



**Université Mohamed Khider de Biskra**  
**Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de**  
**la vie Département des sciences de la nature et de la vie**

Référence ..... / 2023

## **MÉMOIRE DE MASTER**

Spécialité : Biochimie Appliquée

---

Présenté et soutenu par :

**SALHI ADEL**

**ZIANE MABROUK**

Le : dimanche 25 juin 2023

# **Contribution à l'étude de l'eau de boisson dans les élevages avicoles (cas de la daïra de Zeribet El Oued)**

---

### **Jury :**

M.	Guemmaz Fateh	MCB	Université de Biskra	Président
M.	Amairi Toufik	MCB	Université de Biskra	Rapporteur
Mme.	Bacha Bahia	MAA	Université de Biskra	Examineur

**Année universitaire : 2022 - 2023**

## Remerciements

A l'issue de ce modeste travail, nous tenons à remercier ALLAH le tout Puissant, le tout Miséricordieux, de nous avoir permis d'atteindre ce niveau d'étude et pour nous avoir  
Donné la santé, la force, le courage et la volonté d'achever notre humble recherche.

Nous remercions et exprimons notre reconnaissance au Docteur AMAIRI Toufik,  
Maître conférence au département de Biologie, Université Mohamed Khider - Biskra,  
Pour avoir accepté de nous encadrer, pour ses précieux conseils, ses observations et sa  
Disponibilité qui nous ont été d'une grande utilité tout au long de ce travail.

Des remerciements également aux Membres du Jury, président et examinateur, pour l'intérêt  
Qu'ils ont porté à notre modique étude et pour avoir accepté d'examiner, d'évaluer et  
D'enrichir par leurs propositions, cette recherche.

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui ont participé de près ou de loin, directement ou  
Indirectement, à la réalisation de la présente étude.

## **Dédicaces**

Je dédie ce modeste travail à :

Toute ma famille et a la mémoire de mon père qui quitté voila dix ans,

Ainsi qu'à toute la famille universitaire de Biskra,

A mes amies et mes camarades,

A mes collègues de travail

Sans oublier tout les professeurs que ce soit du primaire, du moyen, du secondaire ou de  
l'enseignement supérieur.

SALHI ADEL

## **Dédicaces**

A mon très cher Père

Que Dieu te protège et t'accorde sante et longue vie

Je t'aime tellement

A ma très chère mère

Que Dieu te protège et t'accorde sante et longue vie tu m a toujours soutenue

A mes très chères frères et ma femme et mon fils Elmoatassim bileh je vous souhaite tous le  
bonheur du monde

A mon binôme ADEL pour tous les souvenirs pendant l années d'étude ensemble

Et tous mes collègues de travail

ZIANE MABROUK

## Table des matières

Remerciements .....	
Dédicaces.....	
Dédicaces.....	
Liste des tableaux .....	
Liste des figures.....	
Liste des abréviations .....	
Introduction.....	1

### Partie Bibliographique

#### Chapitre 1: Eau de boisson en aviculture, importance, critères de potabilité, équipements et gestion

1.1. Importance de l'eau de boisson chez les volailles.....	2
1.1.1. L'eau, élément essentiel à la vie et la production des volailles .....	2
1.1.2. Les risque de l'eau polluée .....	3
1.1.3. Critères de potabilités d'eau d'abreuvement.....	4
1.1.3.1. Qualité bactériologique .....	4
1.1.3.2. Qualité physicochimique.....	4
1.1.3.3. Qualité organoleptique .....	5
1.2. Equipements et gestion d'eau de boisson.....	5
1.2.1. Stockage de l'eau dans le bâtiment.....	5
1.2.2. Les canalisations .....	6
1.2.3. Pompes doseuses.....	8
1.2.4. Abreuvoirs.....	9
1.2.5. Désinfection de l'eau de boisson .....	9

### Partie Expérimentale

#### Chapitre 2 : Matériel et méthodes

2.1. Description de la zone d'étude .....	11
2.1.1. Situation géographique .....	11
2.1.2. Précipitations.....	12

2.1.3. Températures.....	12
2.2. Matériel et méthode .....	12
2.2.1. Échantillonnage.....	12
2.2.2. Analyse des paramètres physico-chimiques .....	13
2.2.2.1. Potentiel d'hydrogène (pH).....	14
2.2.2.2. Dureté totale de l'eau (TH) .....	14
2.2.2.3. Détermination des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) .....	14
2.2.2.4. Détermination des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ).....	14
2.2.2.5. Détermination des phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) .....	14
2.2.2.6. Détermination des matières organique .....	14
2.2.2.7. Détermination du fer .....	14
2.3. Fiche de renseignement.....	15
2.4. Laboratoire d'analyse.....	17

### **Chapitre 3 : Résultats et discussion**

3.1. Résultats.....	18
3.1.1. Résultats physico chimique.....	18
3.1.1.1. Potentiel d'hydrogène.....	18
3.1.1.2. Dureté totale de l'eau des réservoirs.....	19
3.1.1.3. Détermination des nitrates et nitrites dans les réservoirs.....	20
3.1.1.4. Détermination du phosphate en présence dans les réservoirs.....	21
3.1.1.5. Détermination des matières organique en présence dans les réservoirs .....	22
3.1.1.6. Détermination du fer en présence dans les réservoirs.....	23
3.1.2. Résultats concernant les matériaux de construction .....	24
3.1.3. Résultats sur l'application des opérations de nettoyage et désinfection de circuit d'eau.....	27
3.2. Discussion.....	29
3.2.1. Discussion relative aux valeurs de potentiel d'hydrogène .....	29
3.2.2. Discussion relative aux valeurs de la dureté totale .....	29
3.2.3. Discussion relative aux valeurs des nitrates et nitrites.....	30
3.2.4. Discussion relative aux valeurs du phosphate .....	30

3.2.5. Discussion relative aux valeurs de la matière organique .....	30
3.2.6. Discussion relative aux valeurs de fer .....	30
3.2.7. Normes Physico-chimique .....	31
3.2.8. Discussion relative aux matériaux de construction.....	32
Conclusion .....	34
Références bibliographiques.....	35
Résumés .....	37

## Liste des tableaux

Tableau 1. Consommation quotidienne d'eau de boisson en litres pour 1 000 individus (poules pondeuses et reproductrices, variations de 10 à 25 % en fonction du type d'élevage, de la souche...) (Guérin et al, 2011).....	2
Tableau 2. Consommation quotidienne d'eau de boisson en litres pour 1 000 individus (volailles de chair et futures reproductrices) (Guérin et al, 2011). ....	3
Tableau 3. Critères de Potabilité de l'eau avant admission dans l'élevage (anonyme, 2020). ...	5
Tableau 4. Avantages et inconvénients de différents désinfectants (anonyme, 2020).....	9
Tableau 5. Pluviométrie moyenne mensuelle pour la région de Zeribet El Oued de 2012 à 2022 en millimètre (WheatherSpark, 2023). ....	12
Tableau 6. Température moyennes mensuelles pour la région de Zeribet El Oued de 2012 à 2022 en degré Celsius (WheatherSpark, 2023). ....	12
Tableau 7. Potentiel d'hydrogène des eaux de boisson des zones d'études.....	18
Tableau 8. Dureté totale de l'eau de boisson des zones d'études.....	19
Tableau 9. Teneur en nitrates et nitrites des eaux de boisson de la région de Zeribet El Oued	20
Tableau 10. Teneur en phosphate des eaux de boisson de la région de Zeribet El Oued. ....	21
Tableau 11. Teneur en matières organique des eaux de boisson de la région de Zeribet El Oued. ....	22
Tableau 12. Taux de fer de l'eau de boisson des établissements avicoles.....	23
Tableau 13. Résultats de l'enquête sur les installations hydriques.....	25
Tableau 14. Normes physico-chimique de l'eau de boisson.....	31

## Liste des figures

Figure 1. Abreuvoir siphonide sale, avec rejection d'aliment et dépôt de biofilm (Guérin et al, 2011).....	4
Figure 2. Godets de récupération sous les pipettes sales (Guérin et al, 2011). ....	4
Figure 3. Réservoir d'eau en plastique (anonyme, 2020). ....	6
Figure 4. Schéma d'une coupe transversale d'une canalisation recouverte de biofilm (anonyme, 2018).....	7
Figure 5. Caméra endoscopique (anonyme, 2018).....	8
Figure 6. Pompes doseuses (anonyme, 2010) .....	8
Figure 7. Abreuvoirs d'élevage (anonyme, 2020). ....	9
Figure 8. Localisation de Zeribet El Oued (source des prélèvements) .....	11
Figure 9. Prélèvement d'eau d'un abreuvoir (photo originale). ....	13
Figure 10. Prélèvement d'eau du réservoir (photo originale). ....	13
Figure 11. Laboratoire de contrôle de qualité et de conformité Moussaoui. ....	17
Figure 12. Représentation du pH des eaux de boissons des zones d'études.....	18
Figure 13. Représentation de la dureté de l'eau des eaux de boissons des zones d'études.....	19
Figure 14. Représentation des nitrates des eaux de boissons des zones d'études.....	20
Figure 15. Représentation des nitrites des eaux de boissons des zones d'études .....	20
Figure 16. Représentation de phosphate des eaux de boissons des zones d'études.....	21
Figure 17. Représentation des matières organique des eaux de boissons des zones d'études..	22
Figure 18. Représentation du fer des eaux de boissons des zones d'études .....	23
Figure 19. Installation d'eau de boisson avicole (photo originale).....	25
Figure 20. Abreuvoirs de type plastique (photo originale). ....	26
Figure 21. Abreuvoirs de type galvanisés (photo originale). ....	26
Figure 22. Réservoir d'eau à destination avicole contenant des biofilms (photo originale)....	27
Figure 23. Réservoir d'eau a destination avicole contenant des nuisibles (photo originale)....	27
Figure 24. Abreuvoir sale (photo originale). ....	28
Figure 25. Réservoir d'eau sale (photo originale). ....	28
Figure 26. Tuyau d'alimentation réservoir - abreuvoir sale (photo originale). ....	29

## Liste des abréviations

<b>Bar</b>	Unité de pression
<b>Ca</b>	Calcium
<b>CaCO<sub>3</sub></b>	Carbonate de calcium
<b>EDTA</b>	Acide éthylène diamine tétra-acétique
<b>°F</b>	Degré français
<b>Mg</b>	Magnésium
<b>NaOCl</b>	Hypochlorite de sodium
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	Nitrate
<b>NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	Nitrite
<b>pH</b>	Potentiel d'hydrogène
<b>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b>	Phosphate
<b>ppm</b>	Partie par million
<b>PVC</b>	Polychlorure de Vinyle
<b>TH</b>	Dureté de l'eau

# **Introduction**

L'eau est un nutriment essentiel à la vie. Il fait partie intégrante de nombreuses fonctions physiologiques. En aviculture, toute dégradation de la qualité de l'eau ; aura un impact négatif sur les performances, la santé et le bien-être des animaux. Ceci est particulièrement important si l'on considère que l'eau potable est un moyen essentiel de transmission des différents pathogènes (virus, bactéries et des protozoaires). De plus, l'eau de boisson est fréquemment utilisée pour administrer des additifs nutritionnels, des vaccins et des médicaments vétérinaires (Edwards, 2018).

L'eau d'abreuvement est utilisée pour le traitement collectif des animaux par différents médicaments (antibiotiques, anti-inflammatoires, vermifuges...). Dans la filière avicole, il s'agit même de la principale voie d'administration pour les antibiotiques oraux, l'aliment arrivant en seconde position. Par rapport à ce dernier, l'eau présente notamment l'avantage de permettre des traitements plus ciblés, réactifs et flexibles, à condition toutefois que les élevages soient équipés d'une pompe doseuse ou d'un bac et que les éleveurs maîtrisent les conditions de leur utilisation (Hémonic et *al.*, 2020).

En effet, lorsqu'on leur fournit une eau de bonne qualité, les animaux d'élevage boivent plus, mangent plus et prennent du poids plus rapidement. Il faut mentionner aussi qu'une eau de meilleure qualité peut entraîner une diminution de la morbidité et des problèmes de santé des animaux.

Les conséquences de la pollution de l'eau d'abreuvement sont multiples et diverses, d'un point de vue bactériologique il peut être responsable des troubles digestifs et des diarrhées chez les oiseaux, en revanche un excès de certains éléments chimique d'eau peut être responsable de baisse de performance, Retards de croissance, Toxicité pouvant entraîner la mort à forte dose ingérée (Ramet et *al.*, 2022).

Malgré son importance, l'eau est souvent négligée et il n'est pas surprenant qu'elle soit souvent appelée « le nutriment oublié ». Ainsi, L'objectif principal de ce travail est de développer une compréhension de la qualité physico-chimique de l'eau d'abreuvement et de sa gestion en aviculture dans la région de Zeribet El Oued et, par conséquent, des impacts qu'elle peut avoir sur les performances, la santé et le bien-être des volailles.

# **Partie Bibliographique**

# **Chapitre 1**

**Eau de boisson en  
aviculture, importance,  
critères de potabilité,  
équipements et gestion**

## 1.1. Importance de l'eau de boisson chez les volailles

### 1.1.1. L'eau, élément essentiel à la vie et la production des volailles

L'eau de boisson revêt une importance capitale dans toute spéculation d'élevage en constituant à la fois le premier aliment de la nutrition animale et un support idéal pour recevoir et véhiculer les médicaments et les compléments indispensables au bon développement de l'élevage intensif. En effet l'eau est indispensable à la vie des volailles.

Elle représente 70 % du poids d'un œuf à couver, 85 % du poids d'un poussin d'un jour et 60% du poids d'un poulet de 60 jours (El Hraiki et *al*, 2021). En plus d'être le premier composant corporel, elle est impliquée dans de nombreux processus métaboliques en tant que principal solvant du vivant (anonyme, 2020).

**Tableau 1.** Consommation quotidienne d'eau de boisson en litres pour 1 000 individus (poules pondeuses et reproductrices, variations de 10 à 25 % en fonction du type d'élevage, de la souche...) (Guérin et *al*, 2011).

Poule pondeuse d'œufs de consommation	200 à 250 litres
Poule reproductrice	220 à 280 litres
Dinde reproductrice	500 à 700 litres
Cane reproductrice	500 à 800 litres
Pintade reproductrice	200 à 250 litres
Pigeon reproducteur	80 à 120 litres

**Tableau 2.** Consommation quotidienne d'eau de boisson en litres pour 1 000 individus (volailles de chair et futures reproductrices) (Guérin et *al*, 2011).

<b>Semaine</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>Poulet standard</b>	60	120	190	230	290	350	410								
<b>Poulet label</b>	35	40	60	80	100	110	120	140	160	180	200	200	200		
<b>Poulette</b>	40	50	60	70	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
<b>Dindon</b>	75	110	160	230	300	350	390	430	470	500	540	580	650	740	780
<b>Pintade</b>	25	40	50	70	90	110	120	130	135	140	150	170	175		
<b>Canard</b>	90	150	200	330	450	555	570	580	590	600	600				
<b>Faisan</b>	15	30	50	70	85	100	120	130	135	140	145	145	145	150	150
<b>Caille</b>	15	20	25	30	33	35									
<b>Perdrix</b>	7	11	16	22	27	32	37	39	42	44	45	46	47	48	49

### 1.1.2. Les risque de l'eau polluée

Une eau de mauvaise qualité «polluée» peut non seulement causer de nombreux échecs thérapeutiques, mais aussi, être un facteur prédisposant de tout un éventail de pathologie d'étiologies diverses (chimique, bactérienne, virale ou parasitaire) et causer des dégâts pour le matériel utilisé dans l'élevage de volailles. A titre d'exemple, une eau dure ou trop riche en calcium (Ca) et en magnésium (Mg), peut causer l'accumulation de tartre dans les tuyaux et risque de bloquer les abreuvoirs automatiques et autres équipements (El Hraiki et *al*, 2021).

Même si elle reste un milieu inorganique, l'eau peut être la source de transmission de microbes (virus, bactéries), champignons, parasites et polluants (métaux lourds, pesticides, etc....) (bulletin technique Hubbard, 2020). La présence de micro-organismes dans l'eau est due à la contamination des puits et des sources par des matières fécales (présence de streptocoques fécaux, d'entérobactéries) ou à l'encrassement des réseaux de distribution qui deviennent alors des lieux privilégiés de multiplication bactérienne (attention aux cuves et aux circuits d'eau extérieurs ou à l'air libre) (Guérin et *al*, 2011).

Il est quasiment impossible de conserver une hygiène irréprochable des sources d'abreuvement, qui sont souvent polluées par les déjections et autres excréta (abreuvoirs, flaques d'eau des parcours extérieurs). L'utilisation de pipettes limite ce risque, mais ne résout pas les pollutions en amont (essentiellement chimiques et microbiologiques). (Guérin et *al*, 2011).



**Figure 1.** Abreuvoir siphon sale, avec rejection d'aliment et dépôt de biofilm (Guérin et al, 2011).



**Figure 2.** Godets de récupération sous les pipettes sales (Guérin et al, 2011).

### 1.1.3. Critères de potabilités d'eau d'abreuvement

On distingue trois types de critères de potabilité : les critères physico-chimiques et les critères bactériologiques et organoleptiques.

#### 1.1.3.1. Qualité bactériologique

L'eau ne doit pas contenir d'agents pathogènes (virus, bactéries, parasites...) qui représenteraient un risque immédiat;

#### 1.1.3.2. Qualité physicochimique

L'eau ne doit pas contenir d'éléments chimiques indésirables ou toxiques qui entraîneraient des risques à moyen et long termes. La teneur naturelle en sels minéraux doit être équilibrée de façon à ne pas induire dans les canalisations des phénomènes d'entartrage ou de corrosion.

Il est essentiel de connaître la qualité physico-chimique de l'eau d'abreuvement car, dans certaines conditions, elle peut entraîner :

Des échecs de désinfection de l'eau (ex : efficacité réduite de la chloration en eau basique ou riche en fer).

Des échecs de traitements administrés via l'eau de boisson (ex : certains antibiotiques précipitent en eau dure et basique) ;

Des problèmes de sous-abreuvement des animaux (liés au développement de biofilm ou au colmatage des tuyaux).

Il convient de réaliser au moins une fois tous les 2 ans une analyse physico-chimique de l'eau.

**Tableau 3.** Critères de Potabilité de l'eau avant admission dans l'élevage (anonyme, 2020).

Critères de potabilité				
Physico-chimiques		Bactériologiques		
Indicateur	Valeurs		Paramètres	Préconisations
pH	5,5-6,5	Flore Totale	Germes Totaux	
Dureté	100 à 150 ppm CaCO <sub>3</sub>		à 22°C	<100 (dans 1 ml)
Fer	<0,2 mg/l		à 37°C	<10 (dans 1 ml)
Manganèse	<0,05 mg/l	Flore indicatrice (germes fécaux)	Coliformes totaux	0 (dans 100 ml)
Nitrates	<50 mg/l		E. coli fécaux	0 (dans 100 ml)
Nitrites	<0,1 mg/l		Entérocoques intestinaux	0 (dans 100 ml)
Ammonium	<0,5 mg/l		Bactéries sulfito-réductrices	0 (dans 20 ml)
Matières organiques	<2 mg O <sub>2</sub> /l			

### 1.1.3.3. Qualité organoleptique

L'eau doit être agréable à boire, claire, fraîche, sans odeur.

## 1.2. Equipements et gestion d'eau de boisson

### 1.2.1. Stockage de l'eau dans le bâtiment

A son arrivée a la ferme, les contenants utilisés pour le stockage de l'eau devront être adaptés pour conserver l'ensemble de ses qualités. Pour ce faire, il est important d'observer quelques règles de base :

Le PVC et les polyéthylènes sont les matériaux qui doivent être utilisés pour la construction de bac d'eau et l'ensemble de l'installation (circuits, canalisation) par ce qu'ils limitent le développement du biofilm (Amairi, 2021).

- ✓ Le réservoir doit être bien fermé afin d'éviter les entrées de matière organique et protégé du soleil pour éviter le réchauffement d'eau.
- ✓ Il faut éviter la stagnation de l'eau dans le réservoir ;
- ✓ Il faut vider et nettoyer le(s) réservoir(s) pendant le vide sanitaire ;
- ✓ Il faut empêcher tout contact des autres animaux avec l'eau.

Une fois le stockage correctement réalisé, l'eau peut recevoir les traitements nécessaires.

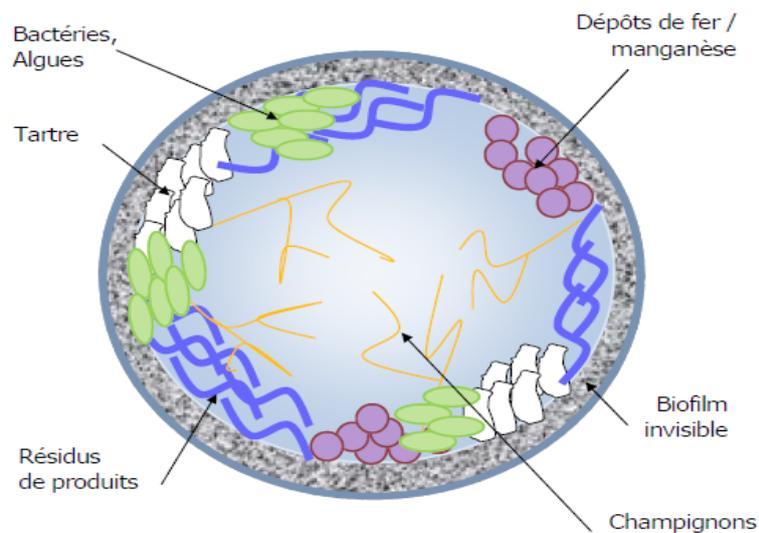


**Figure 3.** Réservoir d'eau en plastique (anonyme, 2020).

### **1.2.2. Les canalisations**

La propreté du circuit d'acheminement d'eau depuis le réservoir central de la ferme jusqu'aux bacs à eau dans le bâtiment ou aux abreuvoirs est très important.

La purge des circuits d'eau et des lignes de pipettes l'est tout autant, et ce davantage pendant le démarrage des poussins ou le débit d'eau est faible et la température ambiante du bâtiment plus élevée qu'en période de production. Il est conseillé de purger les circuits d'eau au moins une fois par jour pendant le démarrage, puis au moins une ou deux fois par semaine pour réduire la croissance du biofilm.



**Figure 4.** Schéma d'une coupe transversale d'une canalisation recouverte de biofilm (anonyme, 2018).

La désinfection et l'entretien des circuits de distribution doivent être réalisés pendant les périodes de vide sanitaire. Au préalable, un protocole de nettoyage doit être suivi scrupuleusement afin d'assurer par la suite une bonne désinfection des circuits d'eau sans pour autant dégrader les installations. Ainsi, le circuit doit initialement être nettoyé avec une base forte pour éliminer les dépôts organiques, puis rincé avec de l'eau claire sous pression (1-2 bar), si possible, afin d'améliorer grandement l'élimination du biofilm.

Ensuite, un acide fort ou l'acide citrique doit être utilisé pour retirer les dépôts minéraux souvent observés en cas d'eau dure. Un rinçage final dans les conditions précédentes est nécessaire. Les peroxydes peuvent être également utilisés en alternative au protocole base/acide. De plus, des systèmes de nettoyage mécanique par injection alternée air/eau aident au décapage des canalisations par effet de coup de bélier. Enfin, le circuit – de préférence sèche au préalable pour de meilleurs résultats – pourra être désinfecté avec du chlore ou un autre désinfectant homologue, les canalisations restant en eau « désinfectante » seront rincées peu avant l'arrivée des animaux. La qualité du nettoyage peut être vérifiée par l'utilisation d'un endoscope (Hubbard bulletin technique, 2020).



**Figure 5.** Caméra endoscopique (anonyme, 2018)

### 1.2.3. Pompes doseuses

Le choix d'une pompe doseuse doit être étudié, et le matériel doit être adapté et correctement installé. Son utilisation nécessite une attention particulière et un entretien régulier afin d'assurer un bon fonctionnement et une incorporation régulière au débit souhaité. Si le circuit d'eau est mal conçu ou insuffisamment étudié, des « volumes morts » et des « bras morts » peuvent se créer et constituer des sources de contaminations importantes car l'eau y stagne.



**Figure 6.** Pompes doseuses (anonyme, 2010)

### 1.2.4. Abreuvoirs

Plusieurs modèles d'abreuvoirs sont utilisés en bâtiment d'élevage. Les abreuvoirs de type cloches, godets ou pipettes sont les plus répandus et sont très efficaces pour peu qu'ils soient correctement entretenus.



Figure 7. Abreuvoirs d'élevage (anonyme, 2020).

### 1.2.5. Désinfection de l'eau de boisson

En élevage de volailles de chair, les procédés de nettoyage et de désinfection des canalisations d'eau sont mis en place systématiquement lors du vide sanitaire. (Brilland et al, 2017). Différents produits sont disponibles sur le marché pour le traitement et la désinfection de l'eau de boisson des volailles. Les avantages et inconvénients de chaque désinfectant sont listés dans le Tableau 4 ci-dessous.

Tableau 4. Avantages et inconvénients de différents désinfectants (anonyme, 2020).

Produit	Concentration recommandée	Avantages	Inconvénients
Chlore	0,5-3 ppm en fonction du pH de l'eau	Manipulation facile, bonne qualité désinfectante, faible coût	Nécessite un environnement chimique de l'eau très spécifique (pH, ions, matière organique), instable si conservé incorrectement
Peroxyde d'hydrogène	30-50 ppm	Large spectre, pas sensible aux différents pH, très bonne action sur les biofilms	Coût élevé, corrosion des pièces métalliques, inactivé par la matière organique
Dioxyde de Chlore	0,5-1 ppm	Rémanence importante, ne réagit pas avec l'ammoniaque, détruit le biofilm et empêche sa formation	Coût élevé, problèmes d'interaction avec certains antibiotiques, équipement spécifique et manipulation de produits dangereux (acides forts/dichlore)

# **Partie Expérimentale**

# **Chapitre 2**

## **Matériel et méthodes**

## 2.1. Description de la zone d'étude

### 2.1.1. Situation géographique

Cette étude a été menée dans le la daïra de Zeribet El Oued, cette dernière est localisée dans l'extrême-est de la wilaya de Biskra. Les échantillons d'eau examinés ont été prélevés sur différentes communes comme sont indiqué sur la figure 8 dont les points en couleur rouge, notamment commune Zeribet El Oued (zone Liana) et commune El Feidh (03 zones : Les Frères Harzli (Tomas) et Rouijel et Tenouma).le climat désertique sec et chaud et le climat principal du daïra de zeribet el oued (classification de Koppen : BWh).



**Figure 8.** Localisation de Zeribet El Oued (source des prélèvements)

Le choix de la région d'étude a été motivé par la présence des élevages avicoles. Le choix obéit également au critère de la collaboration des éleveurs. En effet il était nécessaire de connaître des intermédiaires pour avoir un accord des aviculteurs pour participer volontairement à notre étude.

Voici les différentes sous-zones faisant l'objet de la présente étude :

- ✓ Rouigel.
- ✓ Tomas (deux élevages 1 et 2).
- ✓ Tenouma.
- ✓ Liana.

### 2.1.2. Précipitations

La précipitation est la quantité d'eau météorique, total, liquide ou solide qui tombe sur une surface horizontale déterminée, appelée la section pluviométrique. C'est un facteur climatique très important conditionnant l'écoulement saisonnier et par conséquent le régime des cours d'eau ainsi que celui des nappes (Bouteraa, 2010).

**Tableau 5.** Pluviométrie moyenne mensuelle pour la région de Zeribet El Oued de 2012 à 2022 en millimètre (WheatherSpark, 2023).

	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
<b>Moyenne</b>	16,5	12,0	15,8	16,9	15,0	8,6	2,7	7,1	16,6	16,0	16,7	10,5

### 2.1.3. Températures

La température est aussi importante dans l'étude du climat, elle joue un rôle important dans la détermination des paramètres climatiques particulièrement la détermination du bilan hydrologique (Zerrouki, 2013).

**Tableau 6.** Température moyennes mensuelles pour la région de Zeribet El Oued de 2012 à 2022 en degré Celsius (WheatherSpark, 2023).

	Janv.	Fév.	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
<b>Moyenne</b>	12	14	17	21	26	31	34	34	29	24	17	13

## 2.2. Matériel et méthode

### 2.2.1. Échantillonnage

Les prélèvements d'eau ont concerné les élevages de poulets de chair car c'est l'activité dominante dans ces régions. Deux prélèvements d'eau ont été effectués dans chaque exploitation avec une enquête sur chaque'une permettant d'avoir toutes les informations sur la distribution d'eau dans l'exploitation intéressée. L'échantillon a été prélevé dans une bouteille en plastique de 500 ml, le premier prélèvement a été réalisé au niveau du réservoir (figure 10) et le deuxième au niveau des abreuvoirs (figure 9), après, les échantillons sont mets dans une glacière portative puis acheminé après une durée de 16 heures du prélèvement au laboratoire privé Moussaoui de contrôle de qualité pour l'analyse des paramètres physico-chimiques.



**Figure 9.** Prélèvement d'eau d'un abreuvoir (photo originale).



**Figure 10.** Prélèvement d'eau du réservoir (photo originale).

### 2.2.2. Analyse des paramètres physico-chimiques

Les analyses des paramètres physico-chimiques ont concerné le pH, la dureté (TH), le fer, les nitrates, le nitrite, le phosphate et la matière organique pour les prélèvements d'eau réalisés sur les réservoirs et la mesure de Potentiel d'hydrogène (pH) pour les prélèvements issus des abreuvoirs. La mesure du potentiel redox de l'eau dans les abreuvoirs permet de

contrôler la qualité de l'assainissement de l'eau. En principe l'existence d'un biofilm dans les canalisations se traduit par une chute du potentiel redox entre les réservoirs et les abreuvoirs (guerin et al, 2012).

#### **2.2.2.1. Potentiel d'hydrogène (pH)**

Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre portatif (HI 9214) avec électrode à capteur de température intégré. L'appareil a été préalablement étalonné en utilisant des solutions tampon pH 7 puis pH 4 ou pH 10 (El Hraiki et al, 2021)..

#### **2.2.2.2. Dureté totale de l'eau (TH)**

La dureté ou titre hydrotimétrique (TH) a été déterminée par complexation des ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  avec une solution titrée d'EDTA selon la méthode décrite par Rodier (1984). La dureté s'exprime normalement en équivalent de carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ), de calcium (Ca) ou encore de magnésium (Mg). Elle s'exprime aussi en degré hydrotimétrique français ( $^\circ\text{f}$ ). Un degré français équivaut à 10 mg/l de  $\text{CaCO}_3$ , à 4 mg/l de  $\text{Ca}^{2+}$  ou à 2,43 mg/l de  $\text{Mg}^{2+}$ . Il existe aussi des degrés allemands ( $1^\circ\text{f} = 0,56^\circ\text{allemand}$ ) et des degrés anglais ( $1^\circ\text{f} = 0,70^\circ\text{anglais}$ ) (El Hraiki et al, 2021).

#### **2.2.2.3. Détermination des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )**

Les nitrates, ont été déterminés par spectrophotométrie au salicylate de sodium (El Hraiki et al, 2021).

#### **2.2.2.4. Détermination des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )**

Les nitrites, ont été déterminés par spectrophotométrie au salicylate de sodium (el hraiki et al, 2021).

#### **2.2.2.5. Détermination des phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )**

Les phosphates, ont été déterminés par spectrophotométrie au salicylate de sodium (el hraiki et al, 2021).

#### **2.2.2.6. Détermination des matières organique**

Les matières organique, ont été déterminées par méthodes a chaud en milieu acide (T90-50 janvier 1984).

#### **2.2.2.7. Détermination du fer**

Le dosage du fer a été réalisé par spectrophotométrie d'absorption atomique avec flamme (El Hraiki et al, 2021).

### 2.3. Fiche de renseignement

Formulaire ayant pour objectif de collecter des données sur la distribution d'eau dans la les poulaillers visités. La fiche comporte des renseignements sur :

- Les matériaux de construction des circuits d'installation : Le bac de stockage, les abreuvoirs, les lignes d'abreuvoirs, les tuyaux et canalisation reliant le réservoir avec les abreuvoirs, les pompes d'eau....
- L'utilisation de la pompe doseuse : la pompe doseuse c'est une appareil qui intervient dans la distribution des produits dilués dans l'eau avec un débit stable ainsi la distribution de quantité nécessaire d'eau aux poulets en bâtiments d'élevages.
- Le type d'abreuvoirs : il existe deux types de système d'abreuvoir comme suit:

- ✓ ABREUVOIRS RONDS OU COUPELLES (SYSTEME OUVERT)

Ces systèmes ont un coût d'installation inférieur mais entraînent des problèmes tels que, une litière humide, des saisies, et des problèmes d'hygiène de l'eau. La pureté de l'eau avec les systèmes ouverts est difficile à maintenir car les animaux déposent régulièrement des contaminants dans les réservoirs. Un nettoyage journalier est nécessaire ce qui, en plus du travail supplémentaire, entraîne un gaspillage d'eau (Cobb, 2008).

- ✓ LE SYSTEME DE PIPETTES (CIRCUIT FERME)

Il existe deux types de pipettes généralement utilisées :

Des pipettes à haut débit de l'ordre de 80 à 90 ml/mn. Elles créent une gouttelette d'eau à l'extrémité de la pipette et est équipée d'une coupelle pour récupérer tout excès d'eau qui peut couler de la pipette. Généralement 12 animaux par pipette à haut débit est la norme.

Des pipettes à faible débit de l'ordre de 50 à 60 ml/mn. De façon générale, elles n'ont pas de coupelles et la pression est ajustée pour maintenir le débit nécessaire pour satisfaire les besoins des animaux. Généralement, la norme est de 10 animaux par pipette à faible débit (Cobb, 2008).

- Les débits des abreuvoirs : Le débit des abreuvoirs à pipettes doit être vérifié chaque semaine pendant le cycle de croissance pour s'assurer que l'approvisionnement en eau est suffisant pour satisfaire une consommation quotidienne maximum. Le débit des pipettes peut être mesuré en appliquant un récipient doseur sur une pipette en fin de ligne et en laissant s'écouler l'eau pendant une minute. Le volume d'eau récupéré dans le récipient doseur indique le débit de chaque pipette de la ligne d'abreuvement par minute. Un débit trop fort par rapport à l'âge de l'oiseau peut entraîner des fuites et des problèmes associés de litière humide. Un débit trop faible risque de ne pas fournir suffisamment d'eau à tous les oiseaux et

entraîner des problèmes de déshydratation. La mesure du débit statique d'une pipette peut aider à cibler les problèmes d'un système d'approvisionnement en eau.

La consommation d'eau doit alors être surveillée pour vérifier que les oiseaux reçoivent suffisamment d'eau (Cobb, 2008).

- La formation des biofilms : Les biofilms se forment à l'intérieur des conduites d'eau. Elle résulte de la diminution du débit et la contamination bactérienne de l'eau de boisson. Le matériau utilisé dans la conduite d'eau influence le taux de formation du biofilm. À titre d'exemple, les biofilms ont tendance à se former plus rapidement sur les conduites en alcathène et les réservoirs en plastique. L'utilisation de traitements à base de vitamines et de minéraux dans l'eau de boisson peut favoriser la formation du biofilm et l'agrégat de matières dans les conduites (Arbor Acres, 2018).
- Vidange et nettoyage des réservoirs pendant le vide sanitaire : Le vide sanitaire c'est le temps d'arrêt entre les lots ce vide réduira la contamination sur l'élevage. Le temps d'arrêt est défini par la durée qui s'étend entre la réalisation des opérations de nettoyage et de désinfection et la mise en place d'un nouveau lot. La durée du temps d'arrêt dépend de choix économiques, mais plus le temps d'arrêt est étendu entre deux lots, plus le risque de transmission de maladies entre lots sera réduit. Un bon principe empirique, pour les poulets de chair, est de compter 14 jours de temps d'arrêt après le nettoyage et la désinfection avant la mise en place du lot suivant. Les éleveurs déclarent nettoyer les réservoirs avec l'eau contenant le désinfectant avec brossage, suivi de rinçage (Arbor Acres, 2018).
- Contact des autres animaux avec l'eau: c'est-à-dire le contacte directe des oiseaux sauvages ou rongeurs ou les nuisibles au source d'eau ou l'équipement d'installation de circuit d'eau des bâtiments d'élevage en bouchant correctement les accès possibles (Arbor Acres, 2018).
- La solution mère est préparée tous les jours: la solution mère signifie une préparation qui contient un mélange de médicament avec l'eau potable (DILUTION) au niveau des réservoirs destiné aux poulets en élevage pour un traitement contre une maladie.
- Utilisation des solubilisant ou des correcteurs de PH: les solubilisant ou les correcteurs des PH sont des produits utilise pour ajuster un tau de ph dans les normes lorsqu'il est élevé ou réduit comme L'hypochlorite de sodium (NaOCl, eau de javel) augmente le pH de l'eau. Trichlor (trichoro-s triazinetrione) qui est du chlore à 90% disponible et qui est sous la forme de pastilles qui relâchent doucement le chlore sur une période de temps ; celles-ci réduisent le pH de l'eau (Arbor Acres, 2018).
- Le rinçage systématique des circuits d'eau après chaque traitement: c'est l'action d'élimination ou dilution d'une substance indésirable qui se trouve a l'intérieur de circuit

d'eau dans le bâtiment d'élevage (canalisation) qui consiste généralement en l'administration d'un fluide.

#### 2.4. Laboratoire d'analyse

Les analyses physico-chimique de cette études étai fait au niveau de laboratoire privé Moussaoui (Figure 11) géré par son propriétaire Moussaoui Messaoud Riad, agréé par la ministère du commerce autorisation N° 15/2020 localise au niveau 177 logements individuels N° 133 Biskra ville spécialisé en :

- ✓ Contrôle de qualité et de conformité physico-chimiques et microbiologiques des produits agroalimentaires, sol, eaux, et des plantes, et produits cosmétiques et parapharmaceutiques et détergents.
- ✓ Analyse d'emballages et expertises.
- ✓ Des formations et accompagnement pour l'installation des systèmes de management et c'est un bureau d'études d'hygiène et société désinfection.
- ✓ Préparation des programme de formation, suivit et accompagnement des entreprises et usines pour l'application des systèmes de qualité alimentaire des produits agricoles et alimentaires et l'obtention des certificats.
- ✓ Avait des conventions avec la chambre de commerce de wilaya de Biskra.
- ✓ La participation dans plusieurs salons d'expositions et plusieurs séminaires et formation national.

Ce laboratoire contient un équipage professionnel et qualifier spécialisé dans le domaine du contrôle de qualité avec des équipements d'analyses dernier crée ainsi l'utilisation des derniers techniques tous sa permet l'obtention des résultats exactes et rapides.



**Figure 11.** Laboratoire de contrôle de qualité et de conformité Moussaoui (photo originale).

# **Chapitre 3**

## **Résultats et discussion**

### 3.1. Résultats

Les résultats de cette étude sont divisés en trois :

- En premier lieu c'est les résultats d'analyse physico-chimique de l'eau de boisson destiné aux volailles dans les différents poulaillers visités.
- En deuxième lieu c'est les résultats obtenus concernant les différentes matières et équipements introduit et installer pour l'abreuvement des volailles dans les différents poulaillers visités.
- En troisième lieu c'est le respect de nettoyage et désinfection de circuit d'eau.

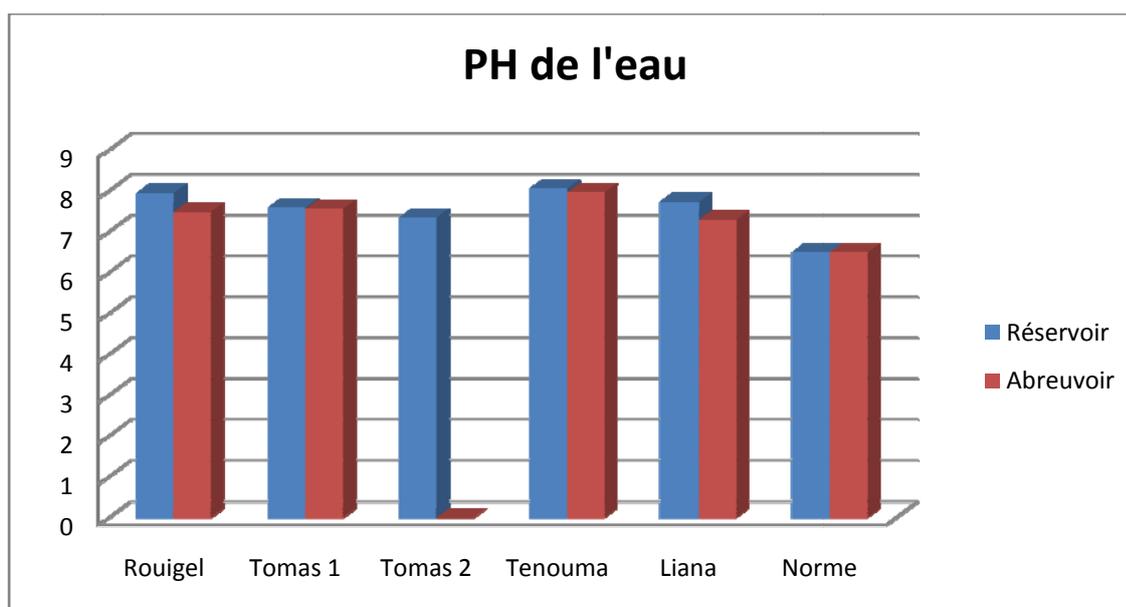
#### 3.1.1. Résultats physico chimique

##### 3.1.1.1. Potentiel d'hydrogène

Les données obtenues quant aux résultats pour le pH dans les différentes zones d'étude sont retranscrits comme suit :

**Tableau 7.** Potentiel d'hydrogène des eaux de boisson des zones d'études

Sous-zones	Réservoir	Abreuvoir
Rouigel	7.95	7.49
Tomas 1	7.60	7.57
Tomas 2	7.35	/
Tenouma	8.06	7.97
Liana	7.74	7.30



**Figure 12.** Représentation du pH des eaux de boissons des zones d'études

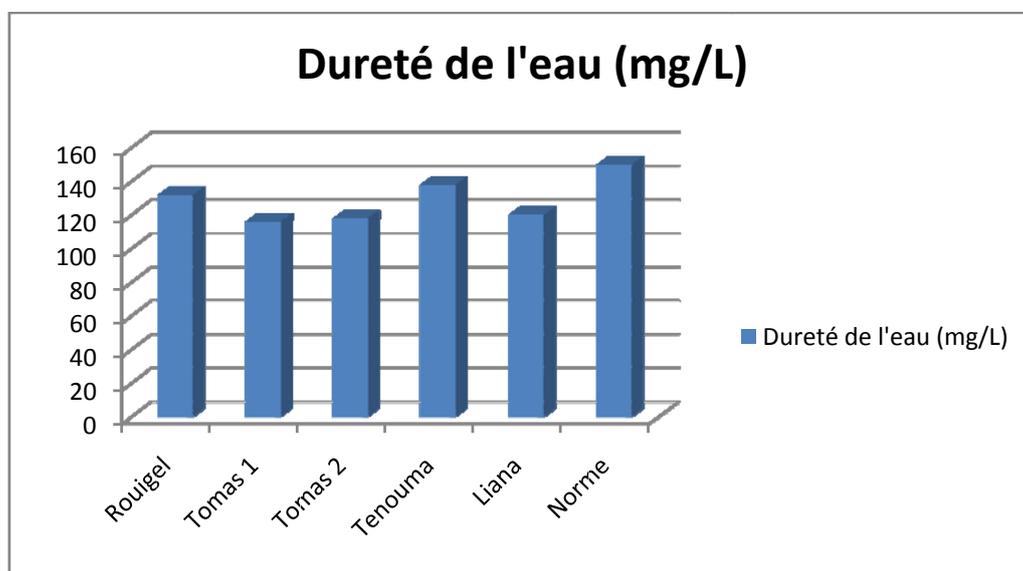
Les résultats obtenus de pH les plus élevés que les normes des eaux de boisson des volailles au niveau des réservoirs sont 8.06 et 7.95 et 7.74 ces derniers sont observés au niveau des bâtiments d'élevage des zones Tenouma et Rouigel et Liana respectivement. Le pH le plus élevé que les normes des eaux de boisson des volailles au niveau des abreuvoirs sont 7.97 et 7.57 et 7.49 pour Tenouma et Tomas 1 et Rouigel respectivement. Le plus grand écart enregistré concerne la zone de Rouigel avec une différence conséquente de 0.46. Concernant le pH, les quatre fermes avicoles étudiées présentent des taux pour les abreuvoirs inférieurs à ceux des réservoirs.

### 3.1.1.2. Dureté totale de l'eau des réservoirs

L'étude de la dureté de l'eau dans les différents réservoirs a donné les résultats suivants :

**Tableau 8.** Dureté totale de l'eau de boisson des zones d'études

Sous-zones	Réservoir (mg/L)
Rouigel	132
Tomas 1	116
Tomas 2	118
Tenouma	138
Liana	120



**Figure 13.** Représentation de la dureté de l'eau des eaux de boisson des zones d'études

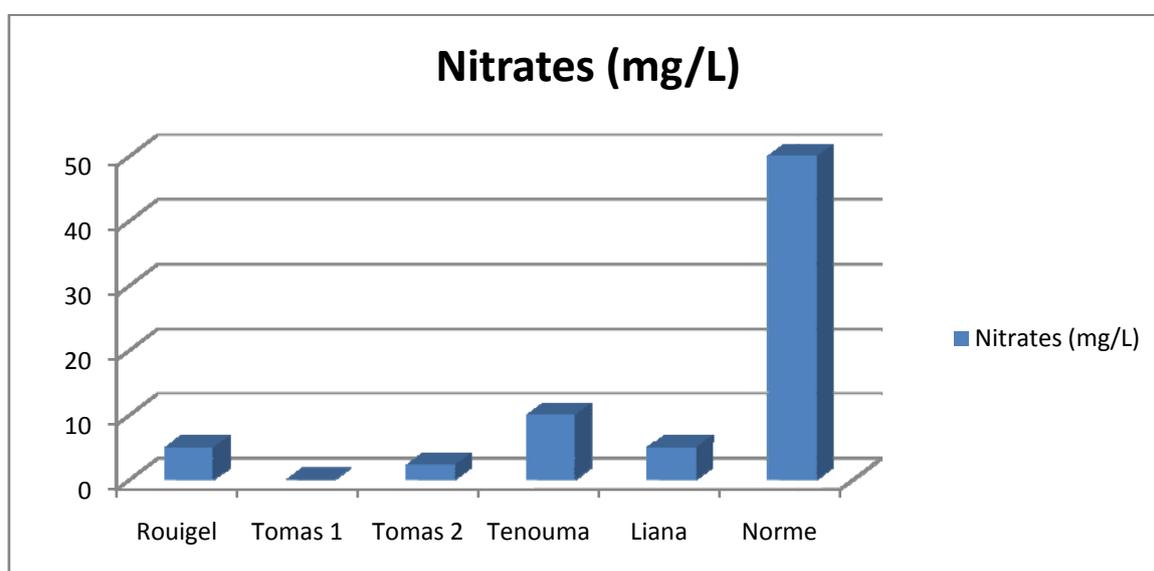
La dureté de l'eau contenue dans les différents réservoirs présente un panel allant de 116 mg/L pour la ferme étudiée à Tomas 1 à 138 mg/L pour celle de Tenouma, donc les valeurs sont dans les normes.

### 3.1.1.3. Détermination des nitrates et nitrites dans les réservoirs

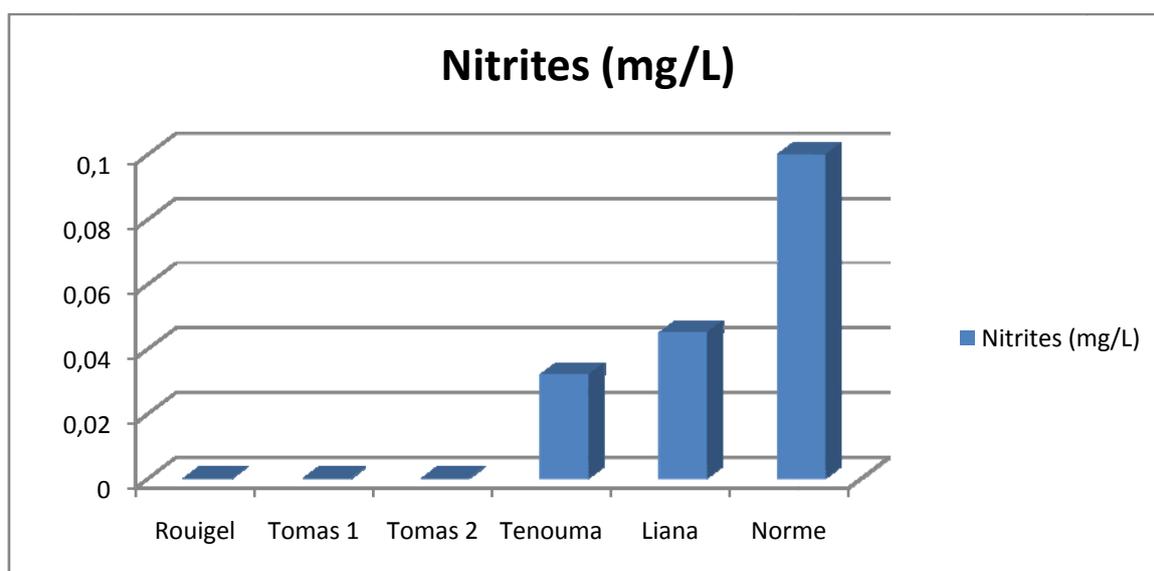
Concernant les nitrates et les nitrites les résultats obtenus par le laboratoire sont retranscrits ci-dessous :

**Tableau 9.** Teneur en nitrates et nitrites des eaux de boisson de la région de Zeribet El Oued

Sous-zones	Nitrates (mg/L)	Nitrites (mg/L)
Rouigel	5	0
Tomas 1	0	0
Tomas 2	2.3	0
Tenouma	10	0.032
Liana	5	0.045



**Figure 14.** Représentation des nitrates des eaux de boissons des zones d'études



**Figure 15.** Représentation des nitrites des eaux de boissons des zones d'études

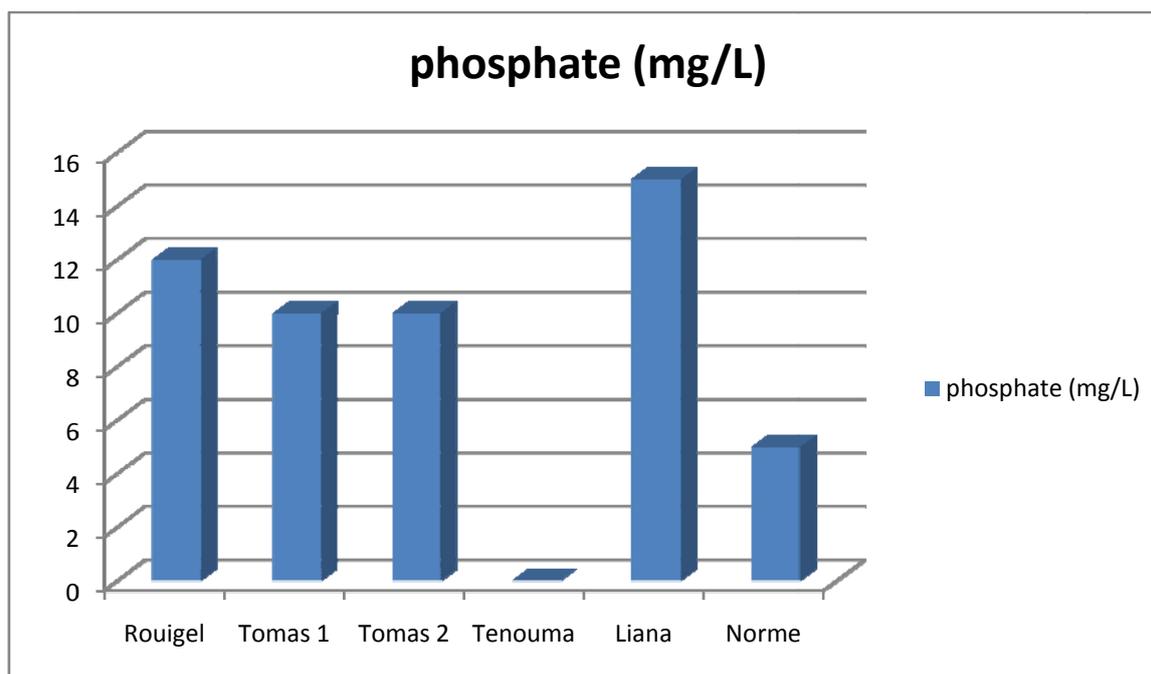
Pour la poursuite de l'étude c'est le paramètre des nitrites / nitrates au sein des différents réservoirs qui est mis en avant. Le taux moyen de nitrates est nul pour la zone de Tomas et atteint 10 mg/L pour celle de Tenouma. Concernant le taux moyen de nitrites les sous zones de Rouigel et Tomas présentent des taux nuls, le taux le plus élevé est observé dans l'établissement avicole de Liana avec 0.045 mg/L.

#### 3.1.1.4. Détermination du phosphate en présence dans les réservoirs

Les résultats traitants du phosphate en présence dans les réservoirs d'eau avicoles sont les suivants :

**Tableau 10.** Teneur en phosphate des eaux de boisson de la région de Zeribet El Oued.

Sous-zones	phosphate (mg/L)
Rouigel	12
Tomas 1	10
Tomas 2	10
Tenouma	0
Liana	15



**Figure 16.** Représentation de phosphate des eaux de boissons des zones d'études.

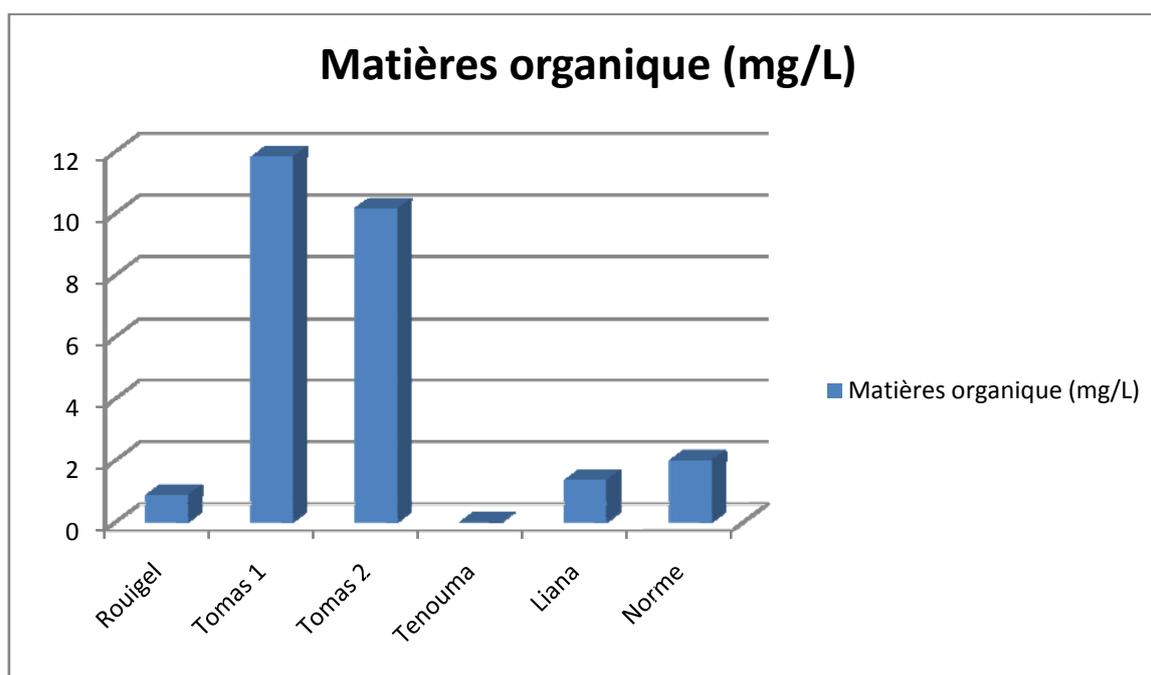
Les résultats obtenues montrent que le niveau de phosphate le plus élevé est celui des eaux avicoles de la zone de Liana avec 15 mg/L et rouigel avec 12 mg/l et tomas 1et 2 avec 10 mg/l. Le moins élevée est celui de Tenouma avec une valeur nulle donc dans les normes. Les deux zones d'étude de Tomas présentent la même teneur avec 10 mg/L. donc toutes les

zones étudiées ne dépassent pas les normes de taux du phosphate sauf une seule zone qui est dans les normes.

### 3.1.1.5. Détermination des matières organiques en présence dans les réservoirs

**Tableau 11.** Teneur en matières organiques des eaux de boisson de la région de Zeribet El Oued.

Sous-zones	Matières organiques (mg/L)
Rouigel	0.88
Tomas 1	11.84
Tomas 2	10.16
Tenouma	0
Liana	1.36



**Figure 17.** Représentation des matières organiques des eaux de boisson des zones d'études.

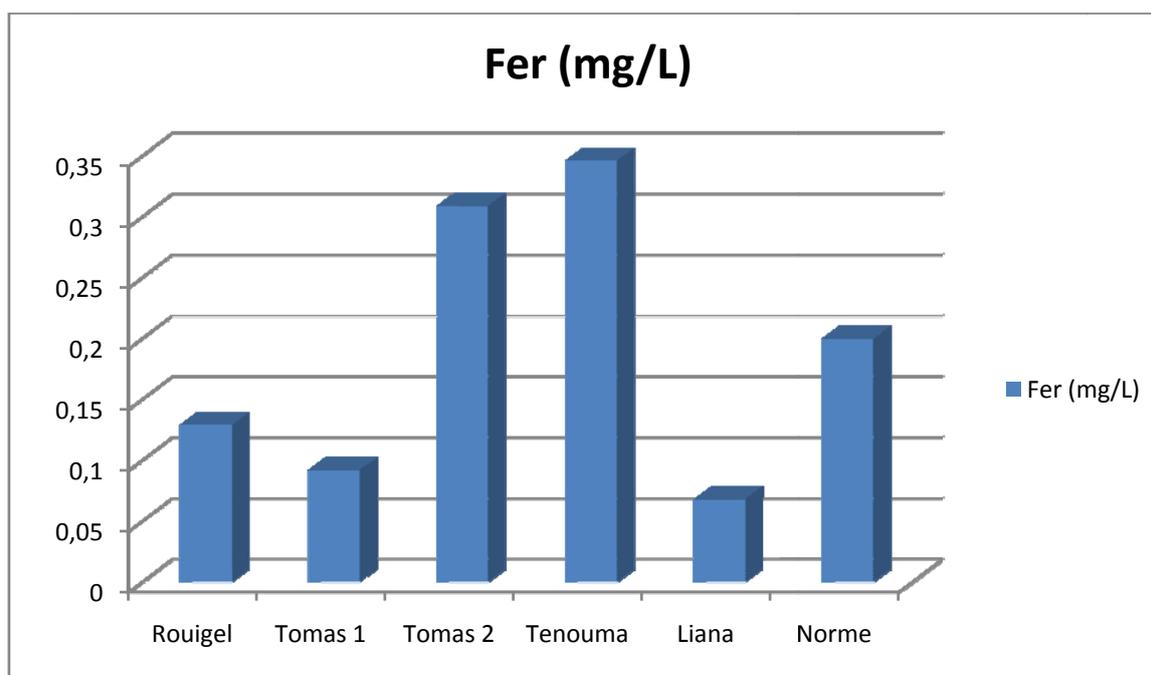
Concernant les matières organiques le schéma ci-dessus, présente un panel de résultats avec des valeurs allant de 0 à 11.84 mg/L. Les valeurs sont donc nulles ou quasi-nulles pour les zones de Tenouma et Rouigel avec 0 et 0.88 mg/L, respectivement. Tandis que le taux est plus élevé que les normes dans les zones Tomas1 et Tomas2 (11.84 mg/l et 10.16 mg/l), respectivement.

### 3.1.1.6. Détermination du fer en présence dans les réservoirs

Les résultats traitants du fer en présence dans les réservoirs d'eau avicoles sont les suivants :

**Tableau 12.** Taux de fer de l'eau de boisson des établissements avicoles.

Sous-zones	Fer (mg/L)
Rouigel	0.129
Tomas 1	0.092
Tomas 2	0.309
Tenouma	0.346
Liana	0.068



**Figure 18.** Représentation du fer des eaux de boissons des zones d'études

Le paramètre ferreux étudié au sein des eaux des réservoirs avicoles de la région de Zeribet El Oued offre un panel s'étendant de 0.068 mg/L à 0.346 mg/L pour les régions de Liana et Tenouma, respectivement. Dont le tau de fer le plus élevé que la norme est observer dans les régions de Tenouma et tomas 2 (0.346 mg/l et 0.309mg/l), respectivement. Tendit que les taux de fer des autres régions sont dans les normes.

### 3.1.2. Résultats concernant les matériaux de construction

Les résultats obtenus au cours de visite des différents sites d'élevage concernant :

- Les matériaux de construction des circuits d'installation : on a observé que toutes les installations concernent les tuyaux de raccordement aux abreuvoirs auprès des réservoirs son de matière en plastique.
- L'utilisation de la pompe doseuse : la pompe doseuse qui joue un rôle très important dans la distribution de quantité exacte des médicaments et vaccin et eau potable et conserve un débit stable pour éviter la dispersion des eaux d'abreuvoir et tout traitement destiné aux poulets ou on observe l'absence total de ces pompe doseuse au niveaux de toutes les élevages visité dans tous les régions concerner.
- Les types d'abreuvoirs: les abreuvoirs installé au niveau des bâtiments d'élevage visité dans les différentes régions sont divisé en deux type de matière galvanisé (réglette) et en plastique (siphonide) dont toutes ces systèmes d'abreuvement visité sot circuit ouvert ou en observent l'absence total des abreuvoirs type PVC.

La qualité de la litière est un excellent moyen de contrôler l'efficacité du réglage de la pression d'eau. Une litière mouillée sous la source d'approvisionnement est synonyme d'abreuvoirs trop bas, de pression trop forte ou de ballast insuffisant. Si la litière est très sèche sous les abreuvoirs, cela peut indiquer que la pression est trop faible.

- Le bac de stockage devrait être purgé entre les lots. Dans les climats chauds, les bacs devront être placés dans des endroits ombragés pour éviter l'augmentation de la température de l'eau qui réduirait la consommation. La température idéale de l'eau, pour maintenir une consommation d'eau adéquate, se situe entre 10 et 14°C.
- Les débits des abreuvoirs: le débit des abreuvoir joue un rôle très important dans le gaspillage des eaux distribuer qui transport aussi les différentes médicaments et vaccin avec un taux idéal pour chaque sujet avec l'élimination des perte de quantité oriente comme traitement et boisson mais dans notre étude après les visite au site des différents élevage on observe la perte d'eau au niveau de toutes ces dernier sous les abreuvoirs dont il ya une quantité importante d'eu stagne sur les litières.

**Tableau 13.** Résultats de l'enquête sur les installations hydriques

	<b>Rouigel</b>	<b>Tomas 1 et 2</b>	<b>Tenouma</b>	<b>Liana</b>
<b>Source d'eau utilisée pour l'abreuvement</b>	Forage	Forage	Forage	Forage
<b>Matériel de construction des circuits d'installation</b>	Plastique	Plastique	Plastique	Plastique
<b>Utilisation de la pompe doseuse</b>	Non	Non	Non	Non
<b>Type d'abreuvoirs</b>	Plastique	Galvanisé	Plastique	Galvanisé
<b>Débits des abreuvoirs</b>	Existence d'eau stagnée alentour des abreuvoirs			
<b>Formation des biofilms</b>	Oui	Oui	Oui	Oui
<b>Type de réservoir</b>	plastique	plastique	plastique	metalique

Les élevages avicoles de région de Zeribet El Oued présentent beaucoup de points communs concernant les matériaux infrastructurels utilisés pour l'installation.

Les régions d'élevages visités utilisent le forage comme source d'eau utilisée afin d'abreuver les poules. Les circuits d'installations sont tous en plastique (Figure 19) et sans exception aucun des aviculteurs n'utilise de pompe doseuse au sein de leurs fermes.

**Figure 19.** Installation d'eau de boisson avicole (photo originale).

Les abreuvoirs des sous-zones de Tomas et Liana sont en galvanisé contrairement à celle de Rouigel et Tenouma qui sont en plastique (Figure 20 et 21).



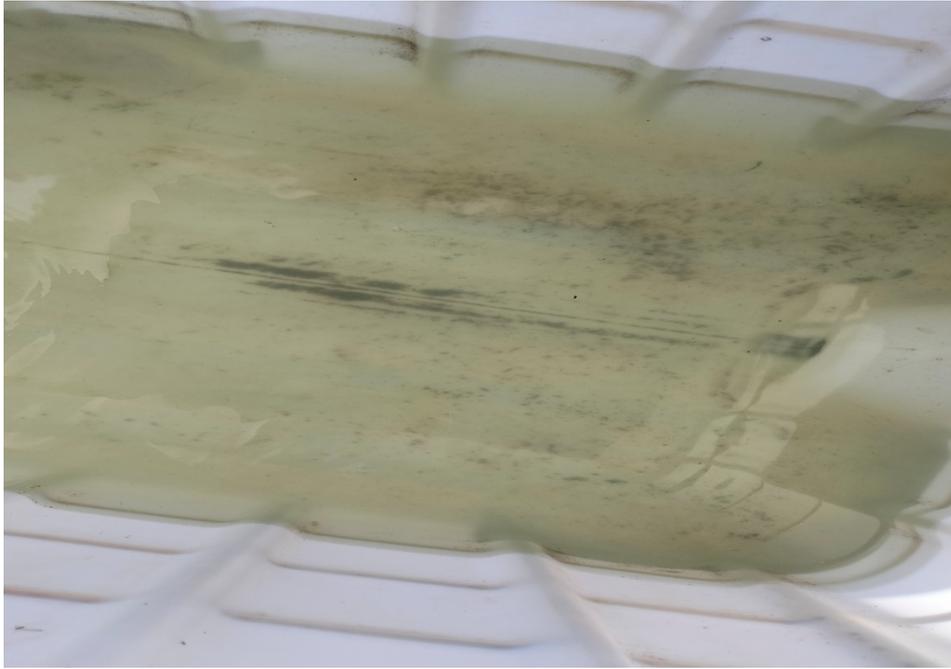
**Figure 20.** Abreuvoirs de type plastique (photo originale).



**Figure 21.** Abreuvoirs de type galvanisés (photo originale).

Au cours de visite, nous avons pu remarquer qu'au niveau du débit des abreuvoirs c'est derniers provoqués des stagnations hydrique aux alentours des abreuvoirs sur la litière (Figure 21) avec la présence des biofilms a l'intérieur ainsi la présence des nuisibles a l'intérieur de certain réservoirs dans les élevages de Liana et Rouigel (Figure 23). Ce cas est valable pour tous les élevages faisant l'objet de notre travail.

Notre investigation met la lumière sur la formation systématique de biofilms au sein des différents élevages (Figure 22).



**Figure 22.** Réservoir d'eau à destination avicole contenant des biofilms (photo originale).



**Figure 23.** Réservoir d'eau a destination avicole contenant des nuisibles (photo originale).

### **3.1.3. Résultats sur l'application des opérations de nettoyage et désinfection de circuit d'eau**

Au cours de visite, nous avons pu remarquer qu'aucune opération de nettoyage ou désinfection n'a été faite au niveau de circuit d'eau dans toutes les bâtiments d'élevages concernant cette étude (Figures 24 et 25 et 26)



**Figure 24.** Abreuvoir sale (photo originale).



**Figure 25.** Réservoir d'eau sale (photo originale).



**Figure 26.** Tuyau d'alimentation réservoir - abreuvoir sale (photo originale).

## **3.2. Discussion**

### **3.2.1. Discussion relative aux valeurs de potentiel d'hydrogène**

Concernant l'eau la communauté scientifique préconise un intervalle de potentiel d'hydrogène allant de 5.5 à 6.5 et donc une eau neutre voir légèrement acide. Les eaux des abreuvoirs sont donc tous supérieurs aux normes en vigueur avec des résultats oscillant entre 7.35 et 8.06 de pH pour les différents réservoirs et de 7.30 à 7.97 pour les différents abreuvoirs.

Il est clair que ces excès peuvent notamment provoquer une diminution de la solubilité de certains antibiotiques, l'inhibition des vaccins, l'augmentation de la prolifération des bactéries de Gram négatif et l'abaissement de l'efficacité de la chloration (Morinière, 2012). La famille des Tétracyclines est la plus consommée en thérapeutique en médecine vétérinaire. Cette famille est souvent utilisée dans la prévention et le traitement des maladies infectieuses chez les volailles. En effet les tétracyclines se précipitent dans les eaux basiques.

De plus, on a constaté une différence de pH entre le réservoir et l'abreuvoir dans tous les prélèvements réalisés, en effet, cela peut rapporter à la formation de biofilms dans les canalisations d'eau et une défaillance dans les opérations de nettoyage et de désinfection (anonyme, 2007).

### **3.2.2. Discussion relative aux valeurs de la dureté totale**

A propos de la dureté de l'eau les normes internationale préconise un taux variant entre 10 et 15 °f soit de 100 mg/L à 150 mg/L d'eau. Les valeurs obtenues chez nos aviculteurs sont donc acceptable car oscillant entre 116 mg/L et 138 mg/L.

Cependant il est important d'avancer que même à ces taux acceptable une variation élevée du taux peut provoquer la formation de complexes insolubles entre les ions calciums, magnésium et les molécules actives des antibiotiques comme le revendique Hubbard bulletin technique (2020).

### **3.2.3. Discussion relative aux valeurs des nitrates et nitrites**

De manière générale, les teneurs des nitrates et des nitrites dans les eaux d'abreuvement des animaux doivent être inférieure à 50 mg/L pour les nitrates et inférieure à 0.1 mg/L pour les nitrites. Les données enregistrées au cours de notre enquête sont donc largement acceptable avec des taux de nitrates allant de 0 à 10 mg/L ainsi que des taux de nitrites oscillant de 0 à 0.045 mg/L.

Des taux faibles ou tolérables de nitrate et nitrite permettent donc d'éviter des troubles digestifs possibles à très forte concentration ainsi que la diminution de l'efficacité des vaccins (Morinière, 2012).

### **3.2.4. Discussion relative aux valeurs du phosphate**

En bref, les taux de phosphates enregistrés dans les eaux des élevages de la région de Zeribet El Oued sont compris entre 0 et 15 mg/L. Nous pouvons donc considérés que les données obtenues sont nettement supérieur aux normes pour la plupart des élevages sauf pour Tenouma avec une valeur inférieure à 5 mg/L.

En cas d'excès, les phosphates peuvent entrainer des perturbations de l'absorption des autres minéraux, des risques de calcification rénale et des troubles du rythme cardiaque (Morinière, 2012).

### **3.2.5. Discussion relative aux valeurs de la matière organique**

Les taux de matières organique dans les eaux d'élevages oscillent entre 0 et 11.84 mg/L. Seul les zones de Rouigel et Tenouma présentent des taux faibles avec 0.88 et 0 mg/L respectivement.

Un taux de matière organique élevé est un indicateur de pollution et de développement des biofilm, Le risque de présence bactérienne est important (anonyme, 2010 et anonyme, 2020).

### **3.2.6. Discussion relative aux valeurs de fer**

La norme concernant le taux ferreux est inférieur ou égale à 0.2 mg/L. Les teneurs en fer sont donc incluses dans la norme avec des valeurs allant de 0.068 à 0.129 mg/L pour les zones de Rouigel, Tomas et Liana, cependant celles obtenues pour Tenouma sont de 0.346 mg/L et donc strictement supérieur aux normes.

L'eau de Tenouma avec son taux de fer supérieur à la teneur acceptable est donc au risque de : dégradation de l'aspect (coloration) et du goût (inappétence) de l'eau, de la

diminution de l'efficacité de la chloration, de développement de microorganismes sur les dépôts internes aux canalisations, ainsi que du risque de colmatage des canalisations (Morinière, 2012).

### 3.2.7. Normes Physico-chimique

**Tableau 14.** Normes physico-chimique de l'eau de boisson.

<b>Interprétation et incidences si les valeurs mesurées sont hors objectifs</b>	
<b>Le pH</b>	<b>Valeurs supérieures (&gt; 8)</b>
<b>5,5 &lt; pH &lt; 6,5</b>	Diminution de la solubilité de certains antibiotiques, inhibition des vaccins Augmentation de la prolifération des bactéries Gram négatif Abaissement de l'efficacité de la chloration
	<b>Valeurs inférieures (&lt; 5)</b>
	Troubles urinaires ou digestifs, fragilisation du squelette Diminution de la solubilité de certains antibiotiques acides Corrosion
<b>La dureté (TH)</b>	<b>Teneurs supérieures (&gt; 20)</b>
<b>10 à 15 °F</b>	Abaissement de l'absorption des oligo-éléments Diminution de la solubilité de certains antibiotiques et vitamines Formation de complexes insolubles entre les ions calcium, magnésium et les molécules actives des antibiotiques Entartrage du matériel (dépôt de calcaire) Précipitation des détergents
	<b>Teneurs inférieures (&lt; 6)</b>
	Carence des animaux en oligoéléments. Influence sur la qualité de la coquille des œufs Diminution de la solubilité des sulfamides Corrosion Solubilisation de métaux lourds
<b>Le fer</b>	<b>Teneurs supérieures (Fe &gt; 1 mg/l et/ou Mn &gt; 0,15 mg/l)</b>
<b>&lt;_0,2 mg/l</b>	Dégradation de l'aspect (coloration) et du goût (inappétence) de l'eau
<b>Le manganèse</b>	Diminue l'efficacité de la chloration
<b>&lt;_0,05 mg/l</b>	Développement de microorganismes sur les dépôts internes aux canalisations Risque de colmatage des canalisations

<b>Les nitrates</b> <_50 mg/	<b>Teneurs supérieures</b> Indicateurs d'une pollution de la ressource en eau Troubles digestifs possibles à très forte concentration Diminution de l'efficacité des vaccins
<b>Les matières organiques</b> <_2mg O2/l	<b>Teneurs supérieures (MO &gt; 5 mg O2/l)</b> Rechercher l'origine de la contamination (infiltrations d'eaux superficielles au captage, ou développement du biofilm)
<b>Les nitrites</b> <_0,1 mg/	<b>Teneurs supérieures</b> Sont souvent associés à une teneur en matière organique élevée Favorisent le développement du biofilm Sont toxiques à faible concentration
<b>Phosphate</b> <_5 mg/L	<b>Teneurs supérieures</b> Les eaux riches en ions phosphates : PO <sub>4</sub> apportent des éléments de croissance aux algues et bactéries, et épuisent les réserves en oxygène dissous dans l'eau par leur prolifération : c'est le phénomène d'eutrophisation rencontré surtout en aval des effluents d'élevage.

### 3.2.8. Discussion relative aux matériaux de construction

Les différents points observés chez les aviculteurs de la région de Zeribet el Oued, montrent que les points capitaux afin d'éviter la colonisation du milieu hydrique par les biofilms sont : le type d'abreuvoirs utilisés et les matériaux de construction des circuits d'installation.

Les 5 élevages utilisent donc le plastique comme circuit d'installation, très peu conseiller car favorisant le développement bactériens de manière quasi systématique (Kazi et al, 2009). Ensuite, les aviculteurs faisant l'objet de la présente étude utilise des abreuvoirs en plastique où encore galvanisé qui provoque la mise en place des biofilms à la surface des zones hydriques contrairement aux abreuvoirs en PVC où en polyéthylènes (Andrews et al, 2009).

En fin, si les paramètres physico-chimiques de l'eau distribuée aux animaux dépassent les valeurs recommandées, elle interférera directement ou indirectement avec les matériaux et équipements du circuit d'eau potable, nuira aux traitements antimicrobiens ou préventifs, et des bactéries potentiellement pathogènes pourront favoriser leur développement. Affectent les performances des animaux (Bengoumi, 2013).

Des maladies digestives peuvent survenir chez le bétail lorsque les paramètres bactériologiques dépassent les valeurs recommandées pour les bactéries indicatrices. Un pourcentage élevé de la flore totale indique une colonisation (Harrat et Achour, 2010).

La canalisation importante du biofilm (bactéries, champignons) invisible mais perceptible au toucher (sensation huileuse). La présence de biofilms augmente considérablement le risque de blocage du système circulatoire (principalement des pipettes) et de développement microbien (Merzoug et *al.*, 2010).

Le PVC et le polyéthylène limitent le développement du biofilm. D'autre part, les traitements permanents peuvent utiliser des arcs galvanisés et des raccords en laiton. L'intérieur présente de grandes irrégularités qui favorisent le biofilm. Le PEHD et le PER sont particulièrement recommandés pour les installations de circuits d'eau en aquaculture (Bengoumi, 2013).

Le type d'abreuvoir a un impact significatif sur le développement du biofilm dans la circulation. A l'inverse, un système de tétine, gobelet (boire en ligne ou boire en bloc de 4-5 tasses) est préconisé, pour contrer le risque de pollution de l'eau (Bengoumi, 2013).

# **Conclusion**

A travers ce modeste travail, nous avons tenter de mettre en place une étude contribuant à l'amélioration des eaux de boissons destinées au animaux et de manière plus particulière à l'aviculture au sein de plusieurs élevages de la daïra de Zeribet El Oued.

C'est donc en s'intéressant aux zones de Rouigel, Tomas, Tenouma et Liana que notre enquête à permis de mettre la lumière sur l'étendu du problème provoqué par l'utilisation d'une aviculture traditionnelle dans l'Est de la Willaya de Biskra.

L'étude des paramètre physico-chimique de l'eau de boisson destinée aux poules à permis de mettre de conclure de l'importance de la neutralité du pH quant à la bonne circulation des vaccins injectés dans l'installation amenant l'eau aux abreuvoirs. En effet les résultats obtenus sont largement supérieur avec des taux allant de 7.49 à 8.06 au niveau des abreuvoirs ce qui ouvre la voie au risque de rendre les vaccins inefficaces sur les volailles.

Les autres paramètres, comme le taux de nitrates, de nitrites la dureté de l'eau et la contenance en fer, étant compris dans les normes nous pouvons avancer que le fait d'avoir trouver systématiquement des biofilms dans les eaux des abreuvoirs où encore dans les canalisations d'alimentation est indépendant de ces derniers.

Enfin, l'étude bactériologiques sur la présence où non de biofilm dans les abreuvoirs permet de démontrer l'inefficacité des matériaux plastiques et galvanisé pour la protection des poules contrairement à celle du PVC où encore du polyéthylène.

En outre, il faut souligner l'importance du nettoyage et de la désinfection des abreuvoirs et réservoirs et ce après chaque traitement appliqué aux animaux d'élevage.

Finalement il est important de signifier que ces résultats peuvent avoir un impact sur la consommation, le métabolisme et le rendement des animaux d'élevage avicoles.

# **Références bibliographiques**

1. Amairi, T. 2021. Résistance aux antibiotiques des Escherichia coli isolés des abattoirs et élevages de poulet de chair au Nord-Est d'Algérie. Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider de Biskra, 142 p.
2. Anonyme. 2007, Eau de boisson en élevage avicole un levier majeur de réussite, Angers, Chambre régionale de l'agriculture des Pays de la Loire, 12 p.
3. Anonyme. 2010, Eau de boisson en élevage cunicole.
4. Anonyme. 2018, Apprendre à caractériser et maîtriser le biofilm dans les canalisations d'abreuvement en élevage de volailles de chair pour améliorer ses résultats économiques, Chambre d'agriculture Pays de la Loire (CAPdL).
5. Anonyme. 2020, Bulletin technique Hubbard, reproducteurs ou poulets de chair : l'importance de la qualité de l'eau.
6. Andrews B F, Campbell D R et Thomas P. 2009. Effects of hypertonic magnesium-sulphate enemas on newborn and young lambs. *Lancet* 2:64-79.
7. Bengoumi D, Chahlaoui A, El Moustaine R, Belghiti L et Samih M. 2013. Typologie de la qualité des eaux des puits utilisées pour l'abreuvement de volailles (Gharb et Meknes Maroc), éditions Mersenne. *Science. Lib* 5: 1-23.
8. Boyne R and Arthur J R. 1986. Effects of molybdenum or iron induced copper deficiency on the viability and function of neutrophils from cattle. *Research in Veterinary Science* 41: 417- 419.
9. Brilland, L., Petersen, C. R., Engelsholm, R. D., Markos, C., Caillaud, C., Trolès, J., & Bang, O. 2017. Increased mid-infrared supercontinuum bandwidth and average power by tapering large-mode-area chalcogenide photonic crystal fibers. *Optics express*, 25(13), 15336-15348.
10. Edwards, F., Esposito, M. H., & Lee, H. 2018. Risk of police-involved death by race/ethnicity and place, United States, 2012–2018. *American journal of public health*, 108(9), 1241-1248.
11. Guérin J L, Balloy D, Villate D, 2011, Maladies des volailles, 3emeEdition, France agricole, 582 page.
12. El Hraiki, A., Marouane, A., Akchour, M., Abdelmoutaleb, T., Bengoumi, D., Imane, T., Bengoumi, M. 2021. Qualité de l'eau de boisson en élevage avicole au Maroc: Mise au point bibliographique. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 9(3).
13. Harrat N et Achour S. 2010. Pollution physico-chimique des eaux de barrage de la région d'El Tarf. Impact sur la chloration. *Larhyss Journal* 8 : 47-54.

14. Hemonic A., Sanders, P., Vanderhaeghen, W., Fertner, M., Fuchs, K., Obritzhauser, W., Agunos, A., Dewulf, J. 2020. Monitoring of farm-level antimicrobial use to guide stewardship: overview of existing systems and analysis of key components and processes. *Frontiers in veterinary science*, 540.
15. Kazi T G, Arain M B, Jamali M K, Jalbani N, Afridi H I, Sarfraz R A, Baig J A and Shah A Q. 2009. Assessment of water quality of polluted lake using multivariate statistical techniques: A case study. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72 : 301-309.
16. Merzoug D, Khiari A, Aït Boughrouss A et Boutin C 2010 Faune aquatique et qualité de l'eau des puits et sources de la région d'Oum-El-Bouaghi (Nord-Est algérien), *Hydroécol. Appl.* 17 : 77-97.
17. Mornière F. 2012. Chambre d'agriculture Pays de la Loire & ITAVI. Eau de boisson en élevage avicole : un levier majeur de réussite. 12 p.
18. Rämetsä, M., Tiensuu, H., Haapalainen, A. M., Tissarinen, P., Pasanen, A., Määttä, T. A., Huusko, J. M. 2022. Human placental proteomics and exon variant studies link AAT/SERPINA1 with spontaneous preterm birth. *BMC medicine*, 20(1), 1-23.
19. L-1020-02. August 15. 2008. Le guide d'élevage de poulet de chair Cobb. 65p.
20. Arbor Acres. 2018. Le guide d'élevage de poulet de chair. 161p.

# Résumés

## ملخص

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تحديد جودة مياه الشرب في مزارع دجاج اللحم الواقعة بدائرة زربية الوادي من خلال دراسة المعايير الفيزيائية والكيميائية لمياه الشرب وإدارتها وتوزيعها داخل أبنية الدواجن. أظهرت نتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية أن درجة الحموضة تتجه نحو القلوية في جميع مياه المزارع التي تمت زيارتها بقيم تتراوح بين 7.49 و 8.06. تم تسجيل مستويات عالية جدا من المواد العضوية في المزرعتين في منطقة توماس. تم الكشف عن مستويات الحديد فوق المعايير في مياه مزارع المارموثيا وتوماس 2 بقيم 0.346 و 0.309 على التوالي. بقية الخصائص المدروسة تتوافق مع المعايير النظامية. لوحظت ممارسات سيئة تتعلق بإدارة وتوزيع مياه الشرب داخل أبنية الدواجن خلال زيارتنا لحظائر الدجاج في مختلف مناطق دائرة زربية الوادي ، وهي:

- استخدام أنواع النايلون والبلاستيك بدلاً من البولي فينيل كلوريد في إنشاء دوائر المياه داخل المباني.
  - استخدام بعض مزارع الدواجن صهاريج ومشارب مصنوعة من الصلب المجلفن لتوزيع المياه على الطيور.
  - عدم استخدام مضخات الجرعات.
  - عدم تطبيق عمليات تنظيف وتعقيم مياه الشرب في جميع المزارع التي تمت زيارتها.
  - وجود العوالق في أنابيب المياه.
  - وجود رواسب من المواد العضوية في خزانات المياه.
  - وجود ملامسة للحيوانات الأخرى بما في ذلك الفئران مع خزانات المياه
- الكلمات المفتاحية:** جودة مياه الشرب؛ دجاج اللحم؛ التحليلات الفيزيائية والكيميائية؛ زربية الوادي

## Résumé

la présente étude a pour objectif principal de déterminer la qualité d'eau d'abreuvement dans les élevages de poulet de chair situés dans la daïra de Zeribet El Oued à travers l'étude des paramètres physico-chimiques de l'eau de boisson, sa gestion et sa distribution à l'intérieur des bâtiments d'élevage.

Les résultats de l'analyse physico-chimique montrent un pH tend vers l'alcalinité dans l'ensemble des eaux des élevages visités avec des valeurs comprises entre 7.49 et 8.06. Des niveaux de matières organiques très élevés ont été enregistrés dans les deux élevages de la région de tomas. Des taux de fer supérieurs aux normes ont été révélés dans les eaux des élevages de Tenouma et tomas 2 avec des valeurs de 0.346 et 0.309 respectivement. Le reste des paramètres étudiés sont aux normes citées dans la littérature.

De mauvaises pratiques concernant la gestion et la distribution de l'eau de boisson à l'intérieur des bâtiments d'élevage ont été constatés lors de notre visite des poulaillers des différentes régions de la daïra de Zeribet El Oued à savoir :

- Utilisation des variétés de nylon et de plastique au lieu de PVC dans la construction des circuits d'eau à l'intérieur des bâtiments.
- Utilisation par certains aviculteurs des réservoirs et abreuvoirs construits en acier galvanisé pour la distribution d'eau aux oiseaux.
- Non-usage des pompes doseuses.
- Défaillance dans l'application des opérations de nettoyage et désinfection des eaux d'abreuvement dans la totalité des élevages visités.
- Présence de biofilm dans les canalisations d'eaux.
- Présence des dépôts de matière organique dans les réservoirs d'eau.
- Présence de contact de d'autres animaux notamment les rats avec les réservoirs d'eaux.

**Mots clés :** *qualité d'eau d'abreuvement; poulet de chair; analyses physico-chimiques; Zeribet El Oued.*

## **Abstract**

The main objective of this study is to determine the quality of drinking water in poultry farms located in the daïra of Zeribet El Oued through the study of the physico-chemical parameters of drinking water, its management and its distribution inside livestock buildings.

The result of the physico-chemical analysis show a pH tending towards alkalinity in all the waters of the farms visited with values between 7.49 and 8.06. Very high levels of organic matter were recorded in the two farms in the Tomas region. Iron levels above the standards were revealed in the waters of Tenouma and tomas 2 farms with values of 0.346 and 0.309 respectively. The rest of the parameters studied comply with the standards cited in the literature.

Bad practices concerning the management and distribution of drinking water inside livestock buildings were observed during our visit to the henhouses of the different regions of the daïra of Zeribet El Oued, namely:

- Use of nylon and plastic varieties instead of PVC in the construction of water circuits inside buildings.
- Use by some poultry farms of tanks and drinkers made of galvanized steel for the distribution of water to the birds.
- Non-use of dosing pumps.
- Failure in the application of cleaning and disinfection operations for drinking water in all the farms visited.
- Presence of biofilm in water pipes.
- Presence of organic matter deposits in water reservoirs.
- Presence of contact of other animals, in particular rats, with water tanks

**Keywords:** *drinking water quality; flesh chicken; physic-chemical analyses; Zeribet El Oued.*