l'investissement
AFB	Agence Française pour la Biodiversité
Avr.	Avril
BNDR	Bureau National du Développement Rural
C°	Celsius
CE	Conductivité électrique
Cm	Centimètre
DGF	Direction général forêt
DBO	Demande biochimique en oxygène
DBO5	Demande biochimique en oxygène par 5
DCO	Demande chimique en oxygène
Déc.	Décembre
E	Est
Fig.	Figure
Fév.	Février
Jan	Janvier
Juil	Juillet
H ⁺	Hydrogène
ha	Hectare
Km ²	Kilomètre carré
Log	Logarithme
l/s	Litre par seconde
m	Mètre
Mm	Millimètre
mS/cm	Milliseconde par centimètre
mg/l	Milligramme par litre
Nov.	Novembre

N	Nord
NTU	Unité de Turbidité Néphélométrique
n°	Numéro
NO ₂ -	Nitrite
NO ₃ -	Nitrate
NH ₄	Ammoniac
NH ₄ ⁺	Ammonium
OFEFP	Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage
ONEMA	Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques
O.N.M	Office National de la Météorologie
OD	Oxygène dissous
Oct	Octobre
pH	Potentiel hydrogène
PO ₄ ³⁻	Orthophosphates
SAGE	Schéma d'aménagement et de gestion des eaux
SEQ- eau	Système d'évaluation de la qualité des cours d'eau
s/cm	siemens par centimètre
S	Seconde
Sept	Septembre
T°	Température
Tab	Tableau
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
μS/cm	Microseconde par centimètre
XX ^e	Vingtième siècle
%	Pourcentage

Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des figures	i
Liste des tableaux	ii
Liste des abréviations	iii
Introduction générale	1
Chapitre 1. Synthèse bibliographique	4
1. 1. Définition des zones humide	4
1. 2. Types des zones humides	4
1. 3. Fonctions éco systématiques et patrimoniales des zones humides	5
1.3.1. Fonction hydrologique	5
1.3.2. Fonctions biogéochimiques	6
1.3.3. Fonction écologiques	6
1.3.4. Fonction climatique	6
1.3.5. Valeur économique	6
1.3.6. Valeur patrimoines	7
1.4. Menaces des zones humides	7
1.5. La protection des zones humides	8
1.6. Les zones humides en Algérie	8
1.6.1. Principales menaces qui pèsent sur les zones humides algériennes	9
1.7. La pollution et zones humides	10
1.7.1. Types de pollution	11
- Pollution industrielle	11
- Pollution domestique	11
- Pollution agricole	11
- Eutrophisation des eaux	11
- Impacts d'eutrophisation des eaux	12
1.8. La qualité physicochimique des eaux	12
- Les paramètres physiques	12
- Température (T °C)	12
- Conductivité électrique (CE)	12
- La turbidité	13
- Les paramètres chimiques	13

- Le potentiel hydrogène (pH)	13
- L'oxygène dissous	13
- La demande biologique en oxygène (DBO)	13
- La demande chimique en oxygène (DCO)	13
- paramètres complémentaire	13
- Substances azotées	13
- Le phosphore	13
1.8.1. Évaluation de la qualité des eaux	14
Chapitre 2. Matériel & Méthodes	16
2.1. Présentation de la willaya de Jijel	16
2.1.1. Réseau hydrographique	16
2. 1.2. caractéristiques climatologique de la willaya de Jijel	17
- La température	18
- Précipitations	18
- L'humidité	18
- Le vent	19
2. 2. Présentation des zones d'études	19
2. 2.1. réserve naturelle de Béni Bélaïd	20
2.2.1.1 Ebauche géomorphologiques et hydrologiques	20
2.2.1.2 Biodiversités de la zone humide de Béni Bélaïd	20
2.2.2 Site d'El Kennar	21
2. 2. 2. 1. Approche hydrologique et géologique du marais	22
2.2.2.2 Biodiversité du marais d'El Kennar	23
Chapitre 3. Résultats et discussions	25
3. 1. Le marais d'El-Kennar	25
3. 1.1. La température (C°)	25
3. 1.2. Le potentiel hydrogène (pH)	26
3. 1.3. La conductivité électrique (CE)	26
3. 1.4. Oxygène dissous	27
3. 1.5. Nitrates (NO ₃ ⁻)	28
3. 1.6. Orthophosphates (PO ₄ ³⁻)	28
3. 2. Le lac de Béni Bélaïd	29
3. 2.1. La température (C°)	30
3. 2.2. Le potentiel hydrogène (pH)	30

3. 2.3. La conductivité électrique (CE)	31
3. 2.4. La turbidité	31
3. 2.5. Ammonium (NH ₄ ⁺)	32
3. 2.6. Nitrites (NO ₂ ⁻)	32
3. 2.7. Nitrates (NO ₃ ⁻)	33
3. 2.8. Orthophosphates (PO ₄ ³⁻)	34
3.3. Comparaison de la qualité des eaux du lac de Béni Bélaid et du marais d'El Kennar	34
Conclusion générale	35
Références bibliographiques	36

L'eau est un élément indispensable à la vie. Cette dernière a débuté, sur notre planète, dans l'eau où elle a évolué pendant trois milliards d'années avant de gagner la terre ferme.

L'eau constitue environ 70 % à 90 % de la composition des êtres vivants et la plupart des cellules baignent dans cette substance. En sus, elle recouvre les trois quart de la surface de la terre (Neil et *al.*, 2004).

Cette ressource naturelle nous est indispensable au quotidien, elle est utilisée à des fins domestiques, industrielles et agricole. Elle illustre au mieux les liens étroits qui existent entre l'homme et son environnement. L'homme consomme des quantités énormes de l'eau et en pollue la totalité. (Dajoz, 1982).

Ces dernières décennies, La qualité des eaux à travers le monde a connu une dégradation, sans précédent, suite à l'anthropisation. Les rejets d'eaux usées domestiques, les effluents industriels non contrôlés, la pollution de l'eau par l'utilisation intensive des produits phytosanitaires, ont eu pour conséquences la détérioration de la qualité physico-chimique de l'eau, qui est devenue impropre aux divers usages (potabilisation, abreuvement des bestiaux, baignade, etc.).

Les zones humides constituent de véritables réservoirs d'eau. Elles comptent parmi les écosystèmes aquatiques, les plus précieux, les plus fertiles et les plus productifs de la terre. Ils offrent d'immenses possibilités de développement durable et constituent des pools biologiques importants, riches en espèces floristiques et faunistiques remarquables (Ramsar, 1997).

Véritables infrastructures naturelles, elles offrent gratuitement, de multiples services tels que : la régulation des flux hydrologiques, la protection contre les inondations et les sécheresses, la recharge des nappes phréatiques et l'épuration de l'eau. Bien qu'elles ne couvrent qu'environ 1,5 % à 3 % de la surface de la Terre, les zones humides assurent 45% des services écologiques évalués (Coates, 2010).

De nos jours, les zones humides subissent une pression anthropique importante, à l'échelle internationale. Les cours d'eau reçoivent de nombreux rejets urbains, industriels et agricoles provenant d'innombrables sources. Ces effluents telluriques riches en nutriments, en matières organiques fermentescibles, en micropolluants minéraux toxiques (éléments traces métalliques), et en micropolluants organiques aussi dangereux (hydrocarbures aliphatiques polycycliques, polychlorobiphényles, pesticides, etc.) peuvent avoir des conséquences graves sur la qualité des

eaux (eutrophisation, pollution chimique, pollution biologique, etc.) et sur les organismes aquatiques (mort des espèces et la régression de la biodiversité) (UNESCO, 2017).

Drainées, asséchées, plantées, remblayées, poldérisées, les zones humides continentales et littorales ont subi de multiples dégradations, notamment au cours du XX^e siècle. Pourtant, ces zones humides, dont la perception a beaucoup évolué aux cours des siècles, de sauvages à contrôlées, de dégradées à protégées, remplissent de multiples fonctions indispensables à l'équilibre des territoires (protection du trait de côte, régulation des crues, atténuation du changement climatique, stockage et purification de l'eau, etc.). C'est bien souvent après leur disparition que l'homme se rend compte des services éco systémiques inestimables de ces milieux aquatiques (Gallet et *al.*, 2017).

Les enjeux liés aux zones humides sont aussi ceux de la biodiversité, particulièrement riche, qu'elles abritent. Flore vasculaire, bryophytes, entomofaune, micromammifères, avifaune, chaque groupe taxonomique y exprime sa diversité et ses spécificités. Cette diversité se retrouve dans celle des habitats naturels, des écosystèmes, regroupés sous le terme générique de « milieux humides » : tourbières, bas-marais, prairies humides, magno-cariçaies, landes humides, boisements humides... Tous ces écosystèmes ont un point commun – l'eau – mais présentent aussi des caractéristiques qui rendent chacun d'entre eux unique (Gallet et *al.*, 2017).

L'Algérie, de par sa configuration physique et la diversité de son climat est riche en zones humides, ressources des plus précieuses sur les plans de la diversité biologique et de la productivité naturelle (D.G.F., 2004). Toutefois, à l'instar de l'ensemble du Maghreb, elles sont menacées et font l'objet de perturbations parfois irréversibles (surpâturage, pollution, pêche) ; bien qu'une prise de conscience et une volonté de conservation soient observées ces dernières années (Rhazi et *al.*, 2006). À ce titre, les zones humides inscrites sur la liste Ramsar n'échappent pas à ce traitement et restent surexploitées et ne font l'objet d'aucune mesure de protection (Bouldjedri et *al.*, 2011).

À l'égard des régions à potentialités significatives des zones humides mondiales, l'Algérie suit des programmes quinquennaux de développement de ses patrimoines (terre-eau-air) visant l'utilisation, à bon escient, de ses ressources naturelles. Ainsi ces zones humides, selon les sites géographiques (vallée, plaine, coteau, montagne, désert, etc.), prennent des appellations d'étang, de lac, d'oasis, offrant des biotopes caractéristiques aux animaux et aux plantes. En Algérie, la découverte de ces aires hydro morphes ne cesse d'augmenter d'année en année. Les 42 zones humides algériennes d'importance internationale se répartissent sur tout le territoire (montagne, littorale, hauts plateaux et Sahara) (Tandjir, 2010). Nous citerons, particulièrement, deux sites situés du côté oriental de l'Algérie : la zone humide de Béni Bélaïd et le marais d'El Kennar, nommé également Ghedir Béni Hamza.

La zone humide de Béni Bélaid, située dans la wilaya de Jijel, a été inscrite sur la liste Ramsar, au cours de l'année 2003, comme zone humide d'importance internationale. Le site est composé d'un lac, d'un marais, d'une aulnaie et d'un oued côtier, d'eau douce. Elle occupe une superficie de 600 ha (Boumezbeur, 2004). Un nombre important d'espèces végétales rares et d'origines biogéographiques diverses (espèces méditerranéennes, espèces paléo tempérées, espèces tropicales, etc.) ainsi qu'une faune originale ont été recensées dans le site (Zouad, 2014).

Le marécage d'El-Kennar nommé aussi « Ghedir Béni Hamza » occupe une superficie de 36 ha. Eu égard à sa particularité, il a été proposé pour être classé comme site Ramsar. Situé dans la wilaya de Jijel, il assure différents services éco systémiques : c'est un refuge pour de nombreux oiseaux d'eau douce, il renferme beaucoup d'espèces végétales aquatiques (nénuphars, lentilles d'eau, etc.), il amortit les crues et ses eaux sont utilisées pour l'irrigation des cultures sous serre, qui sont omniprésentes dans le site (Derouiche et *al.*, 2019).

Dans un souci de conservation et de préservation des zones humides et *ipso facto* des ressources hydrologiques de la région, nous avons entrepris de présenter une synthèse de travaux antérieurs, se rapportant à l'évaluation de la qualité physico-chimique des eaux des sites de Béni Bélaid et d'El Kennar. Ces études nous permettront de suivre l'évolution de la qualité des eaux et l'effet de l'anthropisation, de plus en plus pesante, sur ces milieux limniques, menacés de disparition.

La présente étude est scindée en trois chapitres distincts : le premier chapitre est consacré à la synthèse bibliographique. Le second chapitre se rapporte aux matériels et méthodes utilisés. Le troisième chapitre expose et discute les résultats obtenus, durant les différentes campagnes. Pour finir, une conclusion générale et quelques perspectives futures seront apportées.

1. 1. Définition des zones humide

Les zones humides sont des régions où l'eau est le principal facteur déterminant l'environnement et la vie végétale et animale associée. On les trouve là où la nappe phréatique affleure ou est proche de la surface du sol, ou encore là où la terre est recouverte par des eaux peu profondes. La convention de Ramsar adopte une optique large pour définir les zones humides placées sous son égide. Selon le texte de la convention, les zones humides sont :

« des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres ».

1. 2. Types des zones humides (Figure 1)

D'après la convention Ramsar (2013), il existe généralement, cinq types principaux de zones humides :

- *Zones humides marines*, ce sont des zones côtières comprenant les lagunes côtières, les berges rocheuses et les récifs coralliens;
- *Zones humides estuariennes* comprennent les deltas, les marais cotidaux et les marécages à mangroves;
- *Zones humides lacustres* sont représentées par les lacs;
- *Zones humides riveraines*, qui bordent les rivières et les cours d'eau;
- *Zones humides palustres*, c'est-à-dire marécageuses, représentées par les marécages et les tourbières.

L'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA, intégré le 1er janvier 2017 à l'Agence Française pour la Biodiversité - AFB) propose une autre manière de classer les milieux humides. En fonction de leur origine, naturelle ou anthropique, et leur dominance en eau douce ou en eau salée, les milieux humides sont classés en trois catégories:

- *Les milieux humides continentaux* sont caractérisés par la présence d'eau essentiellement douce et sont situés à l'intérieur des terres. Ces derniers sont représentés, d'une part, par les milieux d'altitude ou de plaine (pas ou peu influencés par les cours d'eau) et d'autre part par les milieux associés aux réseaux hydrographiques. Nous citerons comme exemple : les marais, les mares naturelles, les tourbières, les prairies, les landes et les forêts humides.
- *Les milieux humides littoraux* sont localisés sur la bordure de la côte, caractérisés par la présence d'eau essentiellement salée ou saumâtre d'origine marine. Il s'agit des zones

estuariennes, des lagunes côtières, des étangs d'arrière dunes, des vasières et des mangroves.

- *Les milieux humides artificiels* sont les milieux façonnés par l'homme. Ils peuvent être aussi bien dominés par la présence d'eau douce que salée. Avec le temps et selon la gestion qui leur est appliquée, ils peuvent parfois acquérir tout ou une partie des caractéristiques des milieux humides d'origine naturelle. Il s'agit des marais mouillés et desséchés, des marais salants, des retenues d'eau (Barrailh, 2017).

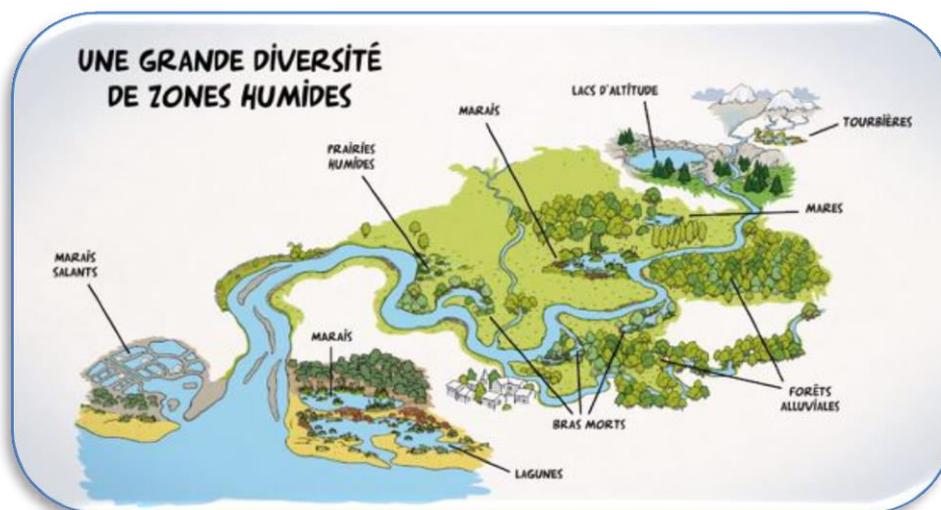


Figure 1. La diversité des zones humides (AERMEC, 2005)

1. 3. Fonctions éco systémiques et patrimoniales des zones humides

Les zones humides assurent aux humains d'innombrables services éco systémiques, économiques et patrimoniales, gratuitement. Ces derniers peuvent être résumés comme suit :

1. 3. 1. Fonctions hydrologiques

- Régulations naturelle des inondations : maîtrise des crues en stockant l'eau dans le sol ou à la surface, décharge des nappes, et protections contre les intrusions marines.
- Ralentissement des ruissellements et dissipation des forces érosives.
- Assure la recharge des nappes durant la période d'étiage (Cyril, 2016).
- Les eaux souterraines et les cours d'eau sont les sources majeures de l'eau utilisable pour les activités humaines.
- Dans les zones humides, les sols limoneux et les plantes abondantes fonctionnent comme des filtres qui retiennent de nombreuses substances toxiques dangereuses pour la vie (pesticides, micropolluants organiques et minéraux présents dans les eaux usées industrielles et urbaines, etc.) (Ophelia, 2018)

1. 3. 2. Fonctions biogéochimiques

- Rétentions et restitution des matières en suspension.
- Régulation et rétention des nutriments et des toxiques de diverses manières (interception, adsorption, et processus biogéochimiques).
- Stockage du carbone par accumulation des matières organiques (Cyril, 2016).

1. 3. 3. Fonctions écologiques

- Supports de la biodiversité, en tant qu'habitats, micro sites, zones de refuge, d'alimentation et de reproduction. Beaucoup de poissons fraient et grandissent dans les zones humides, d'où l'attrait que celles-ci exercent sur les pêcheurs.
- Les zones humides fournissent des roseaux et des herbes aux vanniers, des plantes médicinales et des fruits: des biens précieux pour les résidents.
- Les zones humides attirent aussi le tourisme, une des principales sources d'emplois pour les riverains.
- Contribution au maintien d'une hygrométrie plus stable (Barrailh et *al.*, 2017).
- Grâce à la grande quantité d'eau qu'elles contiennent et à leur végétation luxuriante, les lagunes et leurs zones humides périphériques, exhalent de l'air humide, ce qui refroidit naturellement et allège l'atmosphère environnante, en particulier dans les villes où l'air est extrêmement sec l'été.
- Véritables espaces verts au paysage apaisant, les zones humides en ville sont des lieux de loisirs et d'activités sportives pour les citadins (Ophelia, 2018).

1. 3. 4. Fonctions climatiques

- Régulation du climat à travers le stockage du carbone.
- Certaines zones humides font office de zones tampons pour atténuer la puissance des tempêtes, la force et la vitesse des vagues.
- Les zones humides stockent l'eau en période humide constituant ainsi des réserves d'eau en période d'étiage (Vaschalde, 2014).

1. 3. 5. Valeurs économiques

- L'alimentation en eau (quantité et qualité).
- Les pêcheries : plus des deux tiers de la pêche mondiale dépend de zones humides en bon état.
- L'agriculture, grâce au renouvellement des nappes phréatiques et à la rétention des matières nutritives dans les plaines d'inondation.
- Le bois d'œuvre et autres matériaux de construction.
- Les ressources énergétiques telles que la tourbe et la litière.
- La faune et la flore sauvages.

- Les zones humides recèlent un grand nombre de plantes médicinales, indispensables pour l'industrie pharmaceutique.
- Les zones humides constituent des aires de détente et de loisirs, qui peuvent constituer un investissement certain dans l'éco-tourisme (Ramsar, 2016).

1. 3. 6. Valeurs patrimoniales

Suite à leurs spécificités et leurs particularités, ces milieux humides occupent une place importante, non seulement dans le patrimoine culturel national, mais aussi dans celui de toute l'humanité. Ils sont étroitement liés à des croyances religieuses, rattachées à des valeurs spirituelles et cosmologiques. Ce sont des sources d'inspiration esthétique et artistique. Ils contiennent des vestiges archéologiques, qui sont de précieux témoins de notre lointain passé. Ils constituent de véritables sanctuaires pour les espèces sauvages et sont à la base d'importantes traditions sociales, économiques et culturelles locales (Ramsar, 2016).

1. 4. Les menaces pesantes sur les zones humides

Les zones humides sont parmi les milieux naturels les plus menacés. Les causes de dégradation sont multiples

- a. *Les aménagements hydrauliques* : la construction de barrages et les aménagements du lit des rivières entraînent la disparition des zones humides alluviales, la modification du niveau de la nappe alluviale, la perturbation du régime des eaux et du fonctionnement biologique du cours d'eau.
- b. *Les pratiques agricoles intensives*, nous pouvons citer entre autre :
 - Le drainage détruit des milliers d'hectares de prairies humides, remplacées souvent par du maïs, très demandeur d'eau, ou des plantations de peupliers.
 - Les pompages excessifs d'eau perturbent le fonctionnement hydraulique des zones humides en baissant le niveau de la nappe d'eau souterraine.
 - L'utilisation excessive des pesticides perturbe ou détruit la vie dans les zones humides.
 - Le remblaiement pour urbanisation, construction d'infrastructures, décharge de déchets sont les principales causes de destruction et de régression des zones humides.
 - Les routes, les autoroutes, voies ferrées perturbent considérablement le fonctionnement hydraulique et écologique des zones humides et dégradent le paysage. Ils sont aussi responsables de la pollution de ces milieux suite aux déversements d'hydrocarbures et le lessivage des chaussées.
- c. *Des activités préjudiciables*

- L'intensification de la pisciculture en eau douce et le développement aquacole en eau marine conduit à l'apport de fertilisants, de dés herbants et d'aliments qui perturbent le fonctionnement et la qualité biologique des milieux aquatiques et humides.
- L'extraction de tourbe, pour la production d'amendement, constitue un processus de destruction important des tourbières (Saifouni, 2009).

1. 5. Protection des zones humides

Avec une régression permanente des zones humides, à l'échelle internationale, leur protection devient l'enjeu de tous. L'amélioration des connaissances est indispensable pour mener à bien cette protection afin d'assurer la pérennité de ces milieux. Plusieurs actions d'intégration des zones humides dans la planification sont possibles telles que :

- La valorisation pouvant faire des zones humides des lieux de balades comme composante du cadre de vie des habitants.
- L'adaptation des aménagements afin de réduire l'impact sur les zones humides.
- La réflexion autour des futures zones à urbaniser afin d'éviter toute destruction de ces milieux fragiles (SAGE, 2016).
- Sensibiliser le public de l'importance des zones humides et la participation des parties prenantes à leur gestion pour le maintien du bien être humain
- Renforcer les dispositions juridiques et politiques nationales en faveur de la conservation de toutes les zones humides.
- Élaborer et appliquer des stratégies d'adaptation pour les zones humides côtières et intérieures afin d'atténuer les effets des changements climatiques.
- Renforcer l'application du Plan stratégique Ramsar et des orientations qui l'appuient pour réaliser l'utilisation rationnelle des zones humides, par les moyens suivants : « améliorer les inventaires nationaux des zones humides et le suivi de l'étendue des zones humides et accélérer l'inscription de Sites Ramsar et leur gestion durable » (OZHM, 2018).

1. 6. Les zones humides en Algérie

L'Algérie, de par la diversité de son climat et sa configuration physique originale, est riche en zones humides offrant des typologies spécifiques. Ainsi, dans la partie nord-est se rencontre de nombreux lacs d'eau douce, des marais, des ripisylves et des plaines d'inondation. Le nord-ouest et les hautes plaines steppiques sont caractérisés par des plans d'eau salée, tels que les chotts et les sebkhas. Le Sahara renferme les fameuses oasis et les dayates. Ces zones humides aussi importantes et riches soient-elles, ne sont pas à l'abri d'utilisations irrationnelles. En effet, elles sont privées de leur eau par des pompages excessifs et par la construction de barrages. Elles sont aussi complètement drainées au profit de l'agriculture (Gherzouli, 2013).

L'Algérie est riche en zones humides. Ces milieux font partie des ressources les plus précieuses sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle. En 2015, la Direction Générale des Forêts (DGF) a recensé 2375 zones humides apparentes. 2056 zones humides naturelles et 319 artificielles. 50 zones d'entre elles sont classées site Ramsar, d'importance internationale. Actuellement, plusieurs zones humides sont devenues le réceptacle à ciel ouvert de décharges sauvages, occupant une superficie de plus de 150 000 hectares et situées le plus souvent sur des terres agricoles ou le long des oueds (Zaafour, 2012). Ces rejets causent beaucoup de nuisances : la dégradation de la qualité des eaux souterraines et de surface, des sols, de l'atmosphère. En sus, ils présentent un risque certain pour la santé publique. Pour la gestion rationnelle de ces milieux précieux et si fragiles, il faut la contribution de tous en vue d'une gestion rationnelle, intégrée et durable (Boumezbeur, 2004).



Figure 2. Atlas des 26 zones humides algériennes d'importance internationale (DGF, 2002)

1. 6. 1. Principales menaces qui pèsent sur les zones humides algériennes

De nombreuses menaces pèsent sur les zones humides algériennes, que l'on continue de détruire. Privées de leurs eaux par des pompages excessifs ou par des constructions parfois irréfléchies de barrages, elles sont même complètement drainées au profit de l'agriculture. Récemment, le lac des oiseaux et le lac noir, d'El Kala, et le marais d'El Kennar ont fait l'objet de

tentatives d'assèchement. Le lac noir est resté à sec depuis de nombreuses années. Plusieurs zones humides sont le réceptacle à ciel ouvert des rejets d'eaux usées. Le marais de la Macta a été retenu comme réceptacle pour le dépôt des boues «non polluantes» (selon une récente étude d'impact) issues du désenvasement du barrage de Fergoug. Enfin, la Sebkhia d'Oran fait l'objet d'une «étude d'aménagement» pour être également le réceptacle, après traitement, des eaux usées de la ville d'Oran et des agglomérations environnantes (DGF, 2001).

Parmi les zones humides algériennes qui subissent les méfaits de l'anthropisation, nous citerons les zones humides de Béni Bélaïd et le marais d'El Kennar situés dans la wilaya de Jijel.

a) Site de Béni Bélaïd

La zone humide de Béni-Bélaïd, située à l'arrière du cordon dunaire et à l'embouchure de l'oued El-Kébir, a été classée comme site Ramsar en 2003 sur la base de trois critères :

- Le site est constitué d'un plan d'eau libre d'une superficie de 10 hectares, entouré d'une végétation lacustre composée de Tamarix, d'Aulne glutineux, de frêne de phragmites, de typha, d'une peupleraie âgée. au sein de laquelle coulent de nombreux ruisseaux avec un sous-bois constitué de *Nerium oleander* et de *Rubus ulmifolius*.
- Le cordon dunaire, qui sépare le lac de la mer, est recouvert d'une végétation inféodée à l'écosystème dunaire, d'une zone inondable qui s'assèche entièrement en été. Enfin,
- Un espace agricole qui occupe une faible superficie entre le lac et la zone inondable (Boumezbeur, 2003).

b) Site d'El Kennar

Le marécage d'El-Kennar encore nommé « Ghedir Beni Hamza » s'étend sur une superficie de 37 ha. Le marais est rattaché au bassin versant d'oued Nil. Son sous bassin versant est limité par une ligne de crête de Djebel Beni Hamza (279 m) et de Djebel Boutouil (117 m). L'eau du marécage représente la principale source d'irrigation des cultures sous serres, omniprésentes sur les rives du marais. Il constitue également, un refuge pour beaucoup d'espèces d'oiseaux d'eau douce. Son cortège floristique présente une diversité relativement importante (Drouiche et al., 2019).

1. 7. La pollution et les zones humides

Les rejets polluants présentent principalement trois origines distinctes : domestique, agricole et industrielle, avec ou sans traitement dans les stations d'épuration. Du fait de ces différentes sources d'effluents polluants, les composés susceptibles de parvenir au milieu naturel sont très variés (Genin et al., 1997).

1. 7. 1. Types de pollution

- *Pollution industrielle :*

Caractérisée par une très grande diversité. Selon le type d'activité concernée, les rejets peuvent être composés de matières organiques (industrie agroalimentaire), d'hydrocarbures (usines pétrolières), de matières radioactives ou encore de substances chimiques (métaux, acides, bases, micropolluants organiques de synthèse comme les pesticides, polychlorobiphényles, etc.) (Genin et *al.*, 1997).

- *Pollution domestique :*

Provient des habitations, et est généralement véhiculée par les réseaux d'assainissement. Elle est caractérisée par la présence dans l'eau de germes fécaux, des sels minéraux, de fortes teneurs en matières organiques et de détergents (Viala et Botta, 2005). Cette pollution urbaine est amplifiée par le ruissellement des eaux de pluie, qui entraînent vers l'exutoire final, c'est-à-dire vers les rivières, des quantités de matières en suspension, des hydrocarbures et des métaux toxiques (Miquel, 2003).

- *Pollution agricole :*

Constitue la première cause de pollution diffuse des ressources en eau. Parmi les polluants agricoles, on trouve les matières en suspension dans le cours d'eau, issues de l'érosion de particules du sol et du transfert de l'eau. Des nutriments, particulièrement, les produits azotés et phosphatés ainsi que les produits phytosanitaires (Pinheiro et Caussade, 1997).

- *L'eutrophisation des écosystèmes aquatiques :*

Est une succession de processus biologiques enclenchés en réponse à un apport excessif en nutriments. Elle se traduit par des réponses complexes de l'ensemble des écosystèmes aquatiques dulçaquicoles, saumâtres ou salées. Elle peut être progressive ou brutale. Les effets les plus notables sont des proliférations de producteurs primaires (plantes aquatiques, algues, cyanobactéries), des phénomènes de toxicité et d'anoxie (absence d'oxygène), des pertes de biodiversité (Pinay et *al.*, 2018).

L'eutrophisation est le «syndrome d'un écosystème aquatique associé à la surproduction de matières organiques induite par des apports anthropiques en phosphore et en azote». Le développement excessif de végétation (amas d'algues filamenteuses et efflorescences phytoplanctoniques) et un envasement progressif de la zone humide sont les manifestations les plus

visibles. L'eutrophisation engendre également un changement progressif de la composition végétale et la perte de la biodiversité (Breton et *al.*, 2019).

- *Conséquences de l'eutrophisation*

Dans une retenue d'eau eutrophe, on observera une augmentation de la biomasse algale ce qui diminue la transparence de l'eau. Il y aura également un envasement du plan d'eau dû à l'accumulation de la matière organique non dégradée sur le fond. Cette matière organique va subir des fermentations qui vont dégager une odeur putride. Le taux d'oxygène sera très faible et la biodiversité du plan d'eau va être très réduite. Beaucoup d'organismes supérieurs tels que les macrophytes, insectes, cnidaires, crustacés, mollusques, poissons... vont disparaître. En outre, certaines algues peuvent produire des toxines dangereuses pour la santé humaine. L'eutrophisation entraîne une dégradation du milieu aquatique et la mort biologique des plans d'eau (Ducrocq et Cancet, 2006).

1. 8. La qualité physico-chimique des eaux

Habituellement, le potentiel de pollution d'une eau est apprécié par une série d'analyses physico-chimiques. Ces dernières tentent de reproduire les modifications que cette eau sera susceptible d'apporter dans le milieu où elle sera rejetée. Ces mesures sont complétées par des analyses plus spécifiques concernant des composés, toujours présents et à l'origine des nuisances majeures, tels que le phosphore ou l'azote. Dans certains cas particuliers, des produits toxiques peuvent être recherchés. On notera que les paramètres généralement recherchés dans une eau usée, sont aussi ceux qui font l'objet des analyses dans une eau de rivière (Satin et *al.*, 2006).

La qualité physico-chimique de l'eau informe sur la localisation et l'évaluation d'un niveau de pollution, en fonction d'un ensemble de paramètres ou descripteurs. Basée sur des valeurs de références, elle s'apprécie à l'aide de plusieurs paramètres (Rodier et *al.*, 2009).

Il existe plusieurs descripteurs indicateurs des diverses pollutions, nous citerons entre autre :

▪ ***Les descripteurs physiques :***

- a. *La température* constitue une caractéristique physique importante, elle joue un rôle dans la solubilité des sels, surtout des gaz. Sa mesure est nécessaire pour apprécier la minéralisation et la conductivité de l'eau. Généralement, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air (Rodier et *al.*, 1997).
- b. *La conductivité électrique* d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm (Rodier et *al.*, 2005). Elle est également tributaire de la température de l'eau, et proportionnelle à la

minéralisation (Mens et Derouane, 2000). Elle permet d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. Ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain. L'unité de mesure de la conductivité est le $\mu\text{Siemens/cm}$ (Joel, 2003).

c. *La turbidité* d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales (argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc.). L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité (Rodier et al., 2009).

▪ **Les paramètres chimiques :**

a. Potentiel hydrogène (pH), ce paramètre donne le degré d'acidité ou d'alcalinité d'une eau. Le pH reflète la concentration d'une eau en ions H^+ et OH^- (Ramade, 2011).

b. *L'oxygène dissous* traduit la concentration de l'oxygène gazeux qui se trouve à l'état dissous dans une eau. L'oxygène dissous disponible est limité par sa solubilité. Il dépend aussi de la température (sa concentration maximale est de 9 mg/L à 20°C). Il décroît avec la température et la présence des polluants dans les cours d'eau. Une faible teneur en oxygène dissous est synonyme d'une forte charge polluante ou d'une température élevée de l'eau (Rodier et al., 2009).

c. *La demande biochimique en oxygène (DBO)* est la concentration en masse d'oxygène dissous, consommée pour l'oxydation par voie biochimique des matières organiques biodégradables contenues dans l'échantillon, dans les conditions de l'essai (Rodier et al., 2009).

d. *La demande chimique en oxygène (DCO)* est la concentration, exprimée en mg/L, d'oxygène équivalente à la quantité de dichromate consommée par les matières dissoutes et en suspension lorsqu'on traite un échantillon d'eau avec cet oxydant dans des conditions définies par la norme (Rejsek, 2002).

▪ **Les paramètres complémentaires**

a. *Les substances azotées* sont toxiques sous la forme nitrique (NO_2^-), ammoniacale (NH_4^+) et de nitrate (NO_3^-). Le paramètre NH_4^+ permet de limiter les usages des eaux en rivière. En effet au-dessus de 3 mg/L de NH_4^+ , il y a risque de mortalité des poissons. Il traduit aussi une consommation importante d'oxygène. Immédiatement en aval des foyers de pollution, on trouve souvent des teneurs en azote ammoniacal de l'ordre de 0,5 à 3 mg/L tandis que les teneurs en nitrites et en nitrates sont relativement faibles. Plus en aval, les teneurs en azote ammoniacal diminuent et celles des nitrites puis des nitrates augmentent (Rodier et al., 2009).

b. *Le phosphore* est un élément limitant pour la croissance et le développement des organismes dans le milieu aquatique. On mesure généralement 3 types de phosphore :

✓ Le phosphore particulaire, comprenant le phosphore organique et le phosphore inorganique.

- ✓ Le phosphore soluble constitué des polyphosphates, du phosphore colloïdal et des orthophosphates.
- ✓ Le phosphore total dissous, on estime qu'il y'a 90 % de phosphore particulaire et 10 % de phosphore soluble (Rodier et *al.*, 2009).

1. 8. 1. Évaluation de la qualité des eaux

La qualité des eaux correspond à un ensemble de critères physico-chimiques, qui définissent leur degré de pureté et par conséquent, leur aptitude aux divers usages (alimentaires, domestiques, agricoles ou industriels) ou leur degré de pollution (Ramade, 2002).

Il existe plusieurs grilles de qualité de l'eau avec des normes qui varient d'un pays à l'autre. La qualité de l'eau est généralement présentée par cinq classes, affectées d'un code couleur (Tableau 1)

Tableau 1. Grille de la qualité des eaux superficielles établie par l'Agence des Bassins Hydrographiques algériens (ABH, 2009)

Classe \ Paramètres	Unité	Très bon	Bon	Passable	Mauvaise	Très Mauvaise
O ₂ dissous	mg/l d'O ₂	>7	5 à 7	3 à 5	<3	0
DCO	mg/l d'O ₂	20	30	40	80	>80
DBO ₅	mg/l d'O ₂	3	6	10	25	>25
NH ₄ ⁺	mg/l	0.5	1.5	2.8	4	>4
NO ₃ ⁻	mg/l	2	10	25	50	>50
PO ₄ ³⁻	mg/l	0.1	0.5	1	2	>2
NO ₂ ⁻	mg/l	0.03	0.3	0.5	1	>1
Conductivité	µs/cm	180-2500	120- 3000	60-3500	0-4000	>4000

- **La classe 1** représente une eau d'excellente qualité, absence de pollution, couleur bleue ;
- **La classe 2** reflète une eau de bonne qualité, pollution modérée, couleur verte ;
- **La classe 3** représente une eau de qualité passable, présence d'une pollution nette, couleur jaune ;
- **La classe 4** représente une eau de qualité mauvaise, présence d'une pollution importante, couleur orange ;
- **La classe 5** reflète une eau de qualité très mauvaise, présence d'une pollution excessive, couleur rouge.

2. 1. Situation géographique et présentation de la wilaya de Jijel (Fig. 3)

Jijel est une région côtière, située au nord-est du pays, distante de 360 km de la capitale. Elle occupe une superficie de 2.396,63 km² et est composée de 11 daïras et 28 communes.

Elle est limitée au nord par la mer méditerranéenne, à l'Est par la wilaya de Skikda, à l'ouest par la wilaya de Béjaïa, au sud par la wilaya de Mila, au sud-ouest par la wilaya de Sétif.

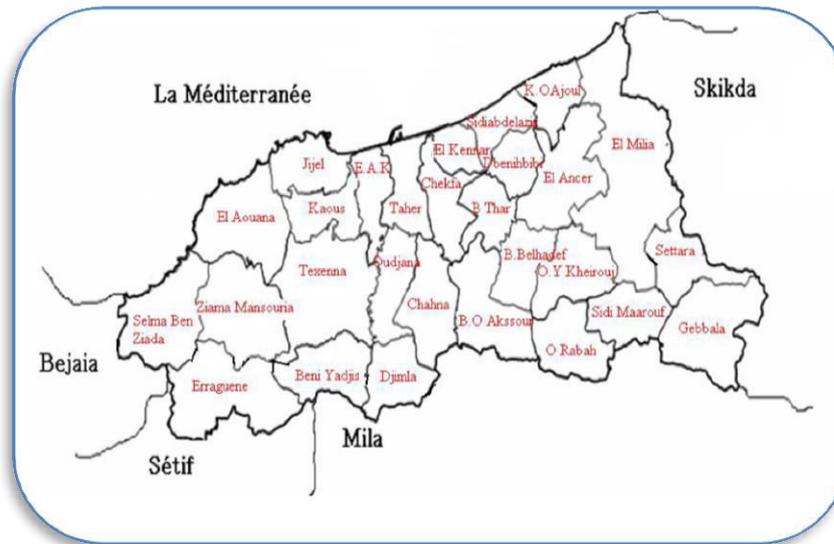


Figure 3. Localisation de la région de Jijel (B.N.D.R, 1997)

2. 1. 1. Réseau hydrographique

Avec une pluviométrie de (800 à 1200 mm/an), la wilaya de Jijel fait partie des régions les plus arrosées d'Algérie. Elle reçoit chaque année des apports d'eaux de pluie très importants, qui ruissellent généralement vers les principaux Oueds existants dans la région. En outre, elle recèle plusieurs nappes phréatiques, dont les plus importantes sont : la nappe d'Oued Nil, la nappe d'Oued El-Kebir, la nappe d'Oued Djen-Djen, la nappe d'Oued Kissir, et la nappe d'Oued Mencha. (ANDI, 2013)

Par conséquent, le réseau hydrographique de la Wilaya est très dense, de direction Sud- Nord, favorisant l'écoulement des lames d'eau précipitées qui se déversent généralement dans la mer.

Les plus importants oueds sont :

- L'oued Kebir-Rhumel : long de 8815 Km², il prend sa source à l'Est de la Wilaya de Sétif, parcourt la région d'El Milia, ensuite El Ancer pour déboucher dans le littoral.
- L'oued Djen Djen : prend sa source au Babord (Tamesquida) pour finir dans la mer.
- Les autres oueds situés du côté Est et du côté Ouest sont représentés dans le tableau 2.

Tableau 2. Les oueds qui constituent le réseau hydrographique de Jijel (Côtés Est et Ouest) (A. N. R. H : Agence Nationale des Ressources Hydriques, 2017)

Côté Est	
Oueds	superficies
Irdjana	243,4 Km ²
Nil	224,1 Km ²
Zhour	165 Km ²
Boukaraa	160,0 Km ²
Mencha	123,2 Km ²
Boussiaba	47 Km ²
El Agrem	41,0 Km ²
Saayoud	30,3 Km ²
Djemaa	26,7 Km²
Adjoul	26,0 Km ²
El Kantara	19,3 Km ²
Côté Ouest	
Oueds	Superficies
Taza	48 Km ²
El Kebir	36,0 Km ²
Seghir	16,2 Km ²
kissir	7,0 Km ²
Bourchaid	6,6 Km ²
Moutass	3,2 Km ²

2. 1. 2. Caractéristiques climatologiques de la wilaya de Jijel

Le climat algérien se distingue par la variation de la répartition des précipitations et des températures. Cette variation est fonction des influences méditerranéennes et sahariennes, des irrégularités topographiques, de l'altitude et de l'orientation des chaînes montagneuses de l'atlas tellien et saharien. Ces derniers jouent le rôle de barrières face aux vents désertiques du Sud et favorisent la circulation des vents chargés d'humidité venant du Nord (A.N.R.H, 2017).

Située à l'Est du littoral algérien, Jijel a un climat méditerranéen. Ce dernier est caractérisé par un hiver doux et humide et un été chaud et sec (A.N.R.H, 2017).

Les principaux facteurs du climat caractérisant la région sont :

- **La température :** elle connaît un adoucissement grâce à la présence d'une végétation abondante, d'étendues d'eau et la proximité de la mer. La température moyenne annuelle est d'environ 18,2°C. Tandis que les températures moyennes mensuelles oscillent entre 11°C et 26,3°C (Tab. 3).

Tableau 3. Moyennes mensuelles des températures (2006- 2016)

(O.N.M : Office National de Météorologie d'El Achouat, 2017)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
T (°C)	11 .0	12.15	13.61	16.6	19.36	22.8	26.08	26.3	24.0	21.26	16.96	13.22

T : moyenne mensuelles des températures

- **Les précipitations :** la pluviosité est un facteur très important qui est caractérisé par sa durée de chute et son intensité. Elle est répartie de manière inégale d'une région à une autre et d'une saison à l'autre. La période des hautes eaux englobe généralement la saison hivernale et la saison printanière. La période d'étiage s'étend de la saison estivale jusqu'au début de la période automnale (O. N.M d'El Achouat, 2017).

Tableau 4. Moyennes mensuelles des précipitations (2006- 2016)

(O. N.M d'El Achouat ,2017)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
P(mm)	135.3	151.9	130.4	71.18	50.5	18.2	2.0	19.6	68.7	106.8	169.3	148.2

P : moyenne mensuelles des précipitations en mm.

- **L'humidité :** elle est définie comme le rapport entre la pression partielle de la vapeur d'eau dans l'air humide et la pression de saturation à la même de température. Les valeurs d'humidité pour Jijel, sont relativement homogènes. Un maximum de 77,3 % enregistré durant le mois de Janvier et un minimum de 66,1 % est enregistré au cours du mois de septembre (Tab. 4).

Tableau 5. Moyennes mensuelles de l'humidité (2006- 2016)

(O. N.M d'El Achouat, 2017)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
h(%)	77.3	74 .1	73.37	76.79	76.4	73.4	73 .5	69 .4	66.1	74.1	75 .4	76.8

h : moyenne mensuelle de l'humidité

- **Le vent** : d'après les données de la station de l'aéroport de Ferhat Abbas (Jijel), les vents dominants soufflent généralement de la mer vers le continent selon la direction nord-est et sud-est (O.N.M, 2017).

2. 2. Présentation des sites d'étude

Eu égard de son réseau hydrographique dense, Jijel recèle un nombre relativement important de zones humides (oueds, chaâbas, marais, lacs, etc.). Nous pouvons en citer à titre d'exemple :

- Le marais d'El Kennar, encore nommé « Ghedir Beni Hamza » situé dans la commune de Chekfa. Le site s'étend sur une superficie d'environ 36 ha, présente une richesse floristique et faunistique relativement importante. L'avifaune peut être estimée à environ 32 espèces d'oiseaux d'eau douce ((Drouiche et *al.*, 2019).
- La zone humide de Béni Bélaid : site Ramsar, de renommée internationale est constitué principalement d'un lac, d'un oued, et d'une aulnaie. Le lac couvre une surface de 120 ha, et compte une avifaune d'environ 23 espèces d'oiseaux nicheurs (ANDI, 2013).

En vue de préserver ces milieux humides particuliers, menacés de disparition suite aux diverses activités anthropiques. Nous avons entrepris de faire une synthèse des résultats de la qualité physico-chimique des eaux de deux sites humides : le lac de la zone humide de Béni Bélaid et le marais d'El Kennar. La comparaison de la qualité des eaux nous permettra d'apprécier le degré de dégradation des deux sites.

Nous avons choisi le site de Béni Bélaid car c'est un site Ramsar, d'importance internationale protégé par la loi. Le deuxième site, le marais d'El Kennar présente une biodiversité relativement importante et subit une activité agricole intense (Figure 4).



Figure 4. Carte de situation de l'éco-complexe des zones humides de Jijel (de Bélair et Samraoui, 2000)

2. 2. 1. Réserve naturelle de Béni Bélaïd

Le site de Béni Bélaïd (Fig. 4) s'étend à l'Est de l'embouchure de l'Oued El Kebir; ce dernier n'est autre que l'Oued Rhumel enrichi, à la sortie de Grarem, des apports d'oueds et de chabas nés des massifs méridionaux. Ce complexe appartient à la commune d'El-Ancer, chef-lieu situé au sud-ouest du site, à proximité de la N. 43 (Constantine-Jijel). La commune d'El Ancer dépend de la wilaya de Jijel. La dépression, occupée par le site humide, varie entre 2 et 5 m d'altitude. Elle s'inscrit approximativement dans un triangle isocèle d'une surface de 46 ha environ (de Bélaïr et Samraoui, 2000).

2. 2. 1. 1. Ebauche Géomorphologique et hydrologique

Après avoir traversé la chaîne numidique, l'Oued Rhumel devenu l'Oued El Kebir se fraie un chemin à travers les massifs d'El-Aouana, culminant à 1121 m au-dessus de Jijel et de Bougaroun, atteignant 1183 m au Djebel Goufi, au-dessus d'El Kol. Il débouche enfin sur la petite plaine d'El Ancer (Douar El Djanah), ensuite, il gagne la mer en franchissant un cordon littoral de faible largeur (au plus 300 m) et d'altitude réduite (au plus 3m). Malgré sa faiblesse, ce cordon peut constituer un obstacle à l'écoulement des eaux vers la mer lors des basses eaux ou des années de moindre pluviosité, obstacle favorable à la création de méandres ou de bras morts à l'origine de divers plans d'eau (de Bélaïr et Samraoui, 2000).



Figure 5. Le lac de Béni Bélaïd (ANDI, 2013)

2. 1. 1. 2. Biodiversité de la zone humide de Béni Bélaïd

Le site recèle une grande biodiversité faunistique et floristique résumée respectivement dans les tableaux 5 et 6.

Tableau 6. Inventaire de la faune remarquable du site Béni Bélaïd (Boumezbeur et Ameur, 2002)

Une avifaune riche et diversifié comprenant plusieurs espèces rares et peu communes	<i>Aythya nyroca</i>
	<i>Porphyrio porphirio</i>
	<i>Alcedo atthis,</i>
	<i>Acrocephalus scirpaceus.</i>
Espèces endémiques, menacées et localisées telles que :	<i>Pseudophoxinus callensis</i>
	<i>Barbus callensis</i>
	<i>Rana perezi</i>
Odonates d'origine afro tropicale qui constituent une faune relique	<i>Emys orbicularis</i>
	<i>Acisoma panorpoides ascalaphoides,</i>
	<i>Trithemis annulata,</i>
	<i>Hydrocyrius columbae</i>
La loutre espèce rare à l'échelle mondiale et abondante localement	<i>Diplacodes lefebvrii</i>
	<i>Lutra lutra</i>

Tableau 7. Inventaire des espèces végétales du site de Béni Bélaïd (Boumezbeur et Ameur, 2002)

Des espèces assez communes et en nette régression telle que :	<i>Jussiaena repens</i>
Quelques espèces dunaires :	<i>Euphorbia peplis</i>
	<i>Echinophora spinosa</i>
Espèces rares à l'échelle nationale trouvent épanouissement optimal Béni-Bélaïd :	<i>Eryngium barreliera,</i>
	<i>Lippia nodiflora</i>
	<i>Carex flacca</i>
	<i>Vitex agnus castus,</i>
	<i>Apium crassipes.</i>
	<i>Paspalum distichum</i>

2. 2. 2. Site d'El Kennar

La zone marécageuse d'El Kennar (Fig. 6) se situe dans une petite plaine sublittorale à l'est de Jijel à proximité de l'Oued Nil. Le plan d'eau, presque asséché en été (de Bélaïr et Samraoui, 2000). Le marécage est localisé dans la partie orientale de la plaine alluviale d'oued Nil. Le périmètre et la

superficie de son Bassin Versant sont respectivement de 9,32 ² et 2,22 Km². Cette zone marécageuse, appelée communément Ghedir Beni Hamza, est un plan d'eau naturel couvrant une superficie d'environ 37 ha. Elle possède un cortège floristique très riche, et constitue un site de nidification et d'alimentation pour un grand nombre d'espèces d'oiseaux d'eau douce (Drouiche et *al.*, 2019).



Figure 6. Le marais Ghedir Beni Hamza (ANDI, 2013)

Une description sommaire du marais d'El Kennar est résumée dans le tableau 8.

Tableau 8. Description du marais d'El Kennar (Kehal M, Yellas M, 2009)

Coordonnées géographiques	<u>Longitude :</u> - 05 ° 57 ' 05,72 '' E - 05° 57 ' 50,28 '' E <u>Latitude :</u> - 36° 49 ' 18,95 '' N - 36° 48 ' 28,16 '' N
Altitude moyenne	Environ 07 à 10 m
Superficie	36 ha
Qualité de l'eau	Douce
Etage bioclimatique	Humide

2. 2. 2. 1. Approche hydrologique et géologique du marais

Le marais fait partie de la plaine alluviale d'oued Nil. Les principaux cours d'eaux proches du marais sont donc, l'oued Nil et son affluent oued Saayoud. La partie orientale du marécage, est

connectée à différentes chaabas, à écoulement temporaire, qui viennent y déverser leurs eaux (Chaâbets Toussel, El-Bechir et Boutata) (Grine, 1987).

Du point de vue géologique la région se trouve dans le bassin Néogène de Jijel. Les formations géologiques composant le bassin versant du marécage sont : les alluvions forment l'aquifère de la nappe superficielle de la plaine (sable, gravier) ; Des alluvions marécageuses forment actuellement le fond du lac ; Les alluvions détritiques et de dunes anciennes (cailloutis, galets et argiles) et des schistes micacés, micaschistes.

Les formations métamorphiques du socle kabyle (les schistes) forment la limite méridionale du marais (Drouiche et *al.*, 2019).

2. 2. 2. 2. Biodiversité du marais d'El Kennar

Le présente une biodiversité faunistique et floristique remarquable, résumé respectivement dans les tableaux 9 et 10.

Tableau 9. Inventaire des espèces animales de la zone humide El Kennar (Ramdane, 2009)

Oiseaux	Espèces	Genres
	Canards	C. chipeau, C. colvert, C. siffleur et C. souchet.
	Fuligules	F. nyroca et F. millouin
	Poules	P. sultane, P. d'eau
	Hérons	H. cendré, H. gardes-bœufs, H. crabier
	Foulque marcoule	
	Martin pêcheur	
	Aigrette garzette	
	Sarcelle d'hiver	
	Busard des roseaux	
	Insects	<i>Light virens, Ischnura graellsii, Aeshna mixta, Anax imperator</i>
	Hémiptères	<i>Naucoris maculatus, Notonecta obliqued et Plea minutissima</i>
	Reptiles	<i>Mauremys leprosa</i>
	Amphibiens	<i>Rana saharica</i>

	Poissons	<i>Gambusia affinis</i>
--	----------	-------------------------

Tableau 10. Inventaire des espèces végétales de la zone humide d'El Kennar (Boulekrone, 2008)

Genres	Espèces
Phragmites	<i>Phragmites australis</i>
Massettes	<i>Typha angustifolia</i>
Nénuphar	<i>Nymphaea alba</i>
Scripe	<i>Scripus sp</i>
Potamots	<i>Potamogeton sp</i>
Joncs	<i>Juncus maritimus, juncus actus</i>

Enfin, les données qui ont été utilisées, pour faire la comparaison de la qualité des eaux du lac de Béni Bélaïd et celle du marais d'El Kennar, sont :

- Bouroumeh Zahira et Berah Amina (2019),
- Krid Loubna (2006),
- Kehal Manel et Yellas Meriem (2009),
- Siari Selma et Souissi Leila (2016)

Deux normes ont été utilisées pour la classification des eaux sont :

- Le SEQ-Eau préconisée par les Agences Françaises de l'Eau (2003).
- Les normes algériennes recommandées par l'Agence des Bassins Hydrographiques Constantinois-Seybouse-Mellag (ABH CSM), 2009.

Afin de pouvoir comparer la qualité des eaux du lac de Béni Bélaid et du marais d'El Kennar, nous avons utilisé les résultats physico-chimiques de travaux antérieurs, réalisés pour les deux sites d'étude.

3. 1. Le marais d'El Kennar

Les résultats utilisés sont présentés dans le tableau 11.

Tableau 11. Résultats physico-chimiques des eaux du marais d'El Kennar (Krid, 2006 ; Kehal et Yellas, 2009 ; Siari et Souissi, 2016)

Descripteurs	Années			
	2005	2006	2009	2016
Température (T°C)	21,6	22	21,4	22,51
pH	6,6	7,99	7,64	7,43
Conductivité électrique (CE en $\mu\text{S}/\text{cm}$)	560	806,5	3950	3000
Oxygène dissous (O_2 en mg/L)	4,79	6,44	-	-
Nitrates (NO_3^- en mg/L)	29	31,473	-	23,27
Orthophosphates (PO_4^{3-} en mg/L)	15,8	16	-	-

- : données manquantes

3. 1. 1. La température

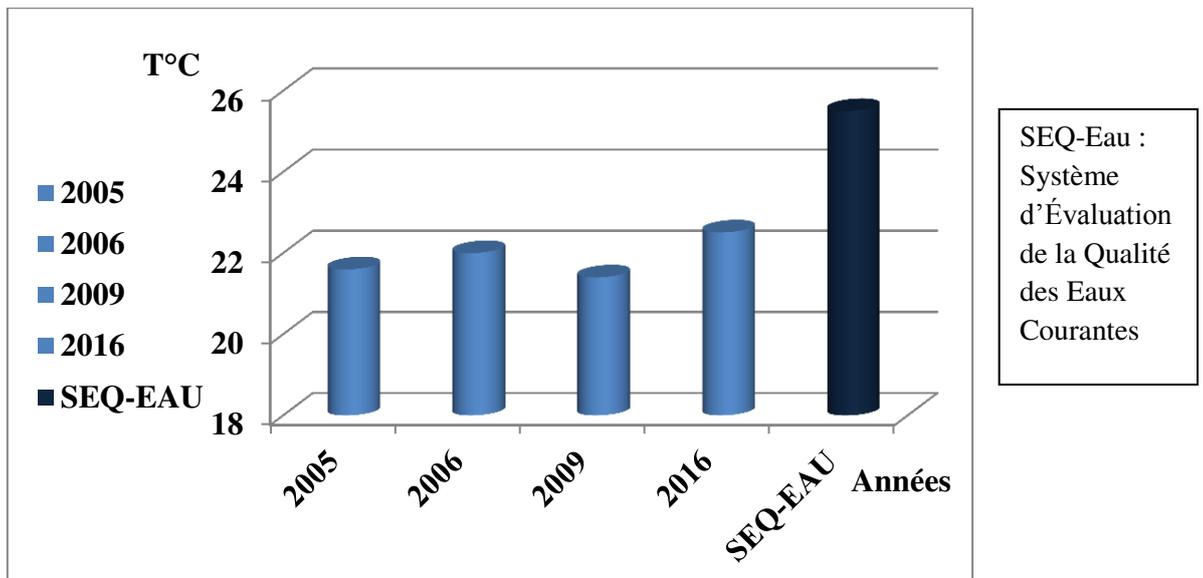


Figure 7. Variations moyennes annuelles des températures des eaux du marais d’El Kennar

D’après la Fig. 7, nous constatons que les températures moyennes annuelles oscillent entre 21.4 à 22.51°C. À priori, la température de l’eau est stable et reste en dessous de la limite (25,5 °C) préconisée par le SEQ-Eau. L’eau est de bonne aptitude à la biologie, vis-à-vis de ce descripteur.

3. 1. 2. Le potentiel hydrogène (pH)

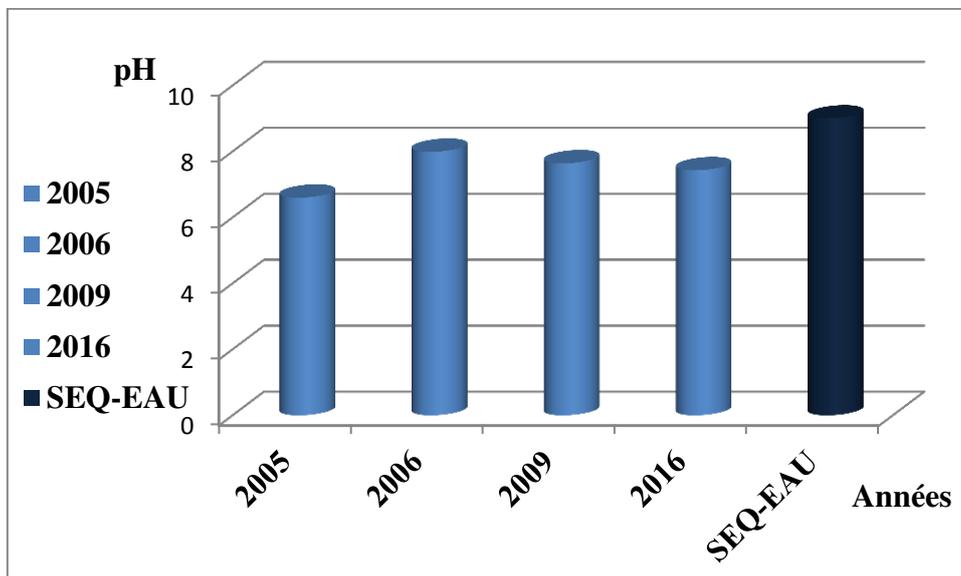


Figure 8. Variations moyennes annuelles du pH des eaux du marais d’El Kennar

Les valeurs moyennes du pH oscillent entre 6.6 et 7.99. Ces valeurs restent dans les limites recommandées par le SEQ-Eau. L’eau présente, selon ce paramètre, une bonne aptitude à la vie biologique.

3. 1. 3. La conductivité électrique :

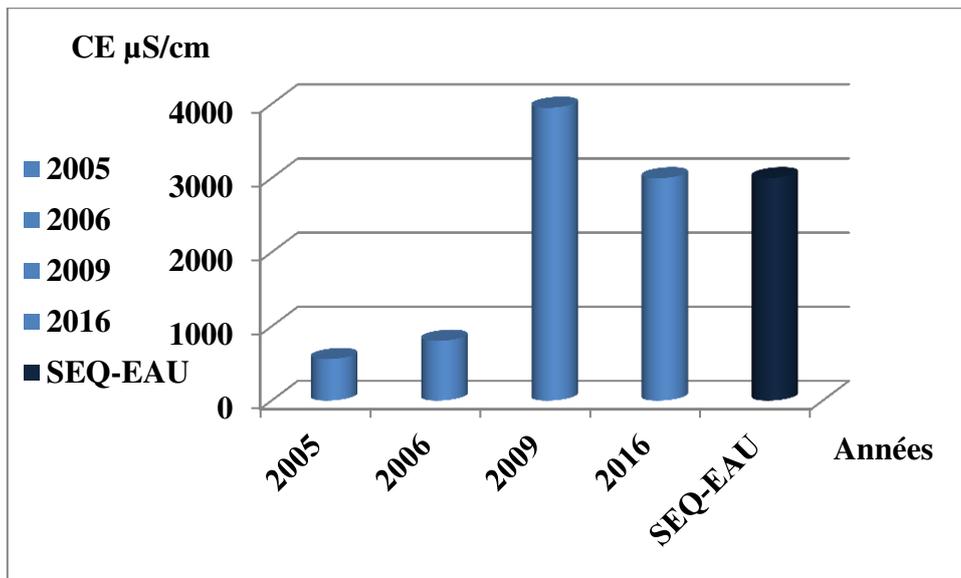


Figure 9. Variations moyennes annuelles de la CE des eaux du marais d'El Kennar

Les valeurs moyennes annuelles de la CE fluctuent de manière remarquable au fil du temps. La valeur minimale (560 µS/cm) était enregistrée au cours de l'année 2005 (Fig. 9). Cependant, au cours de l'année 2009, la CE a enregistré une valeur maximale de 3950 µS/cm, dépassant ainsi la norme recommandée de 3000 µS/cm. Cette élévation importante de la CE peut être attribuée à un apport en sels nutritifs provenant des activités agricoles omniprésentes dans le site. L'eau du marais d'El Kennar présente une mauvaise aptitude aux usages (production d'eau potable) par rapport à ce descripteur.

3. 1. 4. Oxygène dissous

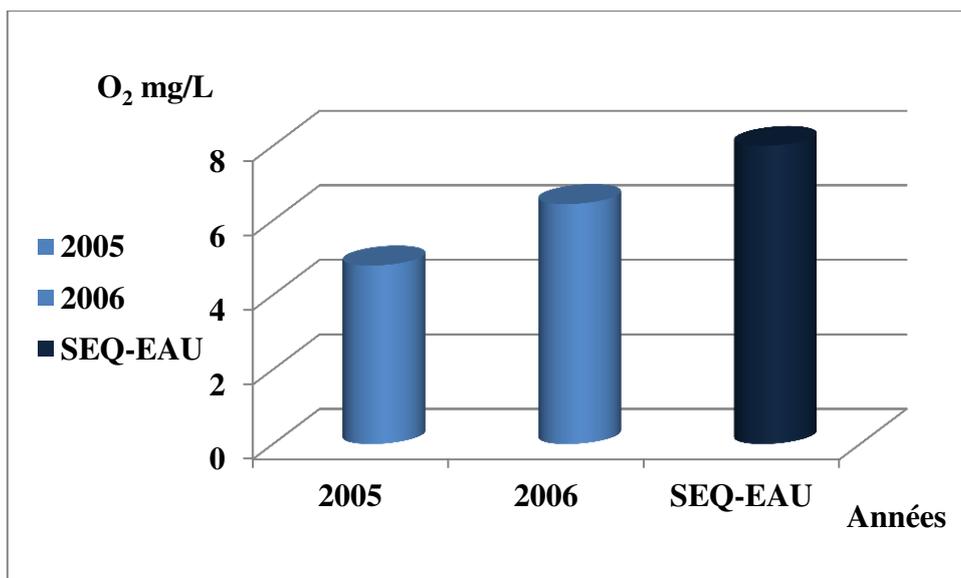


Figure 10. Variations moyennes annuelles en O₂ dissous des eaux du marais d'El Kennar

Le taux d'O₂ dissous paraît s'améliorer avec le temps. Effectivement, sa concentration est passée de 4.79 à 6.44 mg/L. Ce qui reflète une très bonne aptitude à la vie biologique selon la norme (6 à 8 mg/L) du SEQ-Eau.

3. 1. 5. Nitrates

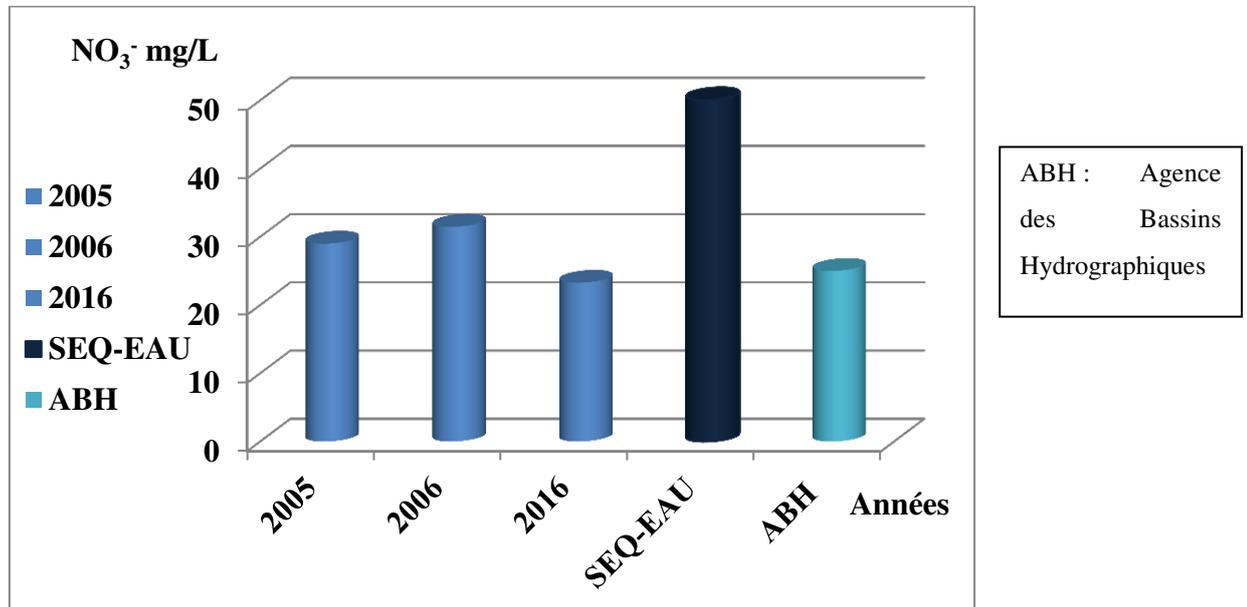


Figure 11. Variations moyennes annuelles en nitrates des eaux du marais d'El Kennar

Selon la figure 11, nous remarquons que le taux moyen des nitrates fluctuent entre 23.27 à 29 mg/L. Ces valeurs sont élevées par rapport à la norme (10 mg/L) de l'ABH. Tandis qu'elles sont en dessous de la norme (50 mg/L) du SEQ-Eau. L'eau est de mauvaise qualité selon l'ABH. Mais vis-à-vis au SEQ-Eau, l'eau présente une bonne aptitude à la biologie et pourrait être utilisée pour différents usages (aquaculture, production d'eau potable, abreuvement des bestiaux).

3. 1. 6. Orthophosphates

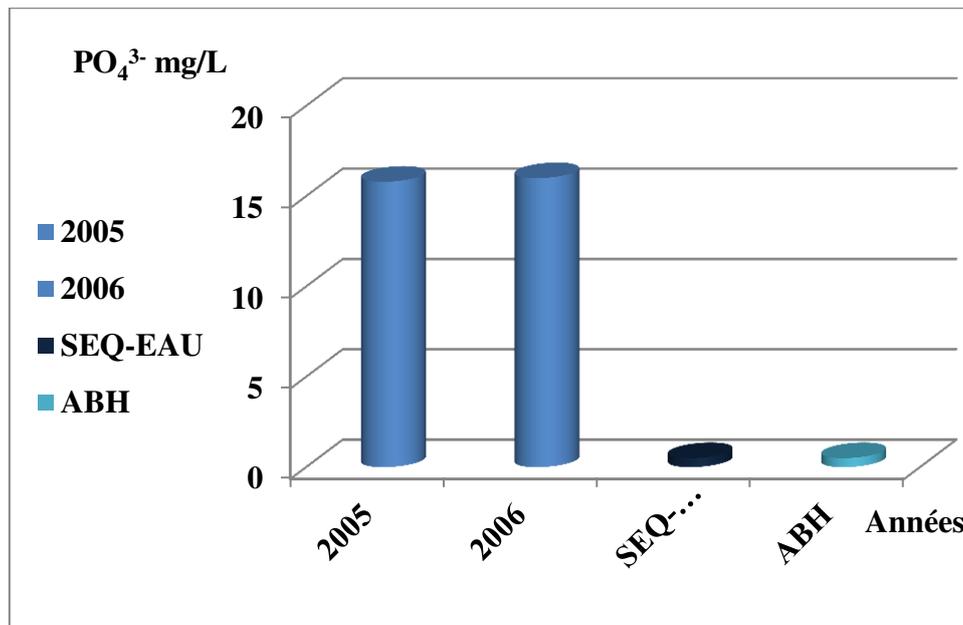


Figure 12. Variations moyennes annuelles en orthophosphates des eaux du marais d’El Kennar

Les concentrations moyennes en orthophosphates (Fig. 12) semblent être constantes (15.8 à 16 mg/L) au cours du temps. Ces valeurs dépassent largement la limite recommandée (0.5 mg/L) par le SEQ-Eau et l’ABH. L’eau est qualifiée de très mauvaise aptitude à la biologie selon le SEQ-Eau et de très mauvaise qualité par rapport à l’ABH.

Enfin, nous pouvons avancer à priori, que l’eau du marais d’El Kennar semble présenter une bonne aptitude à la vie biologique selon la température, le pH et l’oxygène dissous. Cependant, selon la CE, les taux de NO₃⁻ et de PO₄³⁻, la qualité de l’eau est très mauvaise selon le SEQ-Eau et l’ABH. Ces derniers descripteurs montrent que le marais est bien perturbé par les activités anthropiques et principalement les activités agricoles. Les taux élevés en sels nutritifs (CE élevée) principalement en NO₃⁻ et en PO₄³⁻ mettent bien en évidence le phénomène de dystrophisation (eutrophisation induite) de l’eau et la contamination du site par les matières organiques fermentescibles.

3. 2. Le lac de Béni Bélaid

Tableau 12. Résultats physico-chimiques des eaux du lac de Béni Bélaid (Berrah et Bouroumeh, 2019)

Stations	Amont	Intermédiaire	Avale
Descripteurs			
Température (T°C)	24,85	24,85	24,85
pH	8,56	8,61	8,72
Conductivité électrique (CE en $\mu\text{S}/\text{cm}$)	425	430	365
Turbidité (NTU)	11	12,8	5,39
Ammonium (NH_4^+ en mg/L)	0,05	0,04	0,2
Nitrites (NO_2^- en mg/L)	0,05	0,005	0,02
Nitrates (NO_3^- en mg/L)	0,09	0,03	0,05
Orthophosphates (PO_4^{3-} en mg/L)	0.00	0.00	0.00

NTU : unité de turbidité néphélométrique

3. 2. 1. La température (T°C)

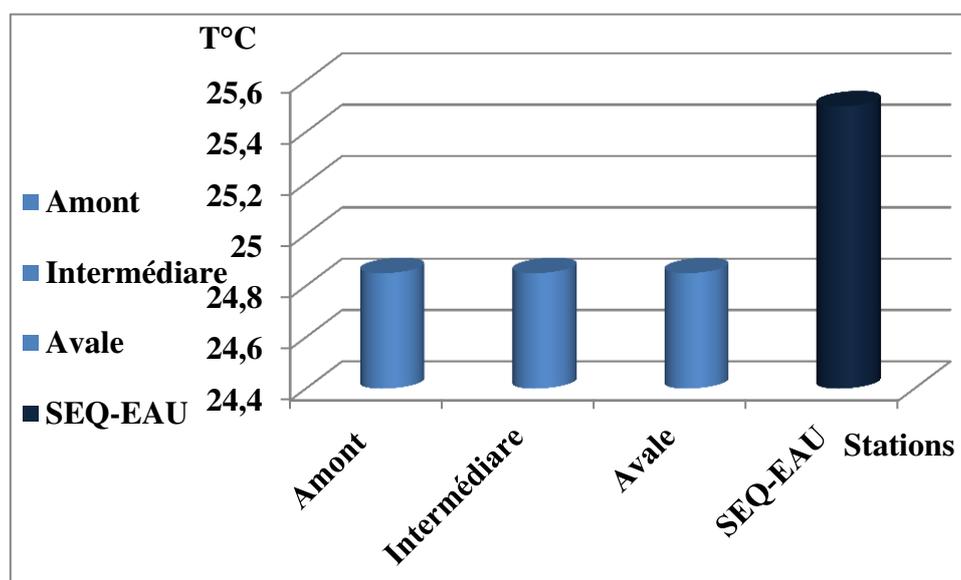


Figure 13. Variations moyennes annuelles des températures du lac de Béni Bélaïd

D'après la figure 13, nous constatons que la température moyenne de 24.85 °C, est constante pour toutes les stations. En sus, elle est en dessous de la norme (25.5 °C) du SEQ-Eau ce qui confère à l'eau une bonne aptitude à la biologie.

3. 2. 2. Le potentiel hydrogène (pH)

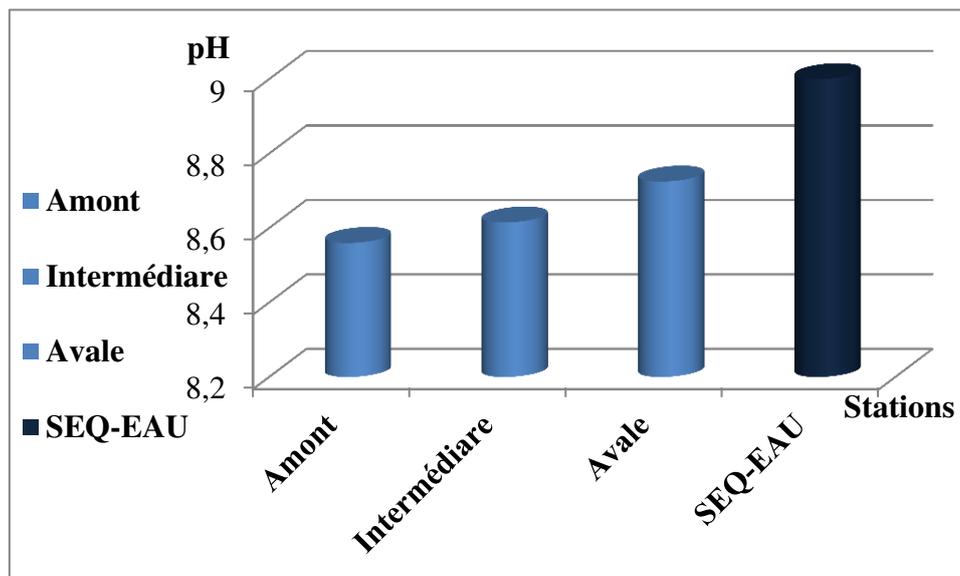


Figure 14. Variations moyennes du pH des eaux du lac

Le pH de l'eau varie d'une station à l'autre et se situe entre 8.56 et 8.72 (Fig. 14). Ces valeurs semblent refléter les conditions normales du milieu naturel, dont le pH est généralement compris entre 6 et 9. En plus, ces valeurs restent dans la limite (9) du SEQ-Eau. L'eau présente donc, une bonne aptitude à la biologie.

3. 2. 3. La conductivité électrique (CE)

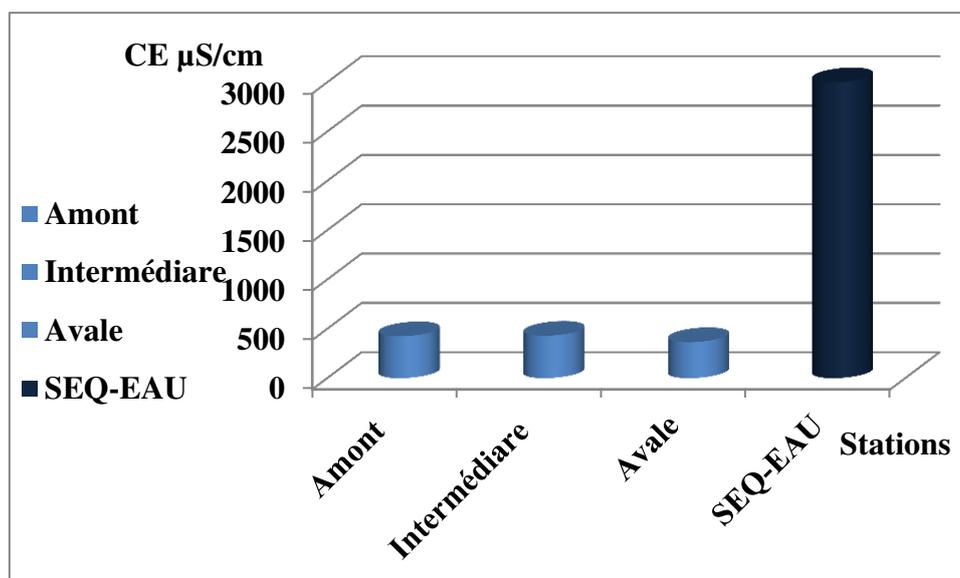


Figure 15. Variations moyennes de la CE des eaux du lac

Les valeurs moyennes de la CE semblent constantes (Fig. 15) et fluctuent entre 365 à 430 µS/cm. Néanmoins ces valeurs restent bien en dessous de la limite recommandée (3000 µS/cm) par le SEQ-Eau. Eu égard de ce descripteur, l'eau est de bonne aptitude à la vie biologique.

3. 2. 4. La turbidité

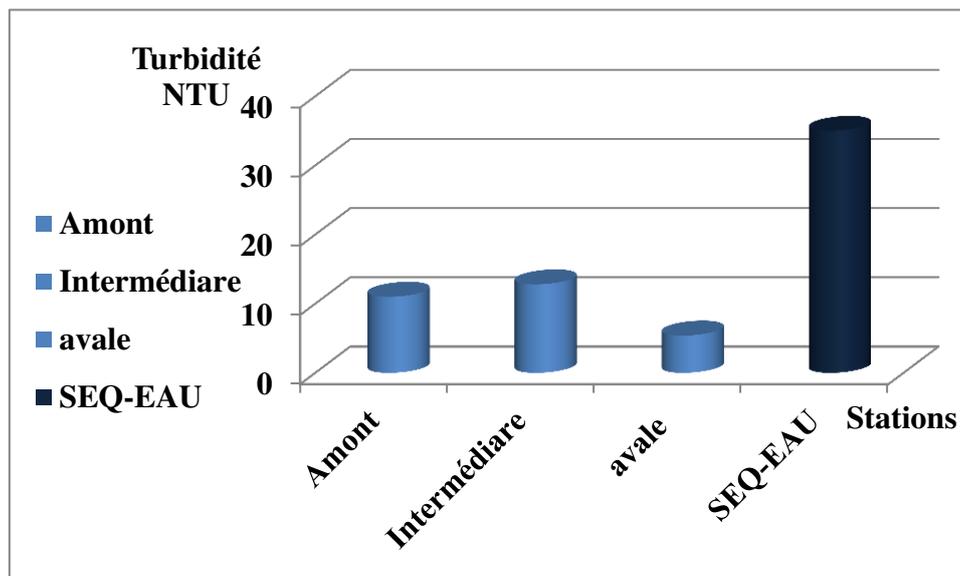


Figure 16. Variations moyennes de la turbidité du lac

D'après la figure 16, nous observons que la turbidité varie d'une station à l'autre. Les valeurs trouvées varient de 5.39 à 12.8 NTU. Ces dernières restent bien en dessous de la norme (35 NTU) du SEQ-Eau. L'eau présente une bonne aptitude à la vie biologique, selon ce descripteur.

3. 2. 5. L'ammonium (NH_4^+)

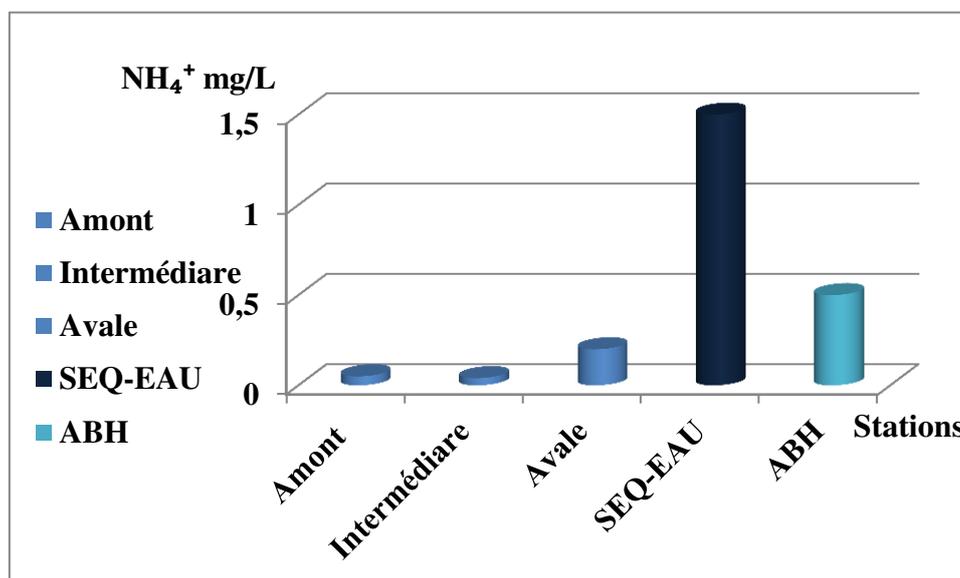


Figure 17. Variations moyennes en ammonium des eaux du lac

Selon la figure 17, les teneurs en ammonium sont relativement faibles et varient de 0.04 à 0.2 mg/L. Ces concentrations sont bien en dessous de la norme (1.50 mg/L) recommandée par le SEQ-Eau et l'ABH. L'eau présente une très bonne qualité par rapport à la vie biologique.

3. 2. 6. Nitrites (NO_2^-)

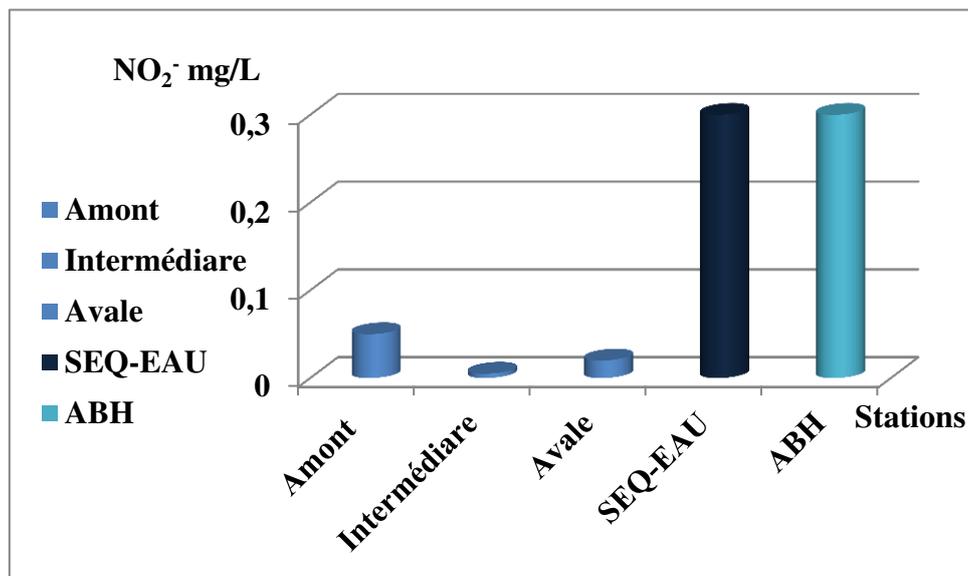


Figure 18. Variations moyennes en nitrites des eaux du lac

Les concentrations en nitrites sont relativement faibles (Fig. 18) et oscillent entre 0.005 à 0.05 mg/L (Tab. 12). Ces teneurs restent en deçà de la limite (0.3 mg/L) fixée par le SEQ-Eau et l'ABH. L'eau présente donc, une très bonne qualité pour la vie biologique.

3. 2. 7. Les nitrates (NO_3^-)

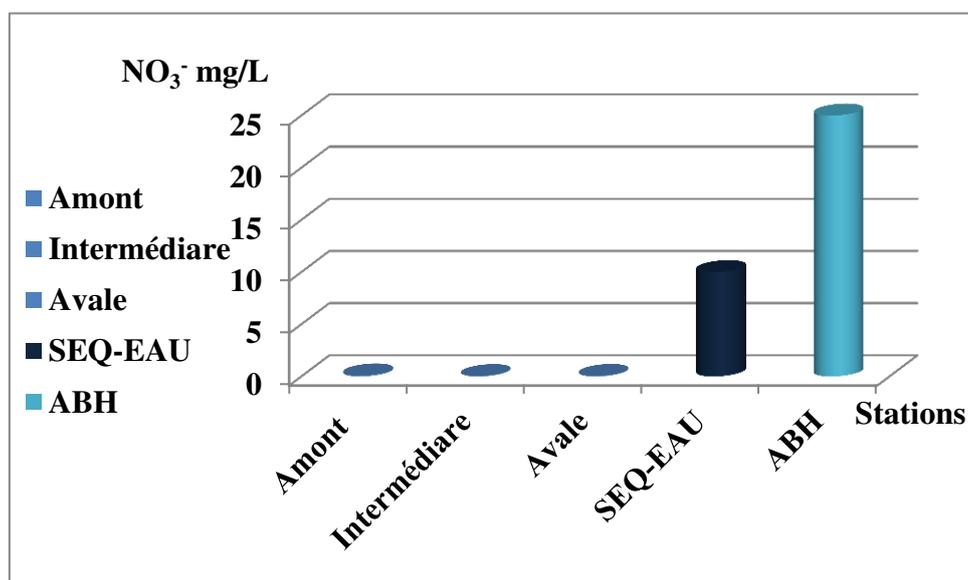


Figure 19. Variations moyennes en nitrates des eaux du lac

La figure 19 montre des concentrations quasiment nulles en nitrates pour les trois stations. Les valeurs trouvées varient de 0.03 à 0.09 mg/L et restent bien en dessous des normes préconisées par l'ABH (10 mg/L) et celle du SEQ-E (50 mg/L). L'eau est donc qualifiée de très bonne qualité pour la vie biologique.

Remarque : Nous tenons à signaler que les orthophosphates ont également été dosés dans l'eau du lac de Béni Bélaïd, les résultats obtenus étaient nulles. C'est pourquoi, ils n'ont pas été présentés sous forme d'Histogrammes. Ils ont cependant, été utilisés dans la comparaison de la qualité des eaux des deux sites.

Pour finir, nous pouvons dire que les résultats préliminaires de l'analyse physico-chimique de l'eau du lac, de la zone humide de Béni Bélaïd, présente une très bonne qualité vis-à-vis de tous les descripteurs physico-chimiques. Ceci suggère que le site n'est pas du tout perturbé ou du moins la zone du lac.

3. 3. Comparaison de la qualité des eaux du lac de Béni Bélaïd et du marais d'El Kennar

Afin d'apprécier le degré de perturbation des deux sites par les activités anthropiques, principalement les activités agricoles. Nous avons dressé un tableau de comparaison de la qualité physico-chimique des deux sites, selon les normes choisies.

Seulement les descripteurs communs, analysés pour les deux sites, ont été pris en considération.

Tableau 13. Comparaison de la qualité physico-chimique des eaux des deux sites

Descripteurs	Lac de Béni Bélaïd	Marais d'El Kennar
Température (T°C)	Bonne aptitude à la biologie	Bonne aptitude à la biologie
pH	Bonne aptitude à la biologie	Bonne aptitude à la biologie
CE (µS/cm)	Bonne aptitude à la biologie	Très mauvaise aptitude à la biologie
NO ₃ ⁻ (mg/L)	Bonne aptitude à la biologie	Très mauvaise aptitude à la biologie
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	Bonne aptitude à la biologie	Très mauvaise aptitude à la biologie

D'après le tableau 13, nous pouvons dire a priori que l'eau du lac de Béni Bélaïd présente une bonne qualité par rapport à l'aptitude à la biologie contrairement aux eaux du marais d'El Kennar qui présente une très mauvaise aptitude à la biologie.

Les résultats préliminaires d'analyse physico-chimique des eaux du lac de Béni Bélaïd et du marais d'El Kennar, nous ont permis de mettre en relief l'effet des activités anthropiques sur la qualité des eaux et *ipso facto* leurs éventuelles aptitudes aux divers usages.

L'eau du lac de Béni Bélaïd semble présenter une bonne qualité à la vie biologique, en dépit des diverses activités agricoles présentes sur la rive du lac. Ces résultats, nous semble un peu paradoxaux. Afin de trancher définitivement sur la qualité de l'eau, il est impératif de refaire d'autres analyses futures, sur des périodes plus longues.

Tandis que le marais d'El Kennar semble contaminé par les sels nutritifs, principalement les nitrates et les orthophosphates. Cette hyperfertilisation des eaux du marais pourrait être attribuée essentiellement aux activités agricoles et à l'utilisation massive et non contrôlés des fertilisants et des produits phytosanitaires.

Cette étude n'est pas exhaustive et devrait être étendue sur une période plus longue.

Les ressources hydriques sont très précieuses, surtout dans un pays comme le nôtre où la période sèche s'étend sur 9 mois et parfois plus. En outre, la croissance démographique et économique font que la demande en eau de la population devient de plus en plus présente. Aussi la mauvaise gestion des ressources et le gaspillage aggrave la situation.

C'est pourquoi, il est impératif de conserver cette ressource vitale. Pour se faire, il est important de commencer par :

- Sensibiliser toute la population de l'importance de l'eau qui devient de plus en plus rare...
- Utiliser et gérer les ressources en eau de manière rationnelle et équitable.
- Contrôler les activités culturelles et surtout l'utilisation des engrais et des pesticides par les agriculteurs.
- Un assainissement adéquat doit être assuré à tous les citoyens en vue de garantir la santé publique et la protection des eaux superficielles et souterraines.

A:

- **Agence de Bassin Hydrographique** Constantinois–Seybouse–Mellegue (ABH). 2002. –Bassin de la Seybouse. Ministère des Ressources en Eau 32, 1–26 p.
- **Agences de l'Eau**. 2003. – Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ–Eau). Grilles d'évaluation version 2. 40, 1–40 p.
- **A.B.H., (2009)**. Les cahiers de l'agence N°12, qualité des eaux superficielles dans les bassins du Kebir-Rhumel, de la Seybouse et de la Medjerda- Mellegue 2004-2007, Agence de bassin hydrographique constantinoise- Seybouse- Mellegue, Constantine.
- **Agence Nationale des Ressources Hydrique (A.N.R.H.)**. 2017 : Rapports de données pluviométriques, hydrogéologie, la géomorphologie et la piézométrie. Jijel.
- **Anonyme 2005**. Zones humides d'el Kennar. Rapport préliminaire. Conservation des forêts de Jijel.
- **Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse (AERCCEM)**., 2005. Agir pour les zones humides en RMC. Fonctionnement des zones humides. Première synthèse des indicateurs pertinents. Guide technique SDAGE n°5

B:

- **Boumezbeur A. 2004**. Atlas des zones humides Algériennes d'importance internationale, éd. Direction Générale des Forêts, Alger(Algérie). 105p
- **Boumezbeur A, Ameer N., 2002**. - Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar - Réserve Naturelle du lac de Béni Bélaïd Wilaya de Jijel. DGF. 7p.
- **Boulkroune, H., 2008**. Contribution à l'étude du pouvoir auto épurateur de l'eau : cas du marais d'El-Kennar, Jijel
- **Bouldjedri M., De Belair G., Mayacha B., Muller S.D., 2011**. Menaces et conservation des zones humides d'Afrique du Nord: le cas du site Ramsar de Béni-Bélaïd (NE algérien). C.R. Biologies, 557- 772.
- **Breton E., Muriel C., Jacinthe C., Romain C., Pluchart L., Dorothée D. 2019**. – Rapport sur la Diagnostic d'eutrophisation de zones humides chassées des hauts de France. (France). 37 p.

- **Bertrand D., Floriane Di., Bregmestre J. 2017.** - Maîtriser les notions de zones humides et de milieux humides en lien avec l'activité agricole Guide à l'usage des conseillers des Chambres d'agriculture. 2^{ème} édition. Paris. 102 P.
- **Barrailh C., Joris B., Claire C., Esposito D., Claire L., Catherine F., Magali P., Antoine S. 2017.** - Recommandations pour la prise en compte des milieux humides dans une approche intégrée de prévention des inondations. France. 188p.
- **Brenda X., Iomaraocha, S. 2008.** - Etude conjuguée géochimique /hydrologique des relations nappe-rivière dans une zone humide: cas de la zone humide alluviale de mannequin. Thèse de doctorat. Université TOULOUSE III - Paul Sabatier France. 243 p.
- **Boudjedjou L. 2010.** - Etude de la flore adventice des cultures de la région de Jijel. Thèse de magister, université Ferhat Abbas –Sétif. 155 P.
- **B.N.D.R, 1997.** - Analyse du milieu agricole dans la wilaya de Jijel. Ed. Bureau National du Développement Rural, Alger, 80p.
- **Berrah A., Bouroumeh Z. 2019.** - Estimation de la qualité physico-chimique des eaux du lac et de l'oued de la zone humide de Béni-Bélaid. Mémoire de master, université de Jijel. 94p.

C:

- **Coates., 2010.** Dynamique et contexte passé de développement d'une tourbière méditerranéenne (massif de l'Aigoual, France) C.R biologies, 332, 69.82.
- **Cyril F., 2016.** – Rapport Les zones humides : fonctions, services et enjeux. Département de Géographie France. 22p.

D:

- **Agence Nationale de Développement et d'Investissement (ANDI). 2013.** - Rapport invest in Algeria. Willaya de Jijel, 24p.
- **Drouiche A., Zahi F., Debieche T., Mahdid S., Ghechem A., Lasmia H. 2019.** - caractérisation hydrogéologique et hydrochimique des eaux de la zone marécageuse d'El-Kennar Jijel N-E Algérien. N° 60 : 29-40. 40 P.
- **Direction générale des forêts. 2004.** Atlas IV des zones humides algériennes d'importance international. Ed. Diwan. 105 p
- **Dajoz R, 1982.** Précis d'écologie, 4^{ème} édition – Gautier – Villars paris. P : 317 - 319.

- **Direction générale des forêts, 2001-** atlas des zones humides algériennes d'importance internationale. Ed. Direction générale des forêts, ben Aknoun. 49 p.
- **Ducrocq A., Cancet M. 2006** - Etude et impacts de l'implantation du barrage de charlas. Impacts écologiques.

G:

- **Genin B., Chauvin C., Menard F. 1997,** - Cours d'eau et indices biologiques. Pollutions - Méthodes -IBGN. Dijon, ENESAD-CNERTA, 87p.
- **Gherzouli Ch. 2013.** - Anthropisation et dynamique des zones humides dans le nord-est-algérien : apport des études palynologiques pour une gestion conservatoire. Thèse de doctorat, Université Toulouse le Mirail - Toulouse II. 208p.
- **Gilles P., Gascuel C., Ménesguen A., Souchon Y., Le Moal M., Levain A., Étrillard C., Moatar F., Pannard A., Souchu P. 2018.** - L'eutrophisation Manifestations cause conséquences et prédictibilité. 1^{er} éditions Quae, France. 176P.
- **Grine, R., 1987.** Alimentation en eau de la ville de Jijel-étude de la nappe alluviale de l'oued Nil. Agence national des ressources hydrauliques.

J:

- **Joel G, 2003.** La qualité de l'eau potable, technique et responsabilités, Paris, Novembre.

K:

- **Krid L. 2006.** - Evaluation spatiotemporelle de la qualité physico-chimique des eaux du lac d'EL-Kennar. Mémoire de master. Université de Jijel. 43p.

M:

- **MIQUEL G., 2003,** La qualité de l'eau et de l'assainissement en France. Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. N° 215, P66-67.
- **Mens et Derouane, 2000.** État des nappes de l'eau souterraine de Wallonie.
- **Marre A., 1992.** Le Tell oriental algérien de Collo à la frontière tunisienne, Etude géomorpho- logique, OPU, Alger, 2vol, 624p.

N:

- **Neil A., Campbell et Jane B. Reece, 2004.** Adaptation française : Richard Mathieu « Biologie » 2^{ème} édition.

O:

- **Ophelia bdc., 2018.** – Rapport sur les zones humides et l'urbanisation du rejet à la protection. 6 P.
- **L'Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes (OZHM), 2018.** – Les zones humides méditerranéennes enjeux et perspectives 2 : Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes solutions pour des zones humides méditerranéennes durables. 82p.
- **ONM., (2016).** Office National de la Météorologie. Station aéroport Farhet Abbas d'Achouat El Tahir De Jijel.

P:

- **Pinheiro A., Caussade B. 1997.** Fresh water Contamination (Proceedings of Rabat Symposium S4, April-May 1997). Simulation de la pollution diffuse dans des bassins versants agricoles.

R:

- **Ramdane N., 2009.** Inventaire des espèces animales de la zone humide de Jijel-El Kennar. Rapport préliminaire conservations des forêts de Jijel.
- **Ramade F., (2002).** Dictionnaire encyclopédique des polluants. 2^e Edition dunod, paris, 786
- **Ramade, F. (2011).** Introduction à l'écochimie, Les substances chimiques de l'écosphère a l'homme .Edition Lavoisier. Paris
- **Ramsar., 1997** –Etude mondiale des ressources en zones humides et des priorités d'inventaire pour les zones humides .Ed. RAMSAR COP 7 DOC.19.3, Suisse, 15p.
- **Ramsar., 2013** Ramsar: Guide de la Convention sur les zones humides (Ramsar, Iran, 1971), 6^e édition. Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse.
- **Ramsar, 2016.** Introduction à la Convention sur les zones humides (anciennement Le Manuel de la Convention de Ramsar).5^e éditions. Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse.

- **Rhazi L., Rhazi M., Grillas P., El Khyari D., 2006.** Richness and structure of plant communities in temporary pools from western Morocco: influence of human activities. *Hydrobiologia*, 570 : 197-203.
- **Rejsek, F. (2002)** Analyse des eaux, Aspects réglementaires et technique. Paris. p360.
- **Rodier, J. (1997).** L'analyse De L'eau (Eaux Naturelles, Eaux Résiduaire Et Eau De Mer), 8 ème Edition, Dunod, Paris, p 66.
- **Rodier J, 2005.** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaire, Eau de mer.8eme édition: Dunod, Paris.
- **Rodier, J. (2009).** L'analyse de l'eau .9eme édition, Dunod

S:

- **Satin, M., Selmi, B. (2006)** Guide technique de l'assainissement, 3èmeédition. Paris. P 726.
- **SEL. LR. (1996-2000).** Le protocole de surveillance FOGEM. La surveillance FOGEM des zones humides côtières du Languedoc-Roussillon Annexe 2000-2005. 7p.
- **Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE). 2016.** Protéger et préserver les zones humides. 169p.
- **Siari S., Souissi L. 2016.** – contribution à l'étude de l'effet des actions anthropiques sur un hydro-écosystème littoral dans la région de Jijel. Cas du lac d'El-Kennar. université de Jijel. 67p.
- **Saifouni A., 2009.** - État des lieux des zones humides et des oiseaux d'eau en Algérie. Thèse de magister. Ecole Nationale Supérieure Agronomique (E.N.S.A.), El Harrach, Alger. 250p.

G:

- **Gallet S., Hurugen A., Benoît B., Gaucherand S. 2017.** - La restauration des zones humides, enjeu majeur du XXI^e siècle Dans Sciences Eaux & Territoires. (Numéro 24), pages 3 à 5.

T:

- **Tandjir L. 2011.** - les zones humides : unités environnementales fondamentales. l'office des publications universitaires. 100 P.

U:

- **UNESCO., (2017).** Organisation des nations unies pour l'éducation, La science et la culture. Kit pédagogique sur la biodiversité. Vol. 1. UNESCO, Paris. 192 P.

V:

- **Viala., Botta., 2005.** Toxicologie. 2^{ème} édition. Lavoisier TEC et DOC, P248 ,1096.
- **Vaschalde D., 2014.** – Rapport technique sur les Services écologiques rendus par les zones humides en matière d'adaptation au changement climatique Etat des lieux des connaissances et évaluation économique. France. 78 P.

Z:

- **Zaafour, M D. 2012.** - Impact des décharges sauvages sur les Zones Humides de la région d'El-Tarf. Mémoire de magistère. Université Badji Mokhtar, Annaba. 166p.
- **Zouad A., 2014.** - Zones humides à Jijel : la protection de l'environnement d'abord une affaire de prise de conscience.

Zekri Randa	Encadrante : M^{me} S. Khaled-Khodja
	Date de soutenance : /06/2020
Thème : Comparaison de la qualité physico chimique des eaux du lac de Béni Bélaïd et du marais d'El Kennar	
<p style="text-align: center;"><u>Résumé</u></p> <p>Eu égard des services innombrables assurés gratuitement par les zones humides, elles revêtent un intérêt international croissant. Malheureusement, ces refuges de la biodiversité et des ressources hydriques subissent une pression anthropique croissante et sont menacées de disparition. Les zones humides algériennes ne font pas exception. Malgré qu'elles sont, pour la plupart des sites d'importance mondiale et protégées par des conventions internationales, elles sont abandonnées et subissent une pression anthropique sans précédent.</p> <p>L'objet de cette étude est de faire la synthèse de quelques études antérieures sur la qualité des eaux du lac de Béni Bélaïd et du marais d'El Kennar, en vue de leur conservation et de leur utilisation de manière intégrée et rationnelle. Les résultats préliminaires montrent que la qualité des eaux du marais d'El kennar est très mauvaises suite aux activités agricoles et l'utilisation, non contrôlée, des fertilisants et des produits phytosanitaires. Tandis que l'eau du lac de Béni Bélaïd paraît de bonne qualité, ce qui nous semble un peu paradoxal. L'activité agricole et l'élevage sont omniprésents dans le site.</p> <p><u>Mots-clés :</u> zone humide, qualité des eaux, anthropisation, Béni Bélaïd, El-Kennar, Jijel</p>	
<p>In view of the countless services provided free of charge by wetlands, they are of growing international interest. Unfortunately, these refuges of biodiversity and water resources are under increasing human pressure and are threatened with extinction. Algerian wetlands are no exception. Despite being, for the most part, sites of global importance and protected by international conventions, they are abandoned and are under unprecedented anthropogenic pressure.</p> <p>The purpose of this study is to synthesize some previous studies on the quality of the waters of Lake Béni Bélaïd and Lake El Kennar, with a view to their conservation and use in an integrated and rational manner. Preliminary results show that the water quality of the El Kennar marshland is very poor as a result of agricultural activities and the uncontrolled use of fertilizers and phytosanitary products. While the water of the lake of Béni Bélaïd appears to be of good quality, which seems a little paradoxical to us. Agricultural activity and breeding are omnipresent in the site.</p> <p><u>Keywords:</u> wetland, water quality, anthropisation, Béni Bélaïd, El-Kennar, Jijel</p>	
<p style="text-align: center;"><u>ملخص</u></p> <p>في ضوء الخدمات التي تقدمها مجانا الأراضي الرطبة، فإنها تحظى باهتمام دولي متزايد. لسوء الحظ، فإن هذه الملاجئ للتنوع البيولوجي وموارد المياه تتعرض لضغوط بشرية متزايدة ومهددة بالانقراض. الأراضي الرطبة الجزائرية ليست استثناء. على الرغم من أنها، في معظمها، مواقع ذات أهمية عالمية ومحمية بموجب الاتفاقيات الدولية، إلا أنها مهجورة وتعرض لضغوط بشرية غير مسبقة.</p> <p>الغرض من هذا العمل هو تجميع بعض الدراسات السابقة حول جودة مياه بحيرة بني بلعيد وبحيرة القنار بهدف الحفاظ عليها واستخدامها بطريقة متكاملة وعقلانية. تشير النتائج الأولية إلى أن نوعية مياه مستنقع القنار رديئة للغاية بسبب الأنشطة الزراعية والاستخدام غير المنضبط للأسمدة ومنتجات الصحة النباتية في حين أن المياه في بحيرة بني بلعيد تبدو ذات نوعية جيدة، وهذا ما يبدو متناقضا قليلاً بالنسبة لنا لأن النشاط الزراعي يحيط بكل المنطقة.</p> <p style="text-align: center;"><u>الكلمات المفتاحية</u> مناطق رطبة. جودة المياه. الأنثروبولوجيا. تلوث. بني بلعيد. القنار. جيجل</p>	