



République Algérienne Démocratique et populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique

Université de Larbi Tébessi –Tébessa-

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département : Science de la Nature et de la Vie

MEMOIRE DE MASTER

Domaine: Science de la Nature et de la Vie (SNV)

Filières: Science Biologiques

Option: Ecophysiologie Animale

Thème :

*Composition physicochimique des principales sources
d'abreuvement du poulet de chair dans la région de
Tébessa*

Présenté par :

Abderrezak Oula

L'aimech Nada

Devant le jury :

Mr. MIHI A	MCA	Université de Tébessa	Présidente
Mr. SOLTANI N	MAA	Université de Tébessa	Promoteur
Mr. GASMI S	MCB	Université de Tébessa	Examineur
Mme KRAIMIA M	Mag	Université de Tébessa	Co-promotrice

Date de soutenance: 22/09/2020

Année universitaire : 2019/2020

Remerciements

Avant tout, nous remercions ALLAH de nous avoir donné le courage, la patience et la volonté pour achever ce travail.

Nos vifs remerciements et notre profonde gratitude s'adressent respectivement à notre **promoteur Mr. Soltani** qui a accepté de nous encadrer.

À notre **Co-promotrice Mme. Kraimia**, Nous tenons à exprimer nos profonds remerciements, pour avoir encadré ce travail, nous tiens à manifester nos reconnaissance pour votre patience, votre gentillesse et votre écoute.

Nos remerciements vont aussi à

Me **Mihi A** d'avoir ménagé son temps pour présider ce jury

Me **Gasmi S**, pour avoir bien voulu siéger dans ce jury afin d'examiner et critiquer ce mémoire et nous éclairer par ces précieux conseils.

Un exceptionnel remerciement est dirigé à nos parents et nos familles pour leurs aides à tous les niveaux.

Nous remercions tous les éleveurs pour leur aimable accueil en nous dotant de toutes les informations nécessaires.

Nous tenons aussi à remercier nos amis et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicaces

Avant tous, grâce à ALLAH qui nous a aidés durant toutes les années de notre cursus universitaire.

Je dédie ce modeste travail:

A Ma chère mère et mon cher père pour son encouragement et son soutien et son amour, vraiment aucune dédicace ne serait exprimer mon attachement mon amour et mon affection, chaleur paternelle et maternelle a été et sera toujours pour moi d'un grand réconfort.

A mon chère frères et très chères sœurs qu'ALLAH me les protèges.

A toute ma famille.

A tous mes amis, mes proches, et mes camarades en souvenir de tout ce qu'on a pu partager.

A tous ceux et celles qu'il m'aide de près et de loin.

Enfin à toutes les personnes qui comptent pour moi, intervenues dans ma vie à un moment ou à un autre et qui m'ont accompagné et soutenu. Et m'ont donné la force de continuer.

Je vous dis merci.

OULA

Dédicaces

Avant tous, grâce à ALLAH qui nous a aidés durant toutes les années de notre cursus universitaire.

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents, qui ont consacré leurs vies à bâtir la mienne.

A mon frère, SAIF et mes sœur WIDED et WISAL que dieu me les protèges.

A ma grande famille, et mes amis.

A tous ceux et celles qu'il m'aide de près comme de loin.

Je vous dis merci.

NADA

Résumé

La présente étude a été menée dans le but de déterminer la qualité de l'eau via la composition physicochimique des principale sources utilisées pour l'abreuvement du poulet de chair (puis, forage et source naturelle) en plus d'une comparaison entre la qualité physico-chimique des eaux de ces sources et l'eaux des canalisations à l'intérieur des bâtiments d'élevage dans la zone de Morsott (Wilaya de Tébessa) afin de déterminé les possibilités et les risques d'utilisation de ces sources. Cette étude a été conduite entre janvier jusqu'au mois de juin de l'année 2020.

L'étude comporte des analyses physico-chimiques des différents paramètres relatifs au contrôle de la qualité de l'eau (PH, conductivité, salinité, Na⁺⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Cl⁻) et certaines performances zootechniques (IC, GMQ, PV...) dans les élevages avicole.

Les résultats obtenus ont montré que l'eau présente une qualité satisfaisante de point de vue conductivité, salinité, Na⁺⁺, Ca⁺⁺, Cl⁻. Alors que le PH du forage et le taux du K⁺ au niveau des abreuvoirs ne répondent pas aux normes préconisées

Par ailleurs, les meilleures performances zootechniques de la présente étude ont été enregistrées dans le bâtiment d'élevage alimenté par l'eau du puits

Mots clés : Poulet de chair, eau, élevage, performance, consommation, physico-chimique, Morsott

Summary

The present study was carried out in order to determine the quality of the water via the physicochemical composition of the main sources used for the watering of broiler chickens (then, borehole and natural source) in addition to a comparison between the quality physico-chemical of the water from these sources and the water from the pipes inside the livestock buildings in the Morsott area (Wilaya of Tébessa) in order to determine the possibilities and risks of using these sources. This study was conducted between Januarys to June of the year 2020.

The study includes physicochemical analyzes of the various parameters relating to water quality control (PH, conductivity, salinity, Na ++, K +, Ca ++, Cl-) and certain zootechnical performances (IC, GMQ, Pv, etc.) in poultry farms.

The results obtained showed that the water has a satisfactory quality from the point of view of conductivity, salinity, Na ++, Ca ++, Cl-. While the pH of the borehole and the K + rate at the drinking troughs does not meet the recommended standards

In addition, the best zootechnical performance of this study was recorded in the livestock building supplied with water from the well

Key words: Chicken, water, breeding, performance, consumption, physico-chemical, Morsot

ملخص

أجريت الدراسة الحالية بهدف تحديد نوعية المياه من خلال التركيب الفيزيائي الكيميائي للمصادر الرئيسية المستخدمة في سقاية دجاج التسمين (بئر ارتوازي, بئر ومصدر طبيعي) بالإضافة إلى المقارنة بين الجودة الفيزيو-كيميائية للمياه من هذه المصادر والمياه من الأنابيب داخل أبنية المواشي في منطقة مرسط (ولاية تبسة) من أجل تحديد إمكانيات ومخاطر استخدام هذه المصادر. أجريت هذه الدراسة بين شهر جانفي الى جوان لعام 2020.

تتضمن الدراسة التحليلات الفيزيائية والكيميائية لمختلف العوامل المتعلقة بالتحكم في جودة المياه (PH ، الموصلية ، الملوحة ، Na ، K ، Ca ، Cl) وبعض الأداء في تربية الحيوانات (IC ، GMQ ، Pv ، إلخ.) في مزارع الدواجن.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن المياه ذات جودة مرضية من وجهة نظر الموصلية, الملوحة, Na, Ca, Cl. في حين أن القيمة الهيدروجينية للبئر ومعدل K في أحواض الشرب لا يفيان بالمعايير الموصي بها, بالإضافة إلى ذلك, تم تسجيل أفضل أداء في تربية الحيوانات لهذه الدراسة في مبنى المشية المزود بمياه البئر

الكلمات المفتاحية: دجاج ، ماء ، تربية ، أداء ، استهلاك ، فيزيو- كيميائي ، مرسط

Liste des tableaux :

Tableau N°	Titre	Page
Tableau 01	Températures ambiante du poulet de chair au cours d'élevage.	11
Tableau 02	Recommandations des limites des taux d'humidité relatif dans les bâtiments pour poulets de chair.	11
Tableau 03	Programme de vaccination pour le poulet de chair.	13
Tableau 04	Les valeurs préconisées de qualité physico-chimique de l'eau avec des exemples de conséquences en cas de non-respect de ces valeurs.	27-28
Tableau 05	Les valeurs préconisées de qualité bactériologique de l'eau.	28
Tableau 06	Précipitations moyennes mensuelles (mm) à la station de Tébessa 2000/2010.	36
Tableau 07	Températures moyennes mensuelles.	36
Tableau 08	Caractérisation des eaux en fonction de la CE.	42
Tableau 09	Composition chimique des eaux.	49
Tableau 10	Taux de mortalité (%) enregistré au niveau des trois exploitations.	51
Tableau 11	Consommation d'aliment (g/sujet/j) enregistrée au niveau des trois exploitations.	52
Tableau 12	Indice de consommation (g/sujet/j) enregistrée au niveau des trois exploitations	54
Tableau 13	Poids vif moyen (g) enregistré au niveau des trois exploitations	55
Tableau 14	Gain moyen quotidien G.M.Q (g) enregistré au niveau des trois exploitations	56
Tableau 15	corrélation entre les paramètres physico-chimiques (pH, le sodium, calcium, chlorure, salinité, potassium) et le taux de mortalité	58

Liste des figures :

Figures N°	Titre	Page
Figures 01	Bâtiments d'élevage.	08
Figures 02	Ligne d'alimentation en eau potable.	08
Figures 03	Silo 1.	09
Figures 04	Silo 2.	09
Figures 05	Le système de contrôle de l'alimentation.	09
Figures 06	Démarrage des poulets de chair.	15
Figures 07	Le poulailler en période de croissance.	16
Figures 08	Le poulailler en période de finition.	16
Figures 09	L'appareil digestif du le poulet.	18
Figures 10	Étapes de la formation et de la dispersion d'un biofilm bactérien.	29
Figures 11	Hauteur des abreuvoirs de type « cloches » et pipettes.	31
Figures 12	Situation géographique de la zone d'étude Google maps.	35
Figures 13	Un puits.	37
Figures 14	Une eau de source (source de hammamet).	37
Figures 15	Un forage (photos personnelle2020).	38
Figures 16	Bâtiments d'élevage (photos personnelle 2020).	39
Figures 17	Réservoir d'eau.	39
Figures 18	Abreuvoirs à cloche.	39
Figures 19	Silo d'aliments.	40
Figures 20	Lampes.	40
Figures 21	Elevage de poulet de chair en phase de démarrage (photos personnelle 2020).	40
Figures 22	Elevage de poulet de chair en phase de croissance (photos personnelle 2020).	40
Figures 23	Le prélèvement d'un échantillon d'eaux.	41

Figures 24	Le multi paramètre de paillasse polyvalent de la marque(OHAUS).	42
Figures 25	Spectrophotomètre de flamme.	43
Figures 26	Les flacons du Dosages des ions.	45
Figures 27	Dosage volumétrique pour le chlorure.	46
Figures 28	Evolution de la consommation en fonction de l'âge et de la qualité de l'eau de boisson.	52
Figures 29	Evolution du poids vif en fonction de l'âge et de la qualité de l'eau de boisson.	55
Figures 30	Evolution du gain moyen quotidien en fonction de l'âge et de la qualité de l'eau de boisson.	57
Figures 31	Nuage de points, droite de régression et coefficient de détermination du pH et le taux de mortalité	59
Figures 32	Nuage de points, droite de régression et coefficient de détermination des calciums et le taux de mortalité	59
Figures 33	Nuage de points, droite de régression et coefficient de détermination des chlorures et le taux de mortalité	60
Figures 34	Nuage de points, droite de régression et coefficient de détermination des salinités et le taux de mortalité	60
Figures 35	Nuage de points, droite de régression et coefficient de détermination du potassium et le taux de mortalité	61
Figures 36	Nuage de points, droite de régression et coefficient de détermination du Sodium et le taux de mortalité	61

Liste des abréviations

ONAB : Office National des Aliments du Bétail

MARA : Ministère de L'agriculture de La Révolution Agraire

ORAVI : Office Régional Aviculture

W : Watt

PPM : Point Pour Mille

Cm : Centimètre

G: Gramme

Kg : Kilogramme

EM : Energie Métabolisable

C° : Degré Celsius

PH : Potentiel D'hydrogène

H+ : Hydrogène

IC : Indice de Consommation

GMQ : Gaine Moyenne Quotidien

J : Jour

% : Pourcentage

K : Potassium

Mg : Magnésium

Na: Sodium

Ca: Calcium

CPU: Central Processing Unit

TM : Taux de mortalité

GP : Gain de poids

Sommaire :

1. Généralités sur l'aviculture :	5
1.1 L'évolution de la filière avicole en Algérie :	5
1.1.1 La première phase (de 1962 à 1968) :	5
1.1.2 La deuxième phase (de 1969 à 1989) :	5
1.1.3 La troisième phase (de 1990 à nos jours) :	5
1.2 Mode d'élevage des Volailles dans le monde	6
1.3 Mode d'élevage des volailles en Algérie	6
1.3.1 L'élevage Au Sol :	6
1.3.2 L'élevage en batterie:	7
1.4 L'élevage de poulets de chair :	7
1.4.1 Bâtiments d'élevage de poulet de chair	7
1.5 Les conditions d'ambiance climatique dans le bâtiment d'élevage :	10
1.5.1 La température :	10
1.5.2 L'humidité :	11
1.5.3 Ventilation :	12
1.5.4 Éclairage :	12
1.5.5 La vaccination :	13
1.6 Cycle de production :	13
1.6.1 Le vide sanitaire :	13
1.6.2 La préparation du poulailler :	14
1.6.3 La période de démarrage :	14
1.6.4 La période de croissance :	15
1.6.5 La période de finition :	16
1.7 Alimentation de la volaille :	16
1.7.1 L'appareil digestif chez la volaille:	16
1.7.2 Nutrition des volailles :	18
1.7.3 Les besoins nutritionnels du poulet de chair:	18
1.8 Les paramètres zootechniques :	21
1.8.1 Taux de mortalité :	21
1.8.2 La consommation des aliments :	21
1.8.3 Indice de consommation :	21
1.8.4 Le gain de poids :	21

1.8.5 Le Gain moyen quotidien (GMQ) :	22
2. Données sur l'eau d'abreuvement :	24
2.1 L'indispensable eau :	24
2.2 La qualité de l'eau de boisson des volailles :	24
2.2.1 La qualité physique de l'eau:	24
2.2.2 La qualité physico-chimique de l'eau:	24
2.2.3 La qualité bactériologique de l'eau:	28
2.3 Le biofilm :	29
2.4 Pertes en eau :	30
2.5 Les influences de la consommation d'eau chez le poussin :	30
2.5.1 Le sexe:	30
2.5.2 Température ambiante:	30
2.5.3 La température de l'eau:	31
2.6 Réseaux d'eau potable :	31
2.7 Effet de l'aliment sur la consommation d'eau :	32
3. Objectif :	34
4. Situation géographique :	34
5 Le climat :	35
6 Matériel et méthode :	36
6.1 Enquête de terrain et choix des élevages :	36
6.2 Bâtiments d'élevage :	38
6.3 Analyse physico-chimique d'eau :	41
6.4 Dosage de sodium (Na):	43
6.5 Dosage de potassium (K+) :	44
6.6 Dosage de calcium (Ca ²⁺) :	44
6.7 Dosage des Chlorures :	45
6.8 Les paramètres zootechniques étudiés :	47
7 Analyses statistiques :	48
8 Résultats et discussion :	49
8.1 Résultats de l'analyse physico-chimique des eaux d'abreuvement :	49
PH.....	49
8.2 Résultats des paramètres zootechniques étudiés :	51
8.2.1 Résultats des taux de mortalités des exploitations étudiées :	51
8.2.2 Résultats de la Consommation d'aliment (g/sujet/j) :	51
8.2.3 Résultats de l'Indice de consommation (g/sujet/j) :	54

8.2.4 Résultats du Poids vif moyen (g) :.....	55
8.2.5 Résultats du Gain moyen quotidien :.....	56
8.3 Relations entre les paramètres physico-chimiques et le taux de mortalité :	57
8.3.1 Détermination des coefficients de corrélation entre les paramètres physico-chimiques (pH, le sodium, calcium, chlorure, salinité, potassium) et le taux de mortalité :	57
8.3.2 Présentation du nuage de points, coefficients de détermination R^2 et droite de régression des paramètres étudiés et le taux de mortalité :.....	58
Discussion.....	62
Conclusion :	66
Référence bibliographique:.....	68
Les Annexes :.....	75

Introduction

Introduction

L'eau est un nutriment essentiel qui intervient dans toutes les fonctions physiologiques de base de l'organisme (**Andrew et Olkowski, 2009**), telles que la digestion, l'absorption, la thermorégulation, l'élimination des déchets et autres (**Kirkpatrick et Fleming, 2008**).

Cependant, il faut noter que l'eau, comparée à d'autres nutriments, est consommée en quantités beaucoup plus importantes. C'est pourquoi sa disponibilité et sa qualité sont des paramètres clés dans la santé et la productivité du bétail.

Les besoins et la consommation d'eau du bétail peuvent varier en fonction des espèces et des races, de l'état des animaux, de leur mode de production, et de l'environnement ou du climat dans lequel ils évoluent. Tous ces paramètres sont liés, soit directement ou indirectement, à plusieurs aspects du métabolisme et de la physiologie de l'eau (**Andrew et Olkowski, 2009**).

Les poulets consomment en général deux fois plus d'eau que d'aliment. L'eau représente environ 70% du poids du poussin (mais il peut représenter jusqu'à 85% à l'éclosion). Par conséquent, toute réduction d'apport en eau peut entraîner une baisse de la viabilité (**Kirkpatrick et Fleming, 2008**), et une eau d'abreuvement de mauvaise qualité est souvent un facteur participant à la baisse de la consommation, le risque que les contaminants qu'elle contient atteignent un niveau nocif s'accroît (**Andrew et Olkowski, 2009**).

Le poulet de chair est le principal type de volaille consommé dans de nombreux pays du monde, y inclut l'Algérie. Ils représentent une source précieuse de protéines animales d'une grande valeur biologique (**Van Eekeren et al, 2006**). Parallèlement, l'aviculture représente, un moyen d'accroissement rapide de la production de viande pour satisfaire les besoins en protéines des populations ; ceci est dû à son caractère industriel et à ses particularités technico-économiques comme le cycle de productions très courtes (**Tossou et al, 2014**).

En raison du rôle essentiel de l'eau sur la santé, les ressources biologiques et les performances, il est capital de s'assurer que la distribution d'eau propre est correctement effectuée dans les bâtiments (**Kirkpatrick et Fleming, 2008**).

L'objectif de notre contribution est de définir la qualité de l'eau via la composition physico-chimique des principale sources utilisées pour l'abreuvement du poulet de chair en plus d'une comparaison entre la qualité physico-chimique des eaux de ces

sources et l'eau des canalisations à l'intérieur des bâtiments d'élevage dans la zone de Morsott (Wilaya de Tébessa) afin de déterminer les possibilités et les risques d'utilisation de ces sources.

Cette étude comprend deux parties : la première partie est consacrée à une synthèse des connaissances sur l'élevage du poulet de chair et son évolution ainsi que sur l'importance de la qualité d'eau.

Une seconde partie correspondant à l'étude pratique, elle a été conduite afin de comparer la qualité de l'eau issue de différentes sources pour l'abreuvement du poulet de chair au niveau de la zone de Morsott.

Première partie :

Partie

bibliographique

Chapitre 1 :

Généralité sur

l'aviculture

1. Généralités sur l'aviculture :

1.1 L'évolution de la filière avicole en Algérie :

Historiquement, il convient de rappeler que l'élevage en Algérie en général et l'aviculture en particulier n'ont pas connu un développement notable pendant l'époque coloniale. Le secteur national algérien de la volaille peut être différencié en trois périodes différentes (Alloui et Bennoune, 2013).

1.1.1 La première phase (de 1962 à 1968) :

Au lendemain de l'indépendance, au cours de laquelle les changements se sont limités essentiellement à la conversion des porcheries en poulaillers (Alloui et Bennoune, 2013).

1.1.2 La deuxième phase (de 1969 à 1989) :

La deuxième phase a vu la création de grandes entreprises publiques l'ONAB (L'Office national des aliments du bétail) axées principalement sur le développement des filières avicoles et autres élevages. Pendant cette période, la gestion de certains facteurs de production (élevage, poussins et aliments pour animaux, par exemple) est devenue la vocation de structures publiques, tandis que la production de produits finis (œufs de table et poulets) était contrôlée par le secteur privé. Cette phase est notée pour l'effort exceptionnel approuvé par les techniciens de formation ONAB à l'étranger et pour assurer la diffusion et l'utilisation de nouvelles techniques dans la production avicole (Alloui et Bennoune, 2013).

1.1.3 La troisième phase (de 1990 à nos jours) :

La troisième étape, de 1990 à nos jours après la suppression du monopole d'État, a été caractérisée par le développement exponentiel du secteur privé et l'arrêt total des investissements publics dans la filière avicole.

Selon les données officielles publiées à partir des statistiques agricoles et des informations publiées par le ministère algérien de l'Agriculture et du Développement rural, la production de volaille a atteint 198 000 tonnes de viande blanche et 2,02 milliards d'œufs en 2000, ce qui était inférieur à ceux déclarés pendant les périodes de soutien de l'État (1989 -1994).

En outre, l'apparition brutale de la grippe aviaire (virus H5N1) dans le monde a entraîné une baisse nette de la production de volaille, ce qui a entraîné une baisse de l'élevage et de la production de volaille, même des cas de grippe aviaire n'ont jamais été détectés en Algérie.

Des diminutions importantes de la production de viande blanche ont été observées; 15,5% de moins en 2005 par rapport à 2004 bien qu'une augmentation brutale (68%) ait été observée en 2006.

Selon les derniers chiffres, la production de viande de volaille est passée à 340 000 tonnes et 4,82 milliards d'œufs en 2011(Alloui et Bennoune, 2013).

1.2 Mode d'élevage des Volailles dans le monde

L'élevage de la volaille est intensif, mis à part quelques élevages traditionnels de faibles effectifs. Il existe deux types de productions : poulet de chair, poules pondeuses pour la production d'œufs de consommation. L'élevage de la volaille peut se faire de trois manières :

- en batterie ;
- au sol ;
- mixte : sol, batterie (Belaid, 1993).

1.3 Mode d'élevage des volailles en Algérie

Il y a deux types :

1.3.1 L'élevage Au Sol :

Il peut être intensif ou extensif :

1.3.1.1 L'élevage intensif :

Il se fait pour le poulet de chair soit pour les grands effectifs. Il a pris sa naissance en Algérie avec l'apparition des couvoirs au sein des structures du ministère de l'Agriculture et de la Révolution Agraire (M.A.R.A.) qui a créé l'O.N.A.B et l'O.R.A.V.I (O.R.A.V.I.E, 2004).

1.3.1.2 L'élevage extensif:

Cet élevage se pratique pour les poules pondeuses, il s'opère en zone rurale il s'agit surtout des élevages familiaux de faibles effectifs. La production est basée sur l'exploitation de la poule locale, et les volailles issues sont la somme de rendement de chaque éleveur isolé (Belaid, 1993).

1.3.2 L'élevage en batterie:

L'élevage avicole prend de plus en plus d'extension ces dernières années. Les éleveurs au début sans aucune expérience, maîtrisent de plus en plus les techniques d'élevage.

Cet élevage qui a été introduit nouvellement en Algérie se fait pour les poules pondeuses. L'élevage du poulet convient très bien au climat Algérien. L'état dans le cadre de sa politique de la relance économique encourage au maximum les éleveurs et les coopératives à pratiquer cet élevage, pour diminuer l'importation des œufs de consommation et des protéines animales. Il est beaucoup plus coûteux par rapport au premier (**Belaid, 1993**).

1.4 L'élevage de poulets de chair :

Les principales fonctions du système de gestion des reproducteurs de poulets de chair. Il est expliqué en détail comment ces sous-systèmes fonctionnent et quels composants sont nécessaires. Il est très important de comprendre ces sous-systèmes afin de comprendre l'ensemble du système de contrôle (**2009, سعود**).

1.4.1 Bâtiments d'élevage de poulet de chair

1.4.1.1 Présentation du bâtiment d'élevage

Le terrain du projet doit être plat, soufflant de l'air, et il doit être éloigné des vents froids, des usines chimiques et de l'eau polluée (**2009, سعود**).

À l'échelle mondiale, plus de 70% des poulets de chair sont élevés dans des systèmes d'élevage intensifs (industriels) intérieurs assez similaires (**Steinfeld et al, 2006**) et seule une faible proportion est élevée dans des systèmes d'élevage moins intensifs et à bien-être plus élevé. Garder la production de poulets de chair à l'intérieur, sans aucun accès aux zones extérieures, peut aider à lutter contre les ravageurs (**Wageningen Livestock Research, 2010**).

Les poulets de chair utilisés dans les systèmes intensifs sont des souches qui ont été élevées pour croître très rapidement afin de prendre du poids rapidement (avec des gains de poids typiques de plus de 50 g par jour). Contrairement aux poules pondeuses (élevées pour la production d'œufs) qui vivent environ un an, les poulets de chair ne vivent que plusieurs semaines avant d'être abattus. Dans l'UE, l'âge d'abattage varie de 21 à 170 jours (généralement entre 5 et 7 semaines) (**The European food Safety Authority, 2010**).



La figure 1 : bâtiments d'élevage (Antoine; 2018).

1.4.1.2 Les équipements d'un bâtiment d'élevage :

+ Système de contrôle de l'eau:

La figure 2 illustre la conduite d'alimentation en eau potable pour les coqs et les poulets, qui comprennent un grand nombre de tasses d'eau potable. Le système de contrôle de l'eau contrôle l'alimentation en eau avec des vannes magnétiques, qui peuvent ouvrir et fermer le tuyau d'alimentation en eau. Un débitmètre massique d'eau est utilisé pour mesurer l'eau utilisée. Le sous-menu «Système de contrôle de l'eau» a été développé pour contrôler l'approvisionnement en eau pour l'eau potable ainsi que pour les peignes de refroidissement (Thomas, 2016).



La figure 2 : Ligne d'alimentation en eau potable (Thomas, 2016).

✚ **Système de contrôle d'alimentation :**

Le silo est utilisé comme stockage de nourriture pour les animaux. Une fois par semaine, un camion vient remplir ce silo. Un moteur d'entraînement transporte l'alimentation du silo au soufflet du silo jusqu'aux conduites d'alimentation (**Thomas, 2016**).



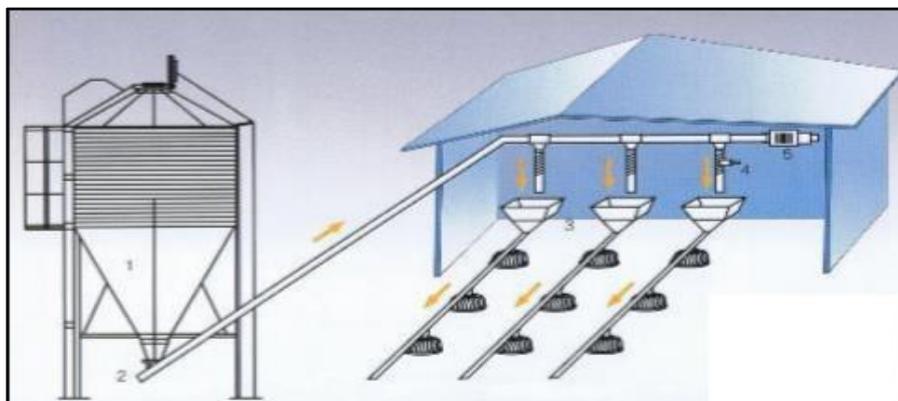
La figure 3: silo 1 (**Antoine, 2018**)



La figure 4 : silo 2 (**Antoine, 2018**).

Transporte les aliments du grand silo 1 au plus petit silo 2. En outre, un deuxième moteur d'entraînement d'alimentation transporte les aliments du silo 2 vers les lignes d'alimentation des poulets.

Le système de contrôle de l'alimentation des poulets est très simple, car il n'y a que deux grandes boîtes d'alimentation dans le poulailler. Chacun d'eux ne fournit qu'une seule ligne d'alimentation avec du fourrage. Cette ligne d'alimentation comprend une chaîne d'alimentation, qui est entraînée par un moteur électrique. Ce moteur fonctionne tant que le fourrage est dans la boîte à fourrage (**Thomas, 2016**).



La figure 5 : Le système de contrôle de l'alimentation (**Thomas, 2016**).

Trappe et fenêtre d'aération :

Dans les pays tempérés, les poulaillers sont fermés, climatisés (**Wageningen Livestock Research, 2010**). La ventilation est l'une des conditions nécessaires pour se débarrasser des gaz nocifs qui affectent négativement la croissance des poulets, ce qui peut conduire à des maladies (2009, **سعود**).

Les lampes :

Le système d'éclairage est une partie très importante du système de gestion des reproducteurs de poulets de chair, qui simule la lumière du jour pour les animaux du bâtiment.

Il existe une forme spéciale de lampe fluorescente utilisée pour le système d'éclairage afin de générer la bonne luminosité dans le bâtiment. Malheureusement, les animaux n'ont pas accès à la lumière du jour, mais il est plus facile et plus efficace de contrôler les temps de sommeil sans lumière du jour, car ce système d'éclairage peut être entièrement contrôlé par l'utilisateur et il n'est pas affecté par le soleil (**Thomas, 2016**).

Chauffage:

C'est la source de chaleur dans la ferme, et cela dépend de l'utilisation d'appareils qui génèrent de l'air chaud, et la température au début de l'établissement de la ferme devrait être d'environ 30 C°, et ensuite elle devrait être réduite à environ 20 C° (2009, **سعود**).

1.5 Les conditions d'ambiance climatique dans le bâtiment d'élevage :

1.5.1 La température :

C'est le facteur qui a la plus grande incidence sur les conditions de vie des animaux, ainsi que sur leurs performances. Les erreurs du chauffage constituent l'une des principales causes de la mortalité chez les poussins. Les jeunes sujets sont les plus sensibles aux températures inadaptées.

La Température optimale des poussins est comprise entre les 28°C d'ambiance, et les 32°C à 36°C sous radiants. L'installation des gardes est vivement conseillée pour éviter toute mauvaise répartition des poussins dans les poulaillers. La zone de neutralité thermique du poussin est comprise entre 31°C et 33°C (le poussin ne fait aucun effort pour dégager ou fabriquer de la chaleur) (**Alloui, 2006**).

Tableau 01:Températures ambiante du poulet de chair au cours d'élevage (Njonga, 2011).

Age (jour)	Température ambiante (°C)
1-7	30-34
8-14	30-32
15-21	28-30
22-28	26-28
29-35	24-26
36-42	22-23
43-49	21-22

1.5.2 L'humidité :

N'a pas d'action directe sur le comportement du poulet mais peut causer indirectement des troubles. la majorité des auteurs sont d'accord pour qu'en général le degré hygrométrique acceptable est situé entre 55% et 70%(**Surdeauet Henaff, 1979**) ; (**Fedida ,1996**) et (**Bellaoui, 1990**).

Mais d'après (**Laouer ,1987**) le degré d'humidité doit se maintenir entre 60% et 80%, la régulation de l'hygrométrie ambiante est liée d'une part à la ventilation et d'autre part à la température du local.

En climat chaud et humide les volailles ont d'avantage de difficultés à éliminer l'excédent de chaleur qu'en climat chaud et sec. Les performances zootechniques sont alors diminuées.

Tableau 02: Recommandations des limites des taux d'humidité relatif dans les bâtiments pour poulets de chair (ITA, 1973):

Saison	Humidité (%)
Hiver	50-65
Automne-Printemps	45-65
Eté	40-60

1.5.3 Ventilation :

Système de climatisation pour générer et maintenir un climat idéal dans le poulailler, il est nécessaire d'avoir un excellent système de climatisation. Cependant, refroidir l'intérieur du bâtiment n'est qu'une fonction du système de climatisation, car il doit également purifier l'air du poulailler (**Thomas, 2016**).

Les composants suivants sont nécessaires pour générer un climat parfait pour les volailles dans le bâtiment:

- Système de ventilation ;
- Entrées murales d'air ;
- Échangeur de chaleur ;
- Peignes de refroidissement

La vitesse de l'air souhaitable au niveau du sol dépend de la température ambiante entre 16°C et 24°C elle ne doit pas dépasser 0.15 m/s, il est très important, particulièrement durant les deux premières semaines de vie du poussin. Après quatre à cinq semaines les poulets sont plus résistants mais il est nécessaire de ne pas dépasser 0.30 m/s à 15°C (**Surdeau et Henaff, 1979**).

L'objectif de la ventilation est d'obtenir le renouvellement d'air dans le bâtiment afin :

- D'apporter l'oxygène à la vie des animaux.
- D'évacuer les gaz toxiques produits dans l'élevage : ammoniac, dioxyde de carbone, sulfure d'hydrogène.
- D'éliminer les poussières.
- De réguler l'ambiance du bâtiment et d'offrir aux volailles une température et une hygrométrie optimales (**Fedida, 1996**).

1.5.4 Éclairage :

Dans l'éclairage des bâtiments d'élevage, deux paramètres sont importants : la photopériode et l'intensité lumineuse (**Gordon, 1994 ; Buyse et al, 1996**). Une intensité lumineuse forte (supérieure à 100lux) stimule l'activité des poulets, ce qui est essentiel notamment dans les premiers jours de vie. La préférence des poulets pour des intensités lumineuses fortes ou faibles varie selon leur âge (**Buyse et al, 1996**).

Le poulailler doit être éclairé la nuit pour permettre au poulet de s'alimenter jour et nuit afin qu'il croisse et s'engraisse rapidement. Ainsi, les 10 premiers jours, l'éclairage se fait 24h/24h à une intensité correspondant à celle de 2 ampoules de 40w pour 500 sujets. Par la suite, 1 ampoule de 40w suffit avec une suspension de la lumière pendant 2 heures chaque jour (de 19h à 21h) (Sow, 2012).

1.5.5 La vaccination :

Le poulet de chair moderne atteint le poids d'abattage en quelques semaines. Cela laisse peu de temps pour développer un système immunitaire mature. Par conséquent, les poussins de chair (y compris les poussins biologiques) sont vaccinés contre plusieurs maladies différentes. Certains agents pathogènes infectieux (tels que Salmonella) peuvent également être transmis par l'œuf (transmission verticale) de la poule reproductrice au poussin. La poule reproductrice doit donc également être vaccinée. Les vaccins les plus couramment utilisés sont contre le virus de la maladie de Newcastle, le virus de la bronchite infectieuse, le pneumo virus aviaire, la bursite infectieuse. Les vaccins sont délivrés par pulvérisation ou par l'eau potable (Breytenbach, 2005).

Tableau 03: Programme de vaccination pour le poulet de chair (I.T.E.L.V, 2001) :

Age (jours)	Vaccin (dans l'eau de boisson)
1 jour	Contre la Newcastle (IstopestHitchner B ₁)
14 jours	Contre Gumboro (souche intermédiaire IBDL)
21 jours	Rappel Newcastle (souche la SOTA)

1.6 Cycle de production :

1.6.1 Le vide sanitaire :

Les opérations de nettoyage et de désinfection doivent suivre un protocole complet, comportant des étapes fondamentales et précises (Alfort, 2009)

1.6.1.1 Pré-nettoyage :

Qui consiste à des opérations de rangement, de balayage, de raclage et de dépoussiérage (Alfort, 2009).

1.6.1.2 Nettoyage :

Généralement à l'eau chaude additionné d'un détergent et aboutit à la propreté visuelle.

1.6.1.3 Désinfection:

En utilisant des désinfectants efficaces en agro-alimentaire tels les alcalins chlorés, les peroxydes acides, les produits iodés, les biguanidines et à un moindre degré les ammoniums quaternaires, qui doivent être employés conformément aux spécifications des fabricants en matière de dose, de température, de temps de contact et de nettoyage préalable (**Drouin et Toux, 1997**).

1.6.2 La préparation du poulailler :

Après le vide sanitaire, nous passerons vers la préparation du poulailler qui se fait généralement le jour précédent l'arrivée des nouveaux poussins. C'est une étape cruciale dans l'élevage du poulet de chair puisque les taux de mortalité les plus importants surviennent au début et à la fin de la vie des oiseaux. Il est donc primordial de bien recevoir les poussins, dans un environnement accueillant pour eux, et en leur prodiguant les soins adéquats, Parmi les opérations à effectuer :

- ✓ Réaliser la deuxième désinfection quand le matériel est en place.
- ✓ Remplir les abreuvoirs avec de l'eau sucrée.
- ✓ Placement d'environ 8 cm de litière dans toute la surface de poulailler (La litière joue un rôle d'isolateur thermique)
- ✓ Mettre en marche les chaufferettes et surveiller leur bon fonctionnement (le temps de préchauffage peut être de 36 à 48 heures avant l'arrivée des poussins pour que la température soit appropriée).
- ✓ Remettre en place le matériel premier âge tout en vérifiant son fonctionnement (**Haoua et Mohamed Mahmoud, 2019**).

1.6.3 La période de démarrage :

La phase de démarrage est d'environ 15 jours pendant laquelle le poussin va développer son emplumement. Pendant les premiers jours de vie, le poussin est fragile et incapable de régler sa propre température corporelle jusqu'à atteindre l'âge de 12-14 jours. Son confort dépend totalement du contrôle des paramètres extérieurs, la qualité du bâtiment, la capacité de l'éleveur et de l'équipement. C'est pourquoi il faut la maîtrise de l'ambiance (L'ambiance

bioclimatique dans laquelle vivent les volailles, constitue l'un des paramètres les plus importants de leur environnement).

Durant cette période se déroule le programme de vaccination qui va permettre de protéger l'oiseau des principales maladies virales (Marek, Bronchite Infectieuse, New Castle...) et parasitaire (vaccination anticoccidienne-, premiers vermifuges...). Il s'agit donc d'une période relativement délicate, qui suppose beaucoup de présence et d'attention de la part de l'éleveur (**Haoua et Mohamed Mahmoud, 2019**).



La figure 06:démarrage des poulets de chair (ITAVI, 2017).

1.6.4 La période de croissance :

La phase croissance correspond à la période 15 à 30 jours d'âge du poulet, pendant laquelle il consommera environ 75 à 85 g d'aliment par jour et soit en moyenne 1,5 kg sur cette période.

C'est durant cette période que, la maîtrise des paramètres de l'ambiance devient de plus en plus importante car le poids vif par m² augmente rapidement ainsi que les besoins en oxygène, eau, aliment. Il est donc nécessaire d'assurer les équilibres, et y respecter les normes (**ARAB, 2002**).



La figure 07: Le poulailler en période de croissance (Kawtar, 2017)

1.6.5 La période de finition :

A la fin la phase de finition (43 à 56 jour) , c'est durant les derniers jours d'élevage que les sujets acquièrent un poids vif important, du point de vue économique et un gain moyen quotidien maximal dans les conditions maîtrisées de l'élevage ; le poids moyen (1,8 kg) (ARAB, 2002) , dans cette période (croissance – finition) il est nécessaire de changer le matériel de 1er âge (0 à 10 jours) et utiliser le matériel de 2ème âge (11ème jour et plus).



La figure 8: Le poulailler en période de finition (Farm. Garden. Countryside, 2020)

1.7 Alimentation de la volaille :

1.7.1 L'appareil digestif chez la volaille:

Les pathologies en élevage de volailles biologiques sont majoritairement d'origine digestive, il est donc utile de savoir reconnaître les principaux organes et leurs fonctions.

Le bec et la cavité buccale assurent la préhension des aliments et une fragmentation sommaire. Le poulet ne possède pas d'épiglotte, la déglutition est uniquement mécanique et se fait par le redressement de la tête. La salive permet également la lubrification des aliments avant leur ingestion.

L'œsophage, constitué d'une paroi mince et dilatable, est un « tuyau passif » qui va conduire les aliments d'abord au gésier, le jabot se remplira dans un second temps.

Le jabot est un renflement de l'œsophage placé entre les clavicules des oiseaux, il stocke les aliments ce qui permet leur ramollissement.

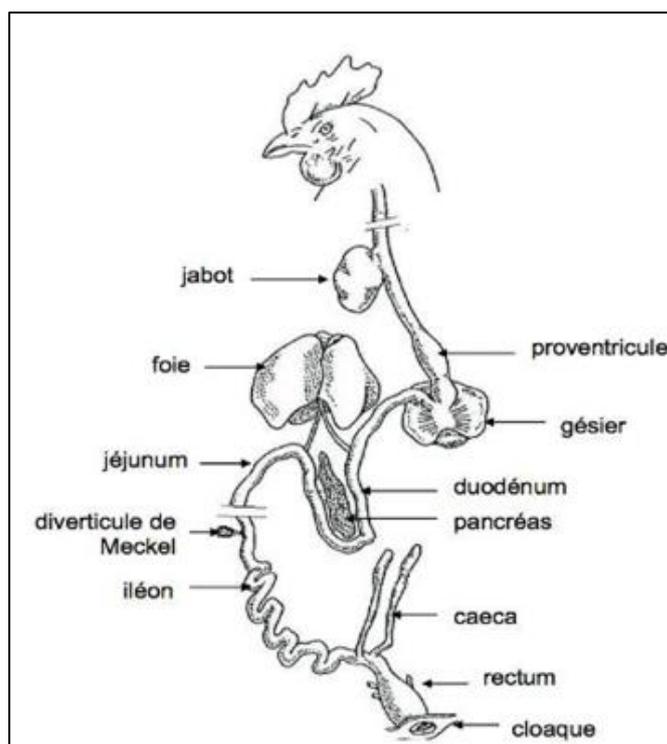
L'estomac des volailles est constitué de deux parties avec deux fonctions différentes ; le proventricule ou estomac sécrétoire produit de l'acide chlorhydrique et des enzymes pour digérer les constituants alimentaires, le gésier ou estomac mécanique broie les aliments.

L'intestin grêle, divisé en trois sections : le duodénum, le jéjunum et l'iléon, assure la digestion chimique et l'absorption des nutriments sous l'action des sucs gastriques, pancréatiques et des sels biliaires.

Les caeca (ou caecums) sont deux diverticules en « cul de sac », lieu de digestion bactérienne et de réabsorption de vitamines. Ils se présentent sous la forme de poches, accolées à l'iléon terminal et connectées à ce dernier au niveau de la jonction iléo-caecale. Après leur remplissage, les éléments y séjournent plus longtemps que les aliments en transit dans l'intestin grêle.

Le gros intestin joue un rôle dans la réabsorption de l'eau. **Le cloaque** est l'ouverture commune des voies digestives, urinaires et génitales.

Les glandes annexes au système digestif sont le pancréas qui permet la sécrétion de certaines enzymes (production de suc pancréatique) et de bicarbonate qui neutralise le mélange acide de nourriture venant du ventricule. Le foie sécrète la bile qui est ensuite stockée dans la vésicule biliaire pour digérer les graisses (**Pattier et Couilleau, 2008**).



La figure 09: l'appareil digestif du le poulet (Drogoul et al, 2013).

1.7.2 Nutrition des volailles :

Un aliment est une substance qui doit fournir à l'animal l'énergie et les éléments nécessaires à son maintien en vie et donc couvrir les besoins d'entretien, pour les animaux d'élevage. Les aliments du commerce peuvent se présenter sous 3 formes différentes :

- Farine, granulés de différentes tailles et miettes de différentes tailles (granulés concassés dans un émetteur et triés dans un tamiseur).

L'aliment peut se présenter sous différentes formes :

- **Matières premières**, aliment composé (mélange d'au moins deux matières premières),
- **Aliment complet** (aliment composé qui, en raison de sa composition, suffit à couvrir les besoins journaliers),
- **Aliment complémentaire** (conçu pour compléter des matières premières distribuées à l'animal, par exemple des céréales) (Fabrice, 2015).

1.7.3 Les besoins nutritionnels du poulet de chair:

Les poules comme tous les animaux ont besoin de manger et de boire pour vivre. Elles ont besoin d'aliment d'entretien, de croissance et de production. Pour satisfaire leurs besoins,

il faut leurs apporter les aliments riches en énergies, protéines, sels minéraux et vitamines (Gafpam, 2016).

1.7.3.1 Besoin en énergie:

L'énergie disponible pour les besoins métaboliques de l'animal (entretien et production) est appelée énergie métabolisable (EM). L'unité de mesure de cette énergie contenue dans l'aliments exprime en unité d'énergie métabolisable par unité de poids d'aliment (kilojoule /gramme ou kilocalorie /kilogramme). Le rendement de l'énergie métabolisable chez le poulet de chair se situe entre 58% et 85% avec une valeur moyenne de 65% (Larbier et Leclercq, 1992).

La température critique à ne pas dépasser est de 30°C, sinon on observe une diminution de la consommation alimentaire. En effet, la production d'extra-chaleur consécutive à l'ingestion d'aliment est accrue en climats chauds. Au-dessus de 28 °C, la température rectale augmente avec la température extérieure et avec la quantité d'aliment consommée. La seule solution pour l'animal est de réduire sa consommation d'énergie (Picard et al, 1993).

1.7.3.2 Besoin en protéines :

Les protéines constituent la majeure partie de la viande des poulets de chair. D'une manière générale, il est recommandé 180 à 240 grammes de protéines totales par kilo d'aliment (Austic, 1982). Les protéines sont constituées d'acides aminés essentiels, c'est-à-dire, ne pouvant être synthétisés par la volaille. Les acides aminés essentiels diffèrent selon le processus métabolique en cours, comme la croissance et la finition. Augmenter le taux de protéines pour compenser la réduction d'ingestion ne permet pas de corriger le retard de croissance dû à la chaleur. Les nutriments pouvant causer les problèmes en situation de stress thermique pour les oiseaux sont des protéines alimentaires et des acides aminés de faible qualité (Coon, 1999)(Picard et al,1993).

Les baisses de performances peuvent être dues à une subcarence en acides aminés essentiels dans un régime hyperprotéique (UZU, 1989).

Enfin, les acides aminés influencent significativement la consommation alimentaire. Ainsi, la présence d'un excès d'acides aminés dans la ration peut augmenter les besoins de la plupart des acides aminés essentiels (Picard et al, 1993).

1.7.3.3 Besoin en minéraux et en vitamines :

Les minéraux interviennent dans la constitution du squelette. Ces minéraux constitués principalement par le calcium, le phosphore, le sodium et le chlore.

La principale fonction du calcium et du phosphore est l'entretien de l'ossature. Le squelette prend à son compte environ 99% du calcium et 80% du phosphore du corps. Les deux minéraux agissent l'un sur l'autre, avant et après leur absorption digestive. Un déficit modéré en calcium n'affecte que les volailles en bas âge, tandis qu'un apport insuffisant en phosphore va se traduire par une anorexie, une baisse de la croissance, des troubles locomoteurs graves et même de la mortalité (**I.S.A, 1985**).

Une carence en sel réduit l'assimilation des protéines, mais un excès entraîne une grande consommation d'eau et est à l'origine de diarrhée. La concentration en sel recommandée est de 0.5% de la ration (**Smith, 1992**).

Concernant les oligo-éléments, la carence en magnésium ralentit la croissance des poulets de chair et entrave l'ossification. Le fer, le cobalt, le cuivre sont indispensables pour la formation de l'hémoglobine. Le manganèse intervient dans le métabolisme du phosphore ; une carence en cet oligo-élément entraîne des cas de pérosis chez le poulet de chair. Une alimentation pauvre en zinc entraîne des retards décroissances et des démarches dites d'oies (**Austic, 1982**).

1.7.3.4 Besoin en eau :

L'eau est le principal constituant du corps et représente environ 70 % du poids vif total. L'ingestion d'eau augmente avec l'âge de l'animal et avec la température ambiante du poulailler. En général, les volailles consommeraient environ deux fois plus d'eau que d'aliments. En effet, l'eau d'abreuvement permet l'absorption d'éléments nutritifs et l'élimination des matières toxiques et son absence à des répercussions négatives sur les performances des oiseaux. Il est donc indispensable qu'une eau propre et fraîche leur soit apportée en permanences (**Bastianelli et Rudeaux, 2003**).

1.8 Les paramètres zootechniques :

1.8.1 Taux de mortalité :

Correspond au rapport du nombre total de sujets morts sur l'effectif initial des sujets exposé pendant une période (en pourcentage) (Villemin., 1984).

$$MT(\%) = \text{Nombre de sujets morts (au cours d'une période)} \times 100 / \text{Nombre de sujets mis en place}$$

1.8.2 La consommation des aliments :

La consommation alimentaire quotidienne et globale évaluée par poulet en calculant la différence entre quantités d'aliment distribuées et quantités refusées (Emmanue, 2010).

$$QAI = (QAD - RF) / \text{Effectif}$$

QAD = quantité d'aliments distribuée quotidiennement, et RF= refus alimentaire

1.8.3 Indice de consommation :

C'est la norme internationale en production animale utilisée pour mesurer l'efficacité de la conversion d'un aliment en une production. Correspond à la quantité d'aliment consommée (kg) par un animal pour produire un kilogramme vif de viande. Selon (Hervé, 2015).

$$IC = \text{Quantité d'aliment consommé (Kg)} / \text{Poids vif total produit (Kg)}$$

1.8.4 Le gain de poids :

Le gain de poids renseigne sur la vitesse de croissance d'une bande de poulet de chair. La croissance est l'ensemble des modifications du poids, de forme, de composition anatomique et biochimique d'un animal depuis la conception jusqu'à l'âge adulte ou jusqu'à l'abattage (Sall., 1990). Par conséquent, l'évolution pondérale devient ainsi l'accroissement du poids en fonction du temps (Akouango et al., 2010), et varie suivant les conditions d'élevage et d'alimentation (Touko et al., 2009).

$$GP = PVf - PVi$$

PVf= Poids vif final (g) / PVi= Poids vif initial (g)

1.8.5 Le Gain moyen quotidien (GMQ) :

C'est un paramètre qui varie suivant l'âge et la qualité de l'alimentation (**Ayssiwede et al, 2012**). Il est aussi fortement tributaire du niveau de protéines (**Gongnet et al, 1995**). Il se calcule par l'expression suivante (**Mourad., 2017**).

$$\text{GMQ} = (\text{PVf} - \text{PVi}) / \text{nombre de jours entre les dates i et f}$$

Chapitre 2 :

Données sur l'eau d'abreuvement

2. Données sur l'eau d'abreuvement :

2.1 L'indispensable eau :

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. A 1 jour, un poussin consomme l'équivalent de la moitié de son poids en eau et même si cette proportion diminue par la suite, on estime que les volailles boivent en moyenne 1/10ème de leur poids vif par jour. Si un sujet perd 10 à 20 % d'eau, il meurt car les toxines produites par les métabolismes ne sont plus éliminées.

Face à ce constat, il est donc indispensable d'apporter de l'eau en quantité suffisante aux animaux mais aussi une eau de bonne qualité chimique et bactériologique (**Pineau et Morinière, 2012**).

2.2 La qualité de l'eau de boisson des volailles :

Il n'existe pas actuellement, des normes de potabilité de l'eau pour les animaux. Les normes de potabilité humaines sont donc la seule référence. Il faut savoir que la qualité de l'eau se regarde sur un angle physico-chimique et bactériologique (**Pineau et Morinière, 2012**).

2.2.1 La qualité physique de l'eau:

Les critères pris en considération pour déterminer la qualité physique d'eau, sont:

- ✓ le gout;
- ✓ l'odeur;
- ✓ la couleur;
- ✓ la température (**Djouini, 2006**).

2.2.2 La qualité physico-chimique de l'eau:

Se mesure par l'absence d'éléments chimiques indésirables ou toxiques qui sont facteurs de développement de microorganismes, qui représentent des risques d'entartrage et de corrosion des tuyauteries et qui sont un frein à la dilution de certains produits dans l'eau de boisson (**Pineau et Morinière, 2012**).

2.2.2.1 pH:

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau c'est-à-dire de la concentration en ions d'hydrogène (H⁺). L'échelle des pH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14 (très alcalin) ; la valeur médiane 7 correspond à une solution neutre à 25°C. Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac (**Villers et al, 2005**).

2.2.2.2 Dureté de l'eau:

La dureté d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques, excepté celles des métaux alcalins (Na⁺, K⁺ et H⁺). Elle est souvent due aux ions Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺. La présence de ces deux cations dans l'eau tend souvent à réduire la toxicité des métaux (**Villers et al, 2005**).

2.2.2.3 Calcium:

Le calcium est un nutriment essentiel, mais si les quantités ingérées sont trop importantes par rapport aux besoins du métabolisme, il existe un risque d'effets néfastes qu'il ne faut pas négliger. Dans certains cas, l'eau peut contribuer grandement à l'apport total de calcium dans l'alimentation.

Le calcium contenu dans l'eau est rarement, voire jamais, pris en compte lors du calcul des besoins alimentaires (**Andrew et Olkowski, 2009**).

2.2.2.4 Chlorure:

Dans l'eau, le chlore se trouve généralement sous forme d'ions chlorure. Le chlore peut être trouvé dans l'eau sous diverses formes chimiques, soit naturellement, soit par ajout pendant le traitement de l'eau. La présence naturelle d'ions chlorure dans l'eau est souvent associée à la quantité de sodium, et les quantités de chlorure et de sodium doivent être prises en compte lors de l'évaluation de la qualité de l'eau (**Andrew et Olkowski, 2009**).

2.2.2.5 Le fer:

Le fer est le quatrième élément le plus courant sur la croûte terrestre, et il est largement présent dans la biosphère. La plupart des sources d'eau souterraine contiennent du fer, mais les quantités peuvent varier considérablement en fonction de l'emplacement géographique et

géologique. En général, les sources d'eau des puits profonds contiennent plus de fer que les puits de surface ou les points de filtration.

Bien que le fer soit un élément essentiel, sa disponibilité dans l'eau peut varier en fonction de sa forme chimique (**Andrew et Olkowski, 2009**).

2.2.2.6 Manganèse:

Le manganèse se trouve dans les eaux de surface naturelles sous forme de substances dissoutes ou en suspension, mais l'eau joue un rôle mineur dans la consommation totale de manganèse.

En général, les quantités de manganèse produites par l'eau restent très faibles par rapport aux quantités totales de manganèse contenues dans les aliments (**Andrew et Olkowski, 2009**).

2.2.2.7 Nitrates et nitrites:

Les nitrates et les nitrites sont des formes d'oxydation de l'azote. Ces composés sont naturellement présents dans l'eau, mais les nitrates prédominent la plupart du temps, ils se trouvent généralement dans les courants non pollués à des niveaux très faibles, généralement inférieurs à 1 mg / l (**Andrew et Olkowski, 2009**).

2.2.2.8 Le sodium:

Le sodium est largement présent dans l'eau, mais sa teneur varie considérablement en fonction des conditions hydrologiques régionales et locales.

La plupart du temps, la présence de sodium dans les sources d'eau potable est associée à la présence d'ions sulfate et chlorure, à ne pas négliger. Les ions sulfate, en particulier, peuvent être plus déterminants pour la qualité de l'eau que le sodium seul (**Andrew et Olkowski, 2009**).

2.2.2.9 Le sulfate:

Le soufre peut être trouvé dans l'eau sous diverses formes chimiques. En général, le soufre est présent dans l'eau potable sous forme de sulfate, mais dans certaines sources d'eau, l'environnement peut entraîner une réduction significative, Sulfate, puis converti en sulfure.

Une faible teneur en soufre se trouve souvent dans certaines sources d'eau sous forme de sulfure d'hydrogène, ce qui donne à l'eau potable une odeur très distincte des œufs pourris (Andrew et Olkowski, 2009).

Tableau 04: Les valeurs préconisées de qualité physico-chimique de l'eau avec des exemples de conséquences en cas de non-respect de ces valeurs (Pineau et Moriniere, 2012).

	Valeurs préconisées	Interprétations et exemples d'incidences	
Le PH	5,5 < pH < 6,5	Valeurs supérieures (> 8) -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	Valeurs inférieures (< 5) -Troubles urinaires ou digestifs, fragilisation du squelette -Diminution de la solubilité de certains antibiotiques acides. - Corrosion
La dureté (TH)	10à 15°f (degré français)	Teneurs supérieures (> 20) -Abaissement de l'absorption des oligo-éléments. -Diminution de la solubilité de certains antibiotiques et vitamines. -Formation de complexes insolubles entre les ions calciums, magnésium et les molécules actives des antibiotiques. -Entartrage du matériel (dépôt de calcaire). -Précipitation des détergents.	Teneurs inférieures (< 6) -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.
Le fer	≤ 0,2 mg/ l	Teneurs supérieures (Fe > 1mg/l et/ou Mn > 0,15 mg/l) -Dégradation de l'aspect (coloration) et du goût (inappétence) de l'eau.	
Le manganèse	≤ 0,05 mg/ l	-Diminution de l'efficacité de la chloration. -Développement de microorganismes sur les dépôts internes aux canalisations -Risque de colmatage des canalisations.	

Les nitrates	$\leq 50 \text{ mg/l}$	Teneurs supérieures -Indicateur d'une pollution de la ressource en eau. -Troubles digestifs possibles à très forte concentration. -Diminution de l'efficacité des vaccins.
Les nitrites	$\leq 0,1 \text{ mg/l}$	Teneurs supérieures -Sont souvent associés à une teneur en matières organiques élevée. -Favorisent le développement du biofilm. -Sont toxiques à faible concentration.
Les matières organiques	$2 \geq \text{mg O}^2/\text{l}$ (milligrammes d'oxygène par litre)	Teneurs supérieures (MO > 5 mg O²/l) -Rechercher l'origine de la contamination (infiltrations d'eaux superficielles au captage, ou développement du biofilm)

2.2.3 La qualité bactériologique de l'eau:

Elle est mesurée par l'absence de pathogènes dans l'eau (virus, bactéries et parasites). La qualité bactériologique de l'eau affecte la santé des volailles. En fait, les bactéries d'origine hydrique sont responsables de maladies directes telles que la salmonellose et de maladies indirectes telles que les maladies respiratoires. De plus, d'autres standards bactériens peuvent être observés dans l'eau potable. Elle doit être recherchée lorsque des maladies spécifiques surviennent (Pineau et Moriniere, 2012).

Tableau 05 : Les valeurs préconisées de qualité bactériologique de l'eau (Pineau et Moriniere, 2012).

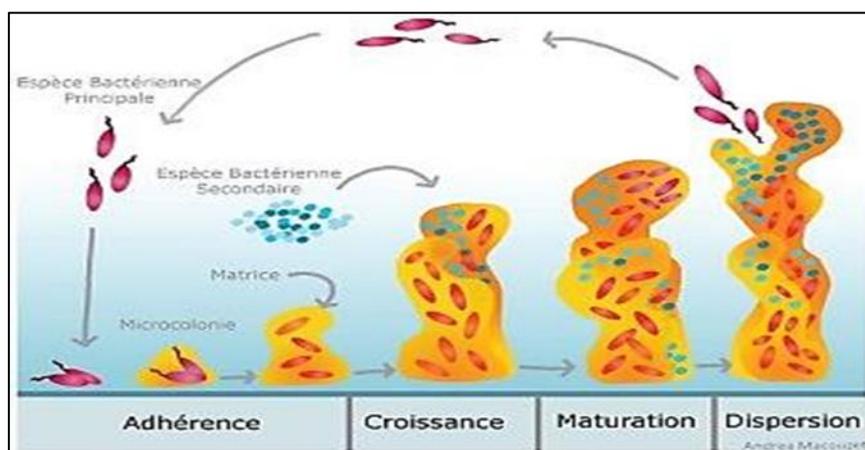
	Paramètres bactériologiques	Valeurs préconisées
Flore totale (biofilm)	Germes totaux à 22 °C	$10 \geq$ (dans 1 ml)
	à 37 °C	$10 \geq$ (dans 1 ml)
Flore Indicatrice (germes fécaux)	Coliformes totaux	0 (dans 100 ml)
	E. Coli fécaux	0 (dans 100 ml)
	Entérocoques intestinaux	0 (dans 100 ml)
	Bactéries sulfito-réductrices	0 (dans 100 ml)

2.3 Le biofilm :

Les biofilms bactériens sont des groupes organisés de cellules bactériennes recouvertes d'une matrice polymère et connectées à une surface. Les bactéries peuvent facilement s'attacher à une surface biologique (comme les cellules muqueuses) comme une surface abiotique (comme plancher ou équipement à la ferme, à l'abattoir ou à l'usine de transformation). Le biofilm protège les bactéries et leur permet de rester dans des conditions environnementales hostiles. Les bactéries du biofilm peuvent combattre la réponse immunitaire de l'hôte et être plus résistantes aux antibiotiques et aux antiseptiques que les cellules bactériennes planctoniques. Le biofilm se forme en plusieurs étapes selon un modèle bien établi (**figure 10**).

Les biofilms bactériens isolés de divers environnements partagent des caractéristiques communes :

- les cellules bactériennes sont retenues ensemble par une matrice polymérique composée d'exopolysaccharides, de protéines et d'acides nucléiques;
- le développement du biofilm survient en réponse à des signaux extracellulaires, soit présents dans l'environnement ou produits par les cellules bactériennes ;
- le biofilm protège les bactéries contre le système immunitaire de l'hôte, la dessiccation et les biocides (antibiotiques et désinfectants). Cette dernière caractéristique est particulièrement importante. La présence de biofilms pourra avoir comme effet d'interférer avec un traitement adéquat de l'animal ou une désinfection efficace des surfaces (**Yannick et al, 2014**).



La figure 10: Étapes de la formation et de la dispersion d'un biofilm bactérien (**Yannick et al, 2014**).

2.4 Pertes en eau :

La consommation d'eau doit être compatible avec la perte d'eau pour éviter la déshydratation. L'eau est perdue par la transpiration, les urines et les fèces. La perte d'eau fécale représente environ 20 à 30% de l'eau totale consommée, mais la plus grande perte est due à l'urine. La perte d'eau peut changer en fonction de la température ambiante et du niveau d'humidité (**Kirkpatrick et Fleming, 2008**)

2.5 Les influences de la consommation d'eau chez le poussin :

La consommation d'eau est étroitement liée à la consommation alimentaire et à l'âge des poussins. Plus le poussin est âgé, plus la demande d'eau est augmentée.

La qualité et la disponibilité de l'eau ont un impact majeur sur les performances actuelles de croissance des poulets de chair et toute technique d'élevage qui préconise de réduire la consommation d'eau aura un impact négatif sur la croissance (**Kirkpatrick et Fleming, 2008**).

2.5.1 Le sexe:

Le sexe du poussin affectera également la consommation d'eau. La consommation d'eau par des mâles sera supérieure à la consommation des femelles dès la première semaine de vie. Le rapport eau / nourriture sera également plus élevé pour des mâles. Cela explique le fait que la masse grasse est plus importante chez les femelles (graisses qui ont moins d'eau que les protéines, et ont besoin de moins d'eau chez les femelles) (**Kirkpatrick et Fleming, 2008**).

2.5.2 Température ambiante:

La température ambiante peut avoir de graves conséquences sur la consommation d'eau. Chez les poulets de chair, la consommation est presque le double de celle des aliments: 1,8 dans les abreuvoirs "cloche" à une température ambiante de 21 ° C. Cependant, lorsque les animaux sont exposés à des températures élevées, ce pourcentage peut augmenter de 6 à 7% pour chaque degré au-dessus de 21°C.

Il est fortement recommandé d'équiper chaque bâtiment d'élevage d'un seul compteur d'eau et que des enregistrements quotidiens soient effectués (**Kirkpatrick et Fleming, 2008**).

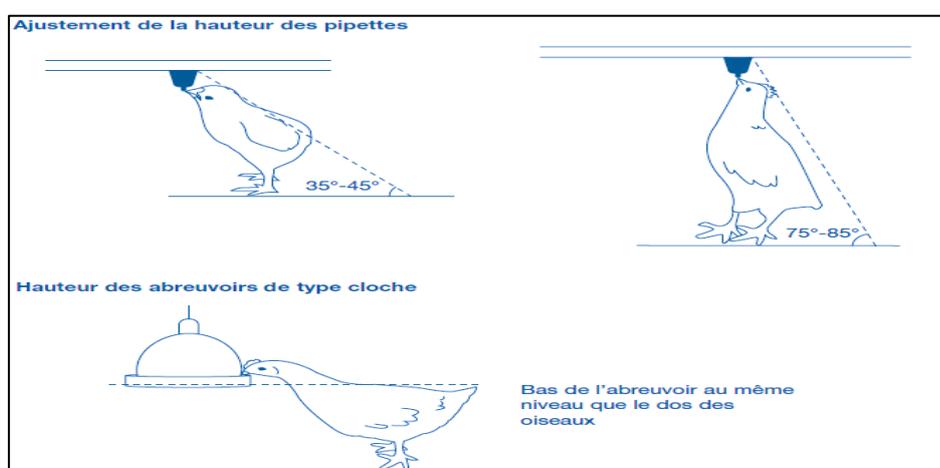
2.5.3 La température de l'eau:

À l'exception de l'eau utilisée dans les vaccins, peu d'attention est accordée à l'eau donnée aux animaux. L'eau stockée a tendance à être à la même température que l'air ambiant. Ce facteur n'est pas très important dans les climats froids, mais en revanche dans les climats chauds, une température d'eau potable très élevée peut entraîner une diminution de la consommation. La température de l'eau augmentant de 26,7 ° C et plus, il y a une diminution significative de la consommation d'eau et de la prise de poids quotidienne. Si la température de l'eau potable est régulièrement supérieure à 24 ° C, il est important d'envisager de mettre en œuvre des méthodes de refroidissement par eau. L'utilisation du système de réservoir d'eau souterraine et du système permet également de garder l'eau fraîche. Les réservoirs et les tuyaux d'alimentation exposés au soleil doivent être isolés et ombragés pour éviter la surchauffe de l'eau. Pour la vaccination, la température de l'eau doit être inférieure à 20 ° C (Kirkpatrick et Fleming, 2008).

2.6 Réseaux d'eau potable :

Dans les bâtiments de poulets de chair modernes, l'irrigation est effectuée par un système de pipette qui a l'avantage de réduire la propagation des maladies et de fournir une eau plus propre. Cependant, un entretien régulier du système est nécessaire au bon fonctionnement de la pipette. Pour contrôler la consommation d'eau, il est important de placer les rampes à la bonne hauteur: les volailles doivent lever la tête pour boire et il n'y a pas de choc entre elles, et la pente des pipettes doit être possible pour éviter toute fuite d'eau

(Figure 11) (Kirkpatrick et Fleming, 2008).



La figure 11: Hauteur des abreuvoirs de type « cloches » et pipettes (Kirkpatrick et Fleming, 2008).

2.7 Effet de l'aliment sur la consommation d'eau :

Tout élément nutritif qui favorise l'élimination des minéraux par les reins augmente la consommation d'eau. Par conséquent, un taux de minéraux supérieur aux besoins dans l'aliment ou dans l'eau de boisson provoquera une consommation d'eau plus importante. Ceci est également vrai quand un régime alimentaire est trop riche en protéines : elles ne sont pas utilisées mais éliminées dans les urines.

Ce processus énergivore est associé à une perte en eau plus importante. En particulier, la présence d'éléments inorganiques tels que le sodium (Na), le potassium (K) et le chlore (Cl) favorisera l'augmentation de la consommation d'eau et donc la présence de fientes liquides. Normalement, un taux de sodium plus important dans l'aliment n'est pas un problème si la teneur en sodium de l'eau de boisson est basse (**Kirkpatrick et Fleming, 2008**).

Deuxième partie :

Partie pratique

3. Objectif :

L'objectif de cette étude s'agit de :

- Déterminer la qualité de l'eau distribuée dans les 3 élevages avicoles dans la zone de Morsott.
- Déterminer la relation entre la qualité de l'eau de boisson des élevages avicoles et les performances de croissance du poulet de chair.

4. Situation géographique :

Tébessa c'est une wilaya frontalière avec la Tunisie sur une longueur 297 km et avec une superficie de 13788 km² pour une population estimée à 694.289 habitants. Elle est limitée:

- ✓ Au Nord par la wilaya de Souk ahras.
- ✓ A l'Ouest par la wilaya d'Oum el bouaghi et Khenchla.
- ✓ Au Sud par la wilaya d'El oued.
- ✓ A l'Est par la Tunisie (**Andi, 2013**).

Les 3 élevages expérimentées sont localisées dans la commune de Morsott wilaya de Tébéssa qui fait partie du grand ensemble régional des hauts plateaux Est.

La daïra de Morsott, sise à 34 kilomètres au nord du chef-lieu de wilaya de Tébéssa sur la nationale 16, reliant Tébéssa à Annaba. Morsott est situé à l'aval du plateau du Djebel Boukhadra sur le versant El Hodh. C'est une assiette si on prend en compte Djebel Boukhadra, Djebel Benkeffif et Djebel Mzouzia (**Andi, 2013**).

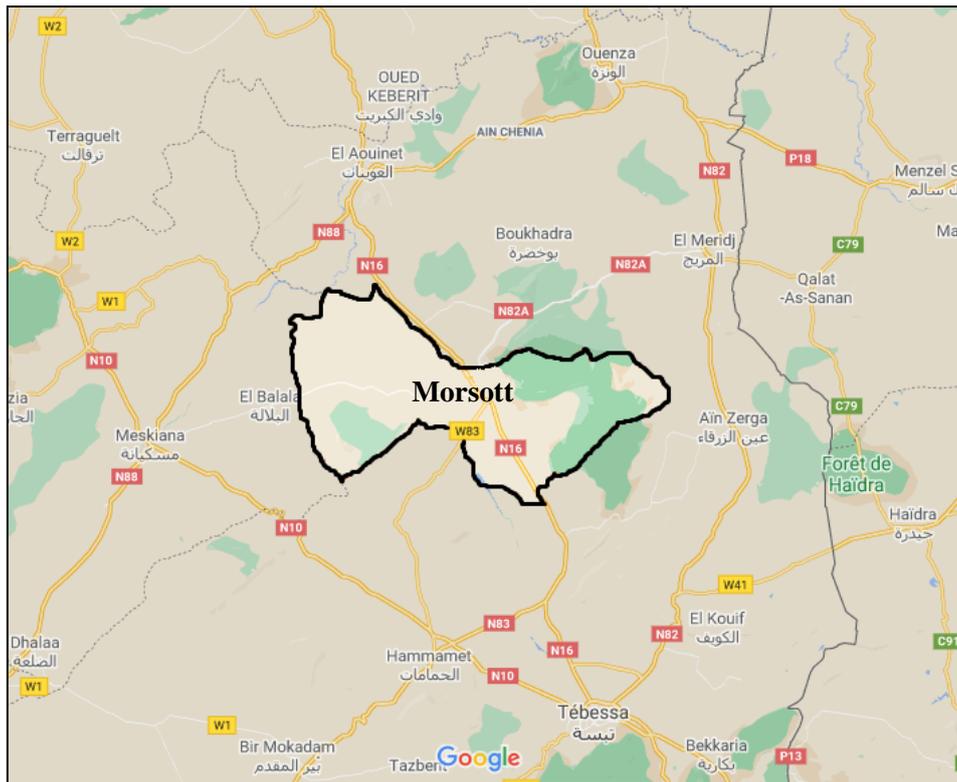


Figure 12 : Situation géographique de la zone d'étude Google maps

5 Le climat :

La wilaya de Tébessa est une zone de transition météorologique est considérée comme une zone agro-pastorale avec une présence d'un nombre important de phénomènes (gelée, grêle crue, vent violent).

La Wilaya de Tébessa se distingue par quatre (04) étages bioclimatiques.

- ✓ Le sub-humide (400 à 500 mm/an), très peu étendu, il est limité aux sommets de quelques reliefs (djebel serdies et djebel bouroumane) ;
- ✓ Le semi-aride (300 à 400 mm/an), couvre toute la partie nord de la wilaya ;
- ✓ Le sub-aride (200 à 300 mm/an), couvre les plateaux steppiques ;
- ✓ L'aride ou saharien doux (inférieur à 200 mm/an), s'étend au-delà de l'atlas saharien. (Andi, 2013).

✚ Les précipitations :

La précipitation est la quantité d'eau météorique, total, liquide ou solide qui tombe sur une surface horizontale déterminée, appelée la section pluviométrique ou impluvium. La pluie

est un facteur climatique très important conditionnant l'écoulement saisonnier et par conséquent le régime des cours d'eau ainsi que celui des nappes (Bouterraa, 2010).

Les données recueillies à la station de Tébessa sur une période de 10 ans (2000 -2010) sont récapitulées dans le tableau suivant.

Tableau 06 : Précipitations moyennes mensuelles (mm) à la station de Tébessa 2000/2010 (Bouterraa, 2010).

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou
Moy	48.79	31.31	30.96	47.18	35.61	15.07	27.76	49.47	37.94	25.38	17.23	30.3

Les températures :

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

Nous avons pris les données de température de la station de Tébessa pour la période d'étude (2000/2010).

Tableau 07 : Températures moyennes mensuelles (Bouterraa, 2010).

mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou
T°C	21.61	18.29	11.64	7.24	7.32	7.83	11.57	14.31	18.17	24.31	27.65	25.75

Quantitativement, on peut constater qu'en hiver il fait plus froid, les températures d'été sont plus élevées, à cause de l'influence du vent du Sud. Le mois le plus froid est le mois de décembre alors que le plus chaud est juillet (Bouterraa, 2010).

6 Matériel et méthode :

6.1 Enquête de terrain et choix des élevages :

Une enquête préalable sur les conditions d'élevages aviaires dans la région de Morsott imposait afin de sélectionner trois bâtiments d'élevages utilisant les différentes sources d'abreuvements à savoir : puits, forage et source naturelle.

- ✓ **Un puits** : c'est le résultat d'un terrassement vertical, mécanisé (par forage, havage, etc.) ou manuel, permettant l'exploitation d'une nappe d'eau souterraine, autrement dit un aquifère. L'eau peut être remontée au niveau du sol grâce à un seau ou une pompe (Metaiche, 2013).



La figure 13 : Un puits (2018, عبيد)

- ✓ **Une eau de source** : est une eau d'origine souterraine, ayant bénéficié d'une protection contre la pollution, et n'ayant subi ni traitement chimique, Elle est donc naturellement pure. Absence de germes, taux de sodium ou de pesticide (Direction Générale de la Santé, 2012)



La figure 14 : Une eau de source (le guide touristique, 2020)

- ✓ **Le forage (puits artésien)** : à la différence d'un puits, est un trou vertical profond, de plusieurs dizaines de mètres à plusieurs centaines de mètres et de diamètre plus restreint. Les forages constituent probablement le type de captage le plus répandu pour l'eau potable, ils ont l'avantage qu'ils permettent de capter des niveaux aquifères bien précis et individualisés, notamment les nappes captives, avec une excellente sécurité contre les pollutions de surface (Metaiche, 2013).



Figure 15 : Un forage (photos personnelle 2020)

Cette étude a été réalisée dans une unité spécialisée d'engraissement du poulet de chair centre ORAVIE (Office Régional Avicole Est) de Morsott wilaya de Tébessa où toutes les normes requises pour notre expérimentation sont fournies.

La souche utilisée est la BIG FAST 37 répartie sur les 3 élevages expérimentés avec une densité de 10 sujet/m²

Cette étude a été faite pendant une période s'étalant du janvier jusqu'au mois de juin (23 Janvier au 22 Mars 2020 pour les 2 bâtiments d'élevages utilisant l'eau du forage et l'eau du puits, du 13 Avril au 13 juin pour celui qui utilise l'eau de la source naturelle), au cours de laquelle nous avons procédé à une collecte d'eau niveau des abreuvoirs et au niveau des sources d'eau ainsi que la récolte des informations sur certains paramètres concernant ces 3 élevages (la capacité et la durée d'élevage, le poids des sujets et le taux de mortalité et la consommation alimentaire).

6.2 Bâtiments d'élevage :

L'unité contient trois centres dont chacun comprend 10 bâtiments de type obscur sous ambiance contrôlée, comme il répond aux exigences de l'élevage mentionné dans la partie bibliographique, d'une capacité de 9000 sujets par bâtiment. Elle comprend également :

- ✓ Deux groupes électrogènes et une bache d'eau
- ✓ Un hangar de stockage de la litière et d'alimentation

La production annuelle de cette unité s'étale sur quatre bandes par an pour chaque centre. Le suivi de l'élevage est exécuté par un agent avicole par bâtiment en permanence ; de mise en place du poussin jusqu'à la vente, assisté par deux chefs de centre, un ingénieur zootechnicien et deux vétérinaires.



Figure 16 : Bâtiments d'élevage (photos personnelle 2020)



Figure 17 : Réservoir d'eau



Figure 18: Abreuvoirs à cloche



Figure 19 : Silo d'aliments



Figure 20 : Lampes



Figure 21 : Elevage de poulet de chair en phase de démarrage (photos personnelle 2020)



Figure 22 : Elevage de poulet de chair en phase de croissance (photos personnelle 2020)

6.3 Méthodes de prélèvement des échantillons d'eaux et conservation :

Les échantillons d'eau sont prélevés dans des récipients propres, rincés plusieurs fois avec l'eau distillée, et fermés hermétiquement sans laisser de bulles d'air dans le flacon.

Ces eaux prélevées étaient échantillonnées dans des bouteilles en plastique bien fermées, nommées par des codes et conservées dans une glacière (à 4°C) jusqu'au moment de l'analyse. Les analyses sont réalisées dans les 24 heures après la prise d'échantillons.



Figure 23: le prélèvement d'un échantillon d'eaux de forage (photos personnelle 2020).

L'ensemble des analyses physico-chimiques ont été réalisées au niveau du laboratoire de l'hydrogéologie faculté des sciences et technologies de l'université Chikh Laarbi Tébéssi.

6.3 Analyse physico-chimique d'eau :

-Potentiel d'Hydrogène (pH)

-Conductivité Electrique

-Salinité

-Dosages des ions (cations et anions) : Ça consiste aux dosages des ions majeurs (cations et anions) :

- ✓ Le sodium Na
- ✓ Le calcium Ca⁺⁺
- ✓ Le potassium K
- ✓ Chlorure

✚ Conductivité Electrique (CE) :

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement.

La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. Comme la température, des contrastes de conductivité mesurés sur un milieu permettent de mettre en évidence des pollutions, des zones de mélange ou d'infiltration... La conductivité est également un des moyens de valider les analyses physicochimique de l'eau.



Figure 24 : Le multi paramètre de paillasse polyvalent de la marque (OHAUS) (photos personnelle 2020).

Tableau 08: Caractérisation des eaux en fonction de la CE (Redjeb, 2015).

CE= 0,005 μ S/cm	eau déminéralisée
10 < CE < 80 μ S/cm	eau de pluie
30 < CE < 100 μ S/cm	eau peut minéralisée, domaine granitique
300 < CE < 500 μ S/cm	eau moyennement minéralisée, domaine des roches carbonatées (karst)
500 < CE < 1000 μ S/cm	eau très minéralisée, saumâtre ou saline
CE > 30000 μ S/cm	eau de mer

✚ Dosages des ions (cations et anions) :

L'analyse chimique du bilan ionique des eaux se fait par la Spectrophotométrie à flamme pour le sodium, potassium et le calcium, et par dosage volumétrique pour le chlorure.



Figure 25 : Spectrophotomètre de flamme (photos personnelle 2020).

6.4 Dosage de sodium (Na):

Le dosage fait appel à la spectrophotomètre de flamme par émission atomique.

Principe : basé sur l'excitation de l'atome à l'état vapeur par l'intermédiaire d'une flamme qui favorise la production d'un spectre d'émission qui sera mesuré après une analyse d'identification.

Nous avons préparé une solution de 100ppm de (NaCl 1ml et de 9ml d'eau distillé)

La solution d'Na Cl est ensuite brûlée dans la flamme pour déterminer la position horizontale et verticale de la flamme afin d'obtenir un signal maximal. Ensuite, une eau distille est brûlée afin d'obtenir le signal zéro.

Séries de solutions étalons ont été préparées pour le ion Na⁺ avec les concentrations suivantes en ppm :

Na+	10	15	20	25	30	35	40
-----	----	----	----	----	----	----	----

Les absorbances ont ensuite été mesurées afin de tracer une courbe de calibration. L'eau distillée a été utilisée comme blanc. Les émissions de l'eau de source, puits et de forage ont ensuite été mesurées en conservant les paramètres préalablement optimisés.

6.5 Dosage de potassium (K⁺) :

Nous avons préparé une solution de 100ppm de (K⁺ 1ml et de 9ml d'eau distillé)

La solution de K⁺ est ensuite brûlée dans la flamme pour déterminer la position horizontale et verticale de la flamme afin d'obtenir un signal maximal. Ensuite, une eau distille est brûlée afin d'obtenir le signal zéro.

Séries de solutions étalons ont été préparées pour le ion K⁺ avec les concentrations suivantes en ppm :

K+	5	10	15	20
----	---	----	----	----

Les absorbances ont ensuite été mesurées afin de tracer une courbe de calibration. L'eau distillée a été utilisée comme blanc. Les émissions de l'eau de source, puits et de forage ont ensuite été mesuré

es en conservant les paramètres préalablement optimisés.

6.6 Dosage de calcium (Ca²⁺) :

Nous avons préparé Une solution de 100ppm de (Ca²⁺ 1ml et de 9ml d'eau distillé).

La solution contenant le Ca²⁺ est ensuite brûlée dans la flamme pour déterminer la position horizontale et verticale de la flamme afin d'obtenir un signal maximal. Ensuite, une eau distille est brûlée afin d'obtenir le signal zéro.

Séries de solutions étalons ont été préparées pour le ion Ca²⁺ avec les concentrations suivantes en ppm :

Ca ²⁺	10	20	30	40	50
------------------	----	----	----	----	----

Les absorbances ont ensuite été mesurées afin de tracer une courbe de calibration. L'eau distillée a été utilisée comme blanc. Les émissions de l'eau de source, puits et de forage ont ensuite été mesurées en conservant les paramètres préalablement optimisés.

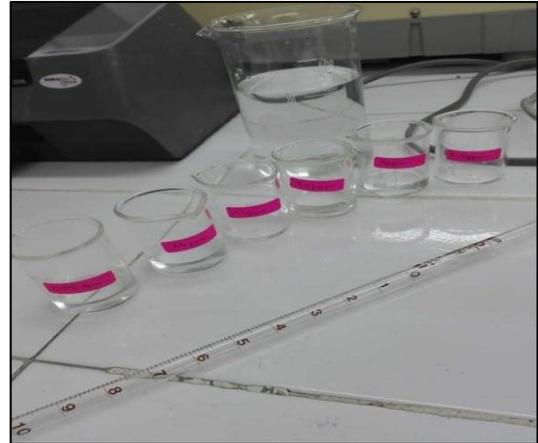


Figure 26 : Les flacons du Dosages des ions (photos personnelle 2020).

6.7 Dosage des Chlorures :

✚ Mode de Mohr :

Principe : les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent, en présence de bichromate de potassium. La fin de réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge, caractéristique du bichromate d'argent.

- **Mode opératoire :** introduire 50 ml d'eau à analyser préalablement filtrée dans unerlen meyer. Ajouter 1 ml de bichromate de potassium, puis verser alors au moyen d'une burette la solution de nitrate d'argent (N/10) jusqu'à apparition d'une teinte rougeâtre. Soit V le nombre de ml de nitrate d'argent (0.1, N) utilisé.

- **Expression des résultats :** pour une prise d'essai de 50 ml, la teneur en chlorures exprimée en mg/l :

V1=chute de burette

$$V1 \times 7.1 = \text{mg/l}$$

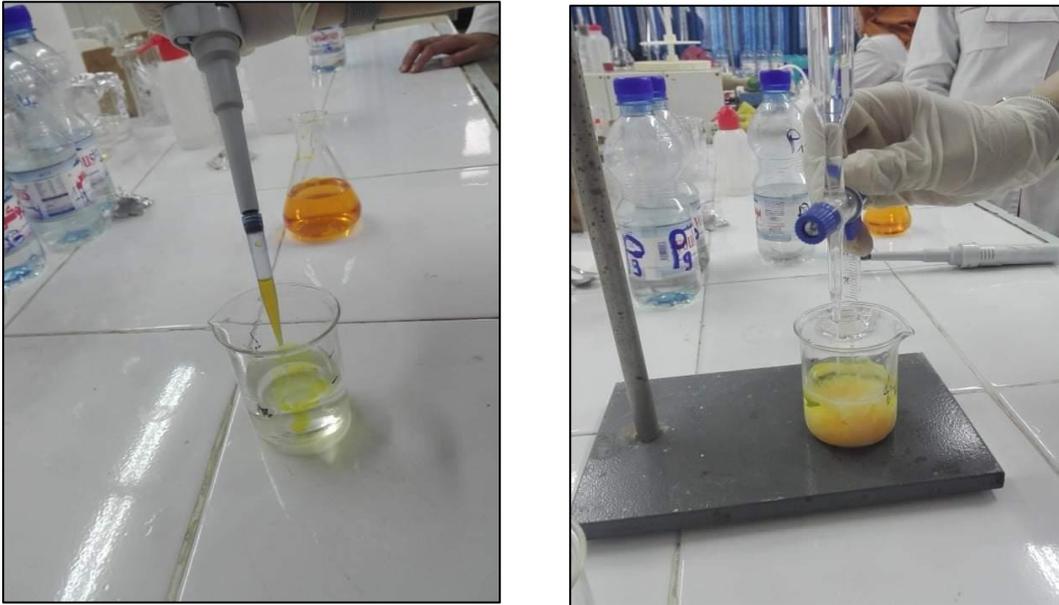


Figure 27 : Dosage volumétrique pour le chlorure (photos personnelle 2020).

6.8 Les paramètres zootechniques étudiés :

- Le taux de mortalité.
- La consommation d'aliment
- Le poids vif moyen
- GMQ (gain moyen quotidien).
- Le taux de conversion alimentaire (l'indice de consommation).

✚ Le taux de mortalité :

Les sujets morts sont comptés chaque matin et à la fin de chaque semaine pour calculer le taux de mortalité (Villemin., 1984).

TM(%) = Nombre de sujets morts (au cours d'une période) × 100 / Nombre de sujets mis en place

✚ La consommation des aliments :

La quantité d'aliment ingérée (QAI) est calculée à partir de la formule suivante :

$$QAI = (QAD - RF) / \text{Effectif}$$

QAD = quantité d'aliments distribuée quotidiennement, et **RF** = refus alimentaire.

✚ Indice de consommation :

Le calcul de ce paramètre se fait en appliquant la formule suivante (Redjeb, 2015).

IC = Quantité d'aliment consommé par sujet et par semaine / le gain de poids par sujet de la même semaine

✚ Le gain de poids :

C'est la différence entre le poids final (pvf) et le poids initial (pvi) à une période donnée de la phase d'élevage. Calculé par la formule suivante (**Redjeb, 2015**):

$$\text{GP} = \text{PVf} - \text{PVi}$$

✚ Le Gain moyen quotidien (GMQ) :

Le gain de poids est calculé par la formule suivante (**Touko et al., 2009**) :

$$\text{GMQ} = (\text{PVf} - \text{PVi}) / \text{nombre de jours entre les dates i et f}$$

7 Analyses statistiques :

Une analyse statistique a permis de comparer les performances de croissance des différents lots de poulets en fonction de la qualité de l'eau. La comparaison des valeurs moyennes des différents lots de poulets de chair est faite par analyse de variance (ANOVA)

8 Résultats et discussion :

8.1 Résultats de l'analyse physico-chimique des eaux d'abreuvement :

En ce qui concerne les analyses physico-chimiques, au totale trois sources ont été échantillonné une seule fois à savoir une source naturelle, un puits et un forage, en plus les trois abreuvoirs et les bâches à eau répartis entre trois élevages.

Les résultats de l'analyse chimique des eaux, sont présentés dans le tableau 09

Tableau 09: Composition chimique des eaux

Echantillons Paramètres	Forage			puits			Source naturelle	Les normes OMS
	Source	Bâche à eau + trait	abreuvoir	source	Bâche à eau + trait	abreuvoir		
PH	8,10	8,02	7,57	7.07	7.10	7.06	-	6,5 et 9,5
Conductivité (µS/cm)	1758	1747	1748	1080	1073	1080	-	2500
Salinité (g/l)	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.4	-	< 1
Na ⁺ (mg/l)	27	30	36	16	16	17	-	< 150
K ⁺ (mg/l)	05	08	13	12	12	15	-	<12
Ca ²⁺ (mg/l)	44	48	49	42	44	45	-	< 100
Cl ⁻ (mg/l)	152	145	147	109	99	101	-	<250

Les résultats consignés dans le tableau 09 montrent que le pH des échantillons est généralement neutre pour les puits varient entre 7,06 et 7,10. Néanmoins, il n'existe pas de grande différence entre les sources d'abreuvements analysées et les eaux des abreuvoirs correspondants. Par contre le potentiel d'hydrogène le plus important est enregistré au niveau du forage où l'eau est considéré comme basique au niveau du forage et neutre au niveau des eaux du puits.

L'analyse de la conductivité électrique montre des valeurs relativement importantes pour les eaux de forages analysées surtout au niveau de la source du forage (1758 $\mu\text{S}/\text{cm}$), en parallèle des valeurs moyennement importantes pour les eaux du puits

Néanmoins, la conductivité des eaux du forage atteste que se sont des eaux très salées et minéralisées que celles du puits.

En ce qui concerne la salinité d'eau, la concentration est remarquable dans les eaux du forage (0,8 g/l) par rapport à celle des puits (0,4 g/l). En effet, la valeur reste fixée pour les 3 échantillons de la même source.

Les résultats des analyses des teneurs en ions K^+ ; Na^+ des deux sources d'eau analysées, et les eaux au niveau des abreuvoirs montrent que l'eau du forage est riche en Na^{++} avec une moyenne de 31 mg/l et l'eau du puits en K^+ avec une moyenne de 13 mg/ml

En parallèle en remarque que les concentrations en K^+ et Na^+ sont plus au moins élevés dans l'eau des abreuvoirs des deux sources.

Cependant, la concentration en Ca^{++} est considérable et presque identique pour les deux sources d'eau. Alors que la teneur importante en Cl^- est un peu plus élevée dans les eaux du forage par rapport à celle du puits

Néanmoins, les fluctuations des valeurs des ions Ca^{++} , Cl^- de la même source sont très peu importantes au cours de la période d'étude.

Aucun échantillon d'eau de source naturelle n'a été analysé en raison de l'arrêt des travaux dans les laboratoires de l'hydrogéologie de l'université LAARBI TEBESSI lors de la propagation du virus Corona.

8.2 Résultats des paramètres zootechniques étudiés :

8.2.1 Résultats des taux de mortalités des exploitations étudiées :

Les bâtiments d'élevages expérimentés ont commencé par 9000 sujets au niveau des bâtiments alimentés par les eaux du forage et de la source et par 4000 sujets au niveau du bâtiment alimenté par les eaux du puits.

Le calcul du taux de mortalité ne commence qu'après le 3^{ème} jour de la mise en place du poulet (jusqu'à la disparition de l'effet du stress de voyage).

Tableau 10: Taux de mortalité (%) enregistré au niveau des trois exploitations

Age (Semaine)	1	2	3	4	5	6	7	Total %
EXP. Source	0.71	0.60	0.20	0.13	0.45	0.64	0.66	3.39
EXP. Puits	1	0.70	0.53	1.07	0.54	0.72	0.62	5.18
EXP. Forage	1.14	0.99	1.32	0.97	1.07	0.85	0.77	8.11

EXP. Source : exploitation alimentée par les eaux de la source naturelle,

EXP. Puits : exploitation alimentée par les eaux du puits,

EXP. Forage : exploitation alimentée par les eaux du forage.

L'analyse des résultats des différents taux de mortalité des trois exploitations étudiées montre des valeurs variant entre 3,39% et 8,11%. Ce taux est dépassé la norme acceptable de 6% pour la souche BIG FAST dans les bâtiments ayant alimenté par l'eau du puits et de la source naturelle. Par contre il dépasse les normes pour ceux alimenté par l'eau du forage. Néanmoins, nous notons aussi des fluctuations plus ou moins importante des taux de mortalités hebdomadaires (élevé au démarrage (1^{ère} et 2^{ème} semaine) ainsi que dans la phase de finition (6^{ème} et 7^{ème} semaine)), et cela pour l'ensemble des élevages étudiés.

8.2.2 Résultats de la Consommation d'aliment (g/sujet/j) :

L'évolution de la consommation des poulets en fonction de l'eau de boisson est présentée dans le tableau 11 et illustré par la figure 27.

Tableau 11: Consommation d'aliment (g/sujet/j) enregistrée au niveau des trois exploitations.

Age (semaine)	Consommation d'aliment (g/sujet/j)			
	EXP.Source	EXP.puits	EXP.forage	Norme de la souche
01	35	37,5	23,15	26
02	67	63,13	51,66	60
03	108	76,29	74,88	110
04	148	102,27	80,59	140
05	180	116,30	88,69	160
06	187	155,95	103,50	190
07	195	209,42	134,82	203

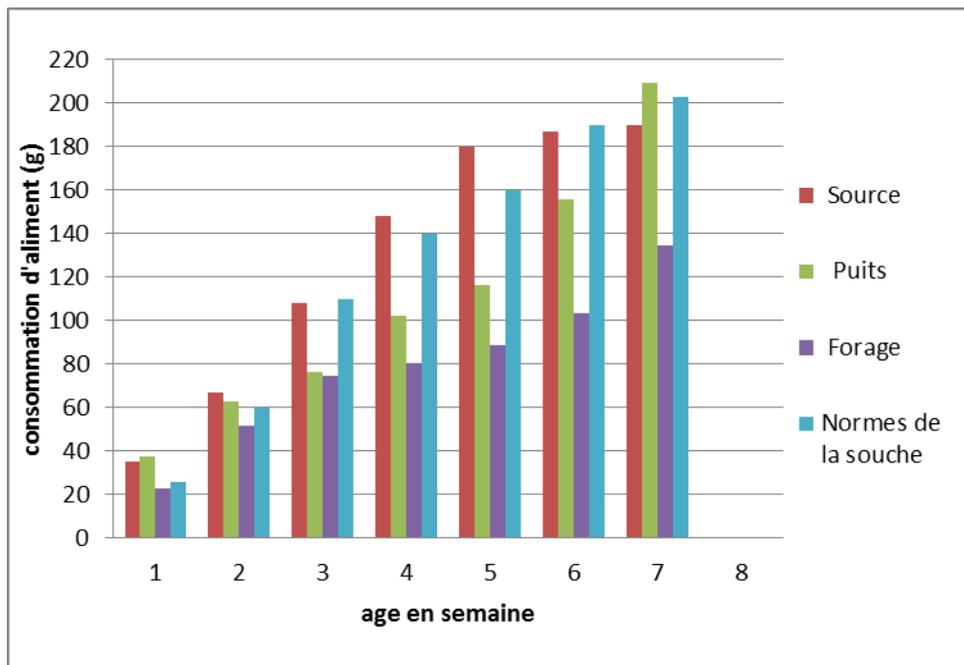


Figure 28 : Evolution de la consommation en fonction de l'âge et de la qualité de l'eau de boisson.

Les résultats de la consommation d'aliments par sujet et jour au niveau des trois exploitations en question révèlent que pour l'ensemble des élevages, la consommation d'aliments enregistré reste inférieur aux normes admissent pour notre souche dans le forage, mais la consommation d'aliments enregistré reste proche aux normes dans le bâtiment alimenté par l'eau du puits et source. Alors, la consommation la plus importante est enregistrée au niveau du bâtiment alimenté par les eaux du puits et la source en comparaison avec les deux exploitations.

8.2.3 Résultats de l'Indice de consommation (g/sujet/j) :

Tableau 12 : Indice de consommation (g/sujet/j) enregistrée au niveau des trois exploitations

Age (semaine)	Indice de Consommation (g/sujet/j)			
	EXP. Source	EXP. Puits	EXP. forage	Norme de la souche
01	1,66	1,6	2,00	0,98
02	1,68	2,38	1,55	1,30
03	1,88	0,81	1,51	1,78
04	2,13	2,01	1,36	2,34
05	2,43	1,50	1,47	1,22
06	2,57	1,40	1,14	2,09
07	2,72	2,19	1,87	2,81

Les résultats de l'évaluation de l'indice de consommation au cours de la période d'élevage des trois exploitations étudiées: montrent que d'une manière générale, une évolution par rapport au norme des indices de consommations pendant la période de démarrage (1^{ère} et 2 semaine) pour les trois sources par contre, on dépassant les normes admissent pour le bâtiment alimenté par l'eau de la source au cours des sept semaines de suivi.

8.2.4 Résultats du Poids vif moyen (g) :

L'évolution du poids vif des poulets en fonction de l'eau de boisson est présentée dans le tableau 13 et illustré par la figure 28.

Tableau 13: Poids vif moyen (g) enregistré au niveau des trois exploitations :

Age (semaine)	Poids vif moyen (g)			
	EXP. Source	EXP. Puits	EXP. forage	Norme de la souche
01	143	150	85	160
02	360	300	240	400
03	694	900	540	750
04	1125	1200	950	1131
05	1610	1700	1350	2000
06	2110	2400	1850	2587
07	2318	3000	2250	2800

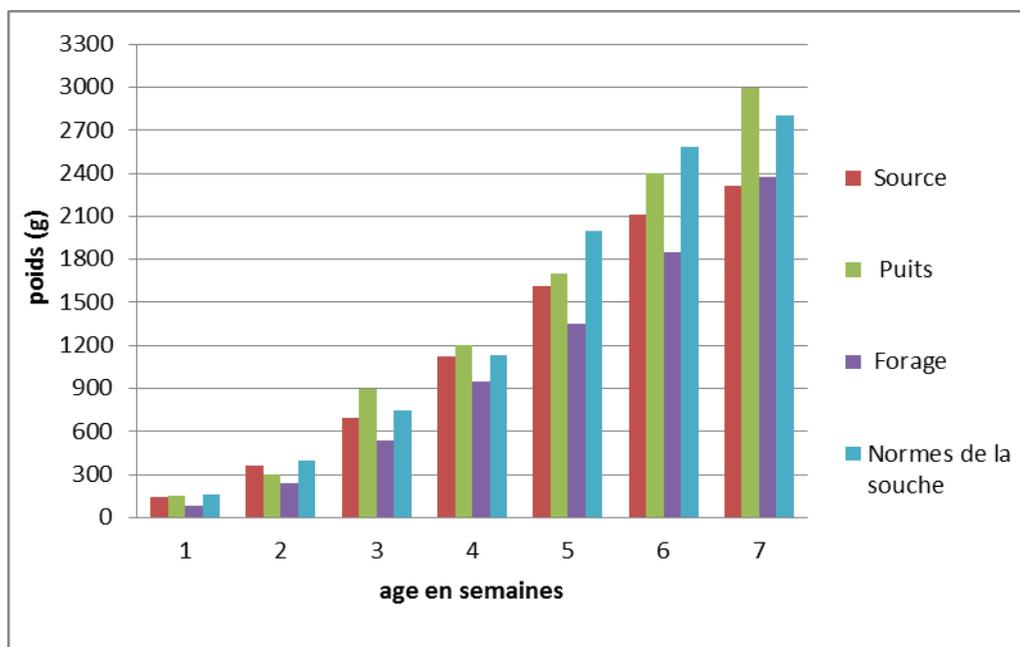


Figure 29: Evolution du poids vif en fonction de l'âge et de la qualité de l'eau de boisson.

Selon le tableau 13 et la figure 28 de l'évolution de poids vif moyen des trois exploitations étudiés, des fluctuations du poids vif moyen sont enregistrés aux niveaux des trois exploitations, on note que dans la période démarrage le poids vif moyen n'atteint pas

l'objectif et cela pour l'ensemble des élevages, et dans la période de croissance le poids vif moyen atteint l'objectif dans le puits et n'atteint pas dans la source et forage.

On note que vers la fin de l'élevage, le poids vif moyen n'arrive pas l'objectif de 2800g au niveau de l'élevage alimenté par les eaux du forage (2250g) et au niveau de l'élevage alimenté par les eaux de la source (2318g). Par contre l'élevage alimenté par les eaux du puits, le poids vif moyen dépasse l'objectif de 2800g.

8.2.5 Résultats du Gain moyen quotidien :

L'évolution du gain moyen quotidien des poulets en fonction de l'eau de boisson est présentée dans le tableau 14 et illustré par la figure 29.

Tableau 14: Gain moyen quotidien G.M.Q (g) enregistré au niveau des trois exploitations

Age (semaine)	Gain moyen quotidien (g)			
	EXP. Source	EXP. Puits	EXP. forage	Norme de la souche
01	14	15,71	8,71	17,14
02	31	21,42	22,14	34,28
03	47,71	85,71	42,85	35,71
04	61,57	42,85	58,57	54,42
05	69,28	71,42	57,14	124,14
06	71,42	100	71,42	83,85
07	69,33	85,71	57,14	71

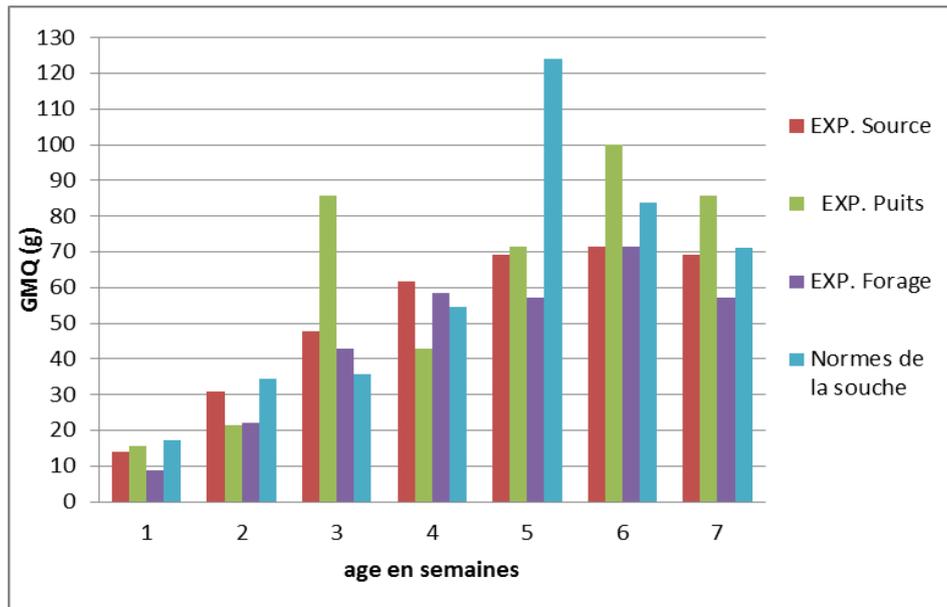


Figure 30 : Evolution du gain moyen quotidien en fonction de l'âge et de la qualité de l'eau de boisson.

Les résultats de l'évolution du GMQ au cours de la période d'élevage au niveau des trois exploitations en question révèlent que pour l'ensemble des élevages, le GMQ enregistré reste inférieur aux normes, et cela pour les deux premières semaines de suivi.

Cependant, la marge de gain moyen entre la réalité au niveau des élevages et les normes sont très importantes aux cours des deux périodes de démarrage et croissance, mais vers la troisième période de finition, les résultats dévoilent des marges moins importantes en matière de GMQ dans le forage 57,14g et dans la source 69,33g. Mais le GMQ continue de pousser dans le puits 85.71g.

8.3 Relations entre les paramètres physico-chimiques et le taux de mortalité :

Nous avons sélectionnés parmi toutes les corrélations effectuées, seulement les plus significatives soit entre le pH, le sodium, calcium, chlorure et salinité avec le taux de mortalité.

8.3.1 Détermination des coefficients de corrélation entre les paramètres physico-chimiques (pH, le sodium, calcium, chlorure, salinité, potassium) et le taux de mortalité :

Le calcul des indices de corrélations montre une forte corrélation positive ($r=1$) entre le pH, le sodium, calcium, chlorure, salinité et le taux de mortalité, cependant, une forte

corrélation négative est enregistrée entre la concentration en potassium et le taux de mortalité avec un coefficient ($r = -1$).

Tableau 15: corrélation entre les paramètres physico-chimiques (pH, le sodium, calcium, chlorure, salinité, potassium) et le taux de mortalité :

Paramètres	pH	Sodium	calcium	chlorure	salinité	potassium
Coefficient de corrélation	1	1	1	1	1	-1

8.3.2 Présentation du nuage de points, coefficients de détermination R^2 et droite de régression des paramètres étudiés et le taux de mortalité :

D'après ces graphiques, la liaison entre le pH, le sodium, calcium, chlorure, salinité de l'eau d'abreuvement, et le taux de mortalité semble plutôt linéaire.

Ainsi, les valeurs assez élevée du R^2 pour ces paramètres ($R^2 = 1$) corroborent ce type de relation entre les deux variables, en d'autres termes, Les mortalité dans nos élevages est expliquée par les variations du pH, le sodium, calcium, chlorure, salinité de l'eau d'abreuvement.

Cependant, en ce qui concerne le second paramètre soit la concentration en potassium, la relation est linéaire mais négative, donc l'augmentation de potassium entraînent une diminution de la mortalité au niveau des élevages étudiés.

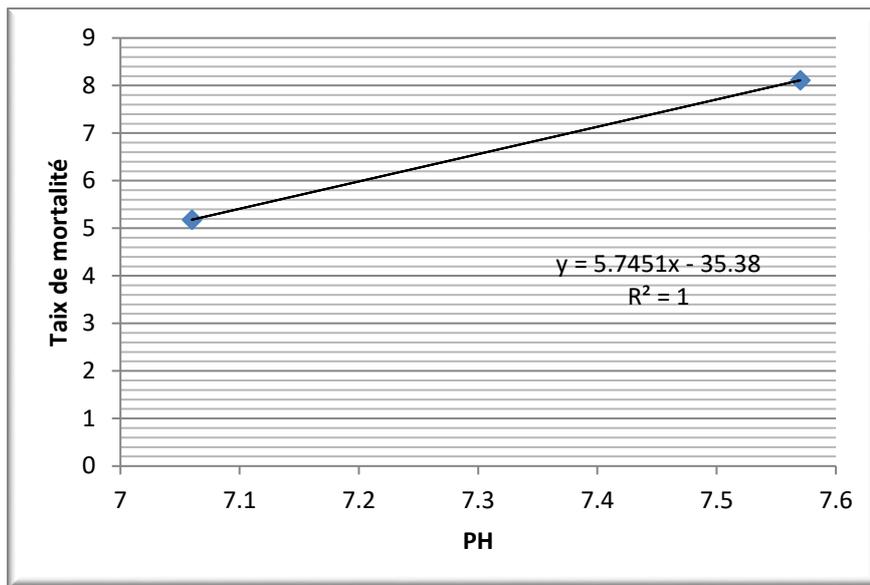


Figure 31: Nuage de points, droite de régression et coefficient de détermination du pH et le taux de mortalité

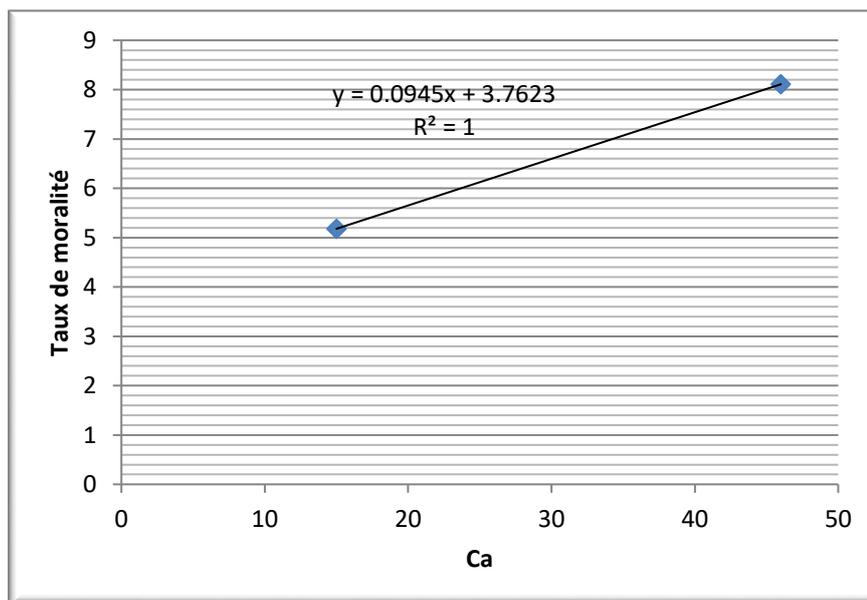


Figure 32: Nuage de points, droite de régression et coefficient de détermination des calciums et le taux de mortalité

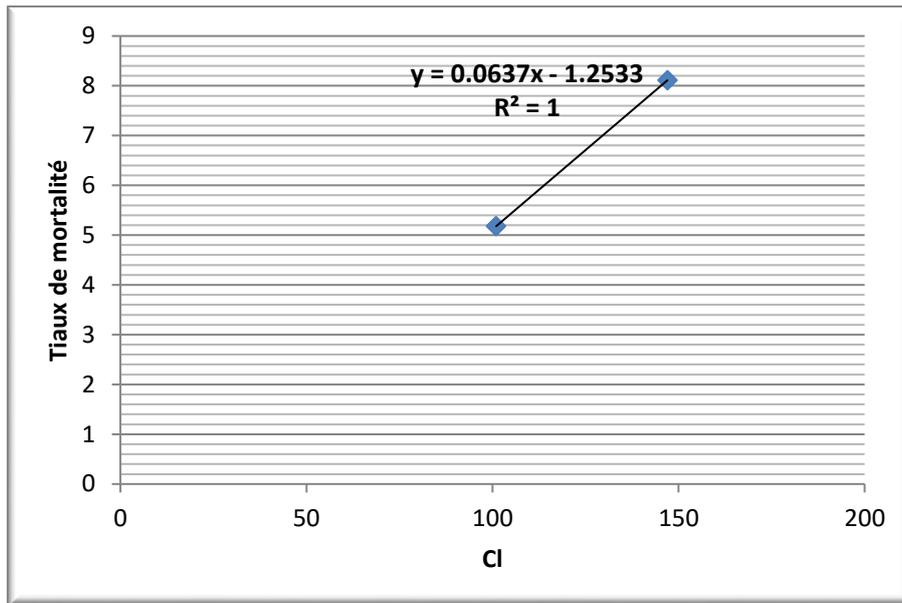


Figure 33: Nuage de points, droite de régression et coefficient de détermination des chlorures et le taux de mortalité

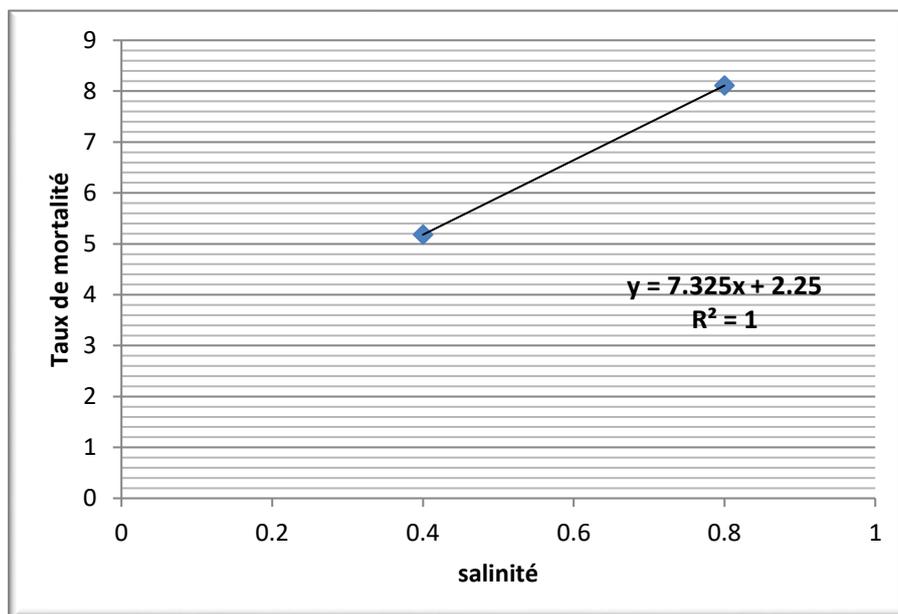


Figure 34 : Nuage de points, droite de régression et coefficient de détermination du salinité et le taux de mortalité

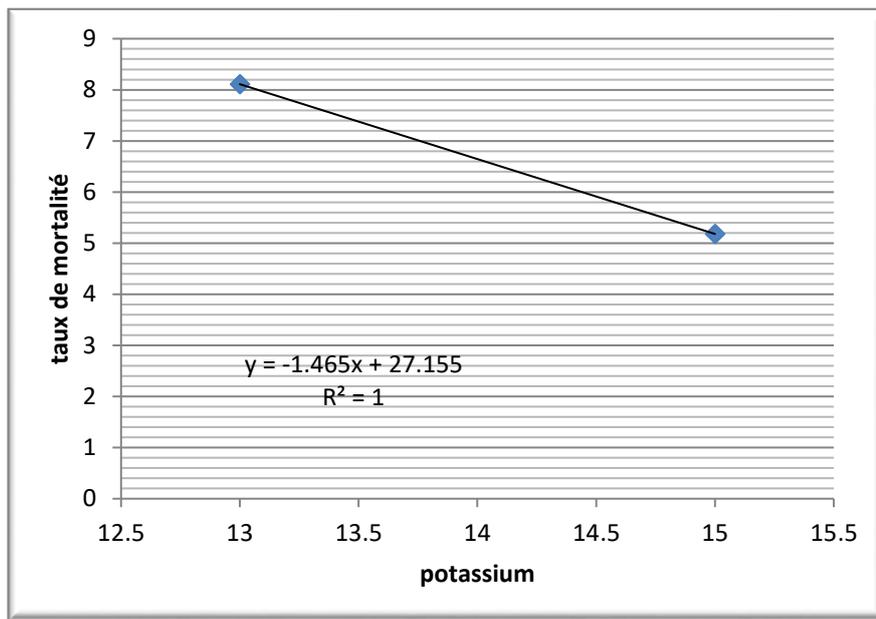


Figure 35 : Nuage de points, droite de régression et coefficient de détermination du potassium et le taux de mortalité

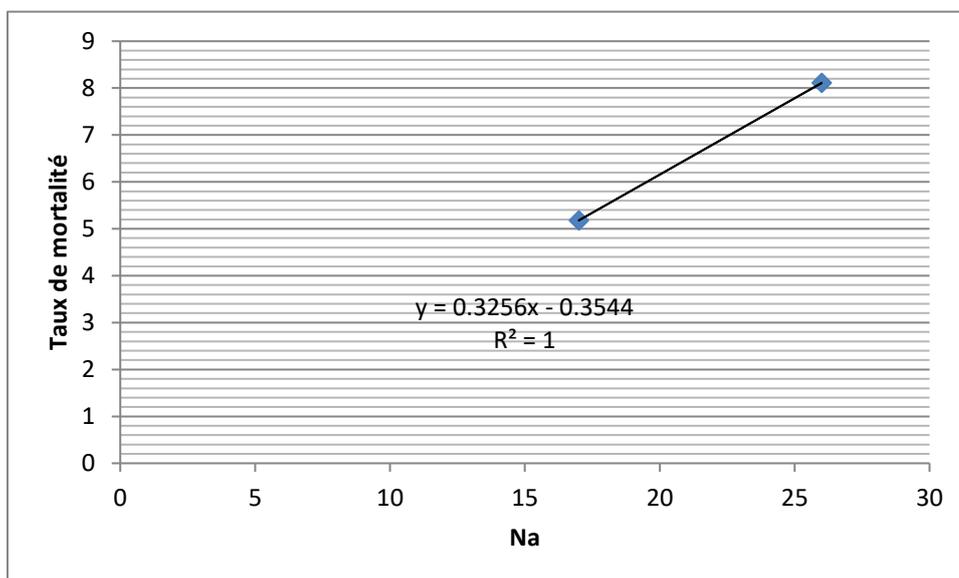


Figure 36 : Nuage de points, droite de régression et coefficient de détermination du Sodium et le taux de mortalité

Discussion

En Algérie, Il n'existe pas actuellement des normes de potabilité de l'eau pour les animaux. Les normes de potabilité humaines sont donc la seule référence. Il faut savoir que la qualité de l'eau se regarde sur un angle physico-chimique et bactériologique. Nous pouvons signaler des valeurs de référence proposées par OMS pour les élevages avicole, comme normes de qualité de l'eau pour l'abreuvement de cette catégorie d'animaux.

Au cours de leur circulation souterraine, de leur séjour dans l'aquifère et de leur écoulement de surface, les eaux se chargent, au contact des différents terrains traversés, d'un certain nombre d'éléments chimiques solubles, chlorures, carbonates, sulfates et autres. Ces éléments sont d'origine géologique le plus souvent; ils peuvent cependant parfois être d'origine anthropique et sont alors susceptibles d'affecter sensiblement la qualité de l'eau (Merzoug et al, 2010).

Le pH est un paramètre très sensible à divers facteurs environnementaux, il dépend aussi des variations de la température, de la salinité, du taux de CO₂ dissous. Il dépend aussi de la nature géologique du terrain (Azami, 1996 in Aboukacem et al FV, 2007).

Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques entre l'eau, le gaz carbonique dissous, les carbonates et les bicarbonates qui constituent des solutions tamponnées conférant à la vie aquatique un développement favorable. Dans la plupart des eaux naturelles, le pH est compris habituellement entre 6 et 8,5 alors que dans les eaux tièdes, celui-ci être compris entre 5 et 9 (Hceflcd, 2006).

Par ailleurs, le pH de l'eau peut avoir des répercussions plus importantes sur les animaux. Par exemple, la consommation d'une eau dont le pH est inférieure à 5,5 participe à l'acidose métabolique, alors qu'une eau alcaline ayant un pH supérieur à 8,5 peut être à l'origine d'un accroissement du risque d'alcalose métabolique. Alors que Les valeurs observées révèlent que le pH des eaux analysées du forage est élevé, et par conséquent, il reste dangereux pour la potabilité des poulets de chair en parallèle des eaux du puits qui reste toujours neutre. Ces résultats sont proches à ceux trouvés par (El moustaine et all, 2013). Il a noté que le PH des eaux du puits oscille entre neutre et légèrement basique (PH = 7,2 et 7,9)

La conductivité des eaux analysées dans cette étude est comprise entre 1073 et 1758 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ces valeurs montrent que l'eau est fortement minéralisée soit naturellement par la présence des ions de calcium, magnésium, sodium, potassium, chlorures, sulfates et bicarbonates dans une région calcique, soit par les polluants. (**Guide technique 2016**).

Une forte salinité signifie aussi une grande quantité d'ions en solution de l'eau. Il se traduit par un refus de consommer l'eau donc à un manque d'eau. Cela se traduit par une perte de poids ou une stagnation du poids voir dans des cas extrêmes la mort de l'animal (**Ndiaye, 2010**). Les valeurs observées dans notre expérimentation révèlent que la salinité des sources analysées est toujours dans les normes. En conséquent, il reste dans les limites de potabilité pour le poulet de chair.

Le potassium est un élément naturel indispensable à la croissance du vivant. Cependant sa présence en excès dans une eau est un indice de pollution par des effluents agricoles (lisier, ..) ou d'industries agro-alimentaires, qui en contiennent beaucoup. A moindre proportion, son origine peut être également l'utilisation d'engrais (et de lisier) dans le bassin versant amont. (**Guide technique 2016**). Ce qui peut expliquer le taux plus au moins élevé au niveau des abreuvoirs des bâtiments expérimentés.

La concentration de l'eau en chlorure peut être plus ou moins élevée en fonction de la géologie des sols et de leur exposition aux pollutions. Le chlorure a des bienfaits pour la santé. L'eau potable ne doit pas dépasser une valeur de 51,4 mg/l en comparaison avec les valeurs enregistrées restent inférieurs à la valeur de OMS (< 250mg/l).

Certains paramètres de la qualité de l'eau qui ne sont pas illustrés dans cette étude et qui ont une influence sur la santé animale comme les sulfates et les nitrates. Les sulfates proviennent du ruissellement ou d'infiltration dans les terrains à gypse. Ils résultent également de l'activité de certaines bactéries (chlorothiobactéries, rhodothiobactéries, etc.) (**Belghiti et al, 2013**). Cette activité peut oxyder l'hydrogène sulfuré (H_2S) toxique en sulfate (**Hceflcd, 2006**). Toute excès en cet élément donne à l'eau un goût désagréable et peut provoquer des problèmes de diarrhée (**Gadin-Goyon, 2002**). Ainsi que pour les quantités des nitrates dépendent de nombreux facteurs climatiques, environnementaux et agricoles (**Merzoug et al, 2010**).

D'après les résultats des études qui ont été déjà réalisé dans la région de Tébessa commune d'El Oglia par **(Redjeb, 2015)** indique que les valeurs en sulfate et en nitrate restent inférieurs aux normes demandées par l'OMS et que se sont relatives à la qualité des eaux destinées à l'abreuvement avicole et ne présente pas de danger.

Une autre étude de **(Zaki et al, 2004)** a montré que chez des animaux d'expérience ayant reçu un traitement pendant 5 mois, des niveaux de nitrates de 150 et 500 mg/l ont entraîné une baisse importante du niveau de sérum des hormones thyroïdiennes. Cela laisse donc supposer que la présence de nitrates dans l'eau d'abreuvement peut altérer les fonctions des hormones thyroïdiennes, ce qui peut alors avoir un impact négatif sur le taux de croissance. En plus des difficultés de reproduction, des troubles nerveux et une mauvaise assimilation des minéraux et des vitamines **(Saboureau, 2006)**.

Conclusion

Conclusion :

Les différents paramètres physico-chimiques de l'eau, ont montré des variations spatio-temporelles. En effet les résultats des paramètres mesurés de l'eau peuvent être considérés comme admissibles et ne présentent aucun danger pour la consommation chez le poulet de chair (convenable à la norme préconisée). Cependant le problème réside dans le niveau du PH des eaux du forage qui est légèrement basique ainsi qu'au niveau du taux de potassium qui est élevé qu'au niveau des abreuvoirs pour les deux sources

Par ailleurs, les résultats des performances zootechniques enregistrés dans la présente étude ont montré que le bâtiment d'élevage alimenté par l'eau du puits est le seul qui répondait aux normes requises, suivi du bâtiment qui approvisionnait en eau de la source. Par contre, l'eau fournie par le forage est loin d'être sur les normes.

La qualité de l'eau de boisson dans les élevages peut avoir des répercussions importantes sur la production et influencent considérablement la réussite d'un élevage et conditionne sa rentabilité. De plus, une eau de mauvaise qualité peut non seulement causer de nombreux échecs thérapeutiques, mais aussi, être un facteur prédisposant de tout un éventail de pathologies de diverse étiologie (chimique, bactérienne, virale et parasitaire). C'est pourquoi l'eau destinée aux animaux d'élevage doit faire l'objet d'analyses régulières.

Références

bibliographiques

Référence bibliographique:

A

Akouango F., Bandtaba P., Ngokaka C., 2010. Croissance pondérale et productivité de la poule locale *Gallus domesticus* en élevage fermier au Congo. Dans FAO, Animal Genetic Resources., 46, pp.61-65.

Alfort YMM., 2009. Contaminations du poulet de chair par les salmonelles non typhiques en élevages et abattoirs de la wilaya de Constantine. Caractérisations phénotypiques et génotypiques par ERIC-PCR, IS-PCR et PFGE.

Alloui N., Bennoune O. 2013. Poultry production in Algeria. World's Poultry Science Journal, Vol. 69,

Alloui N., 2006. Cours zootechnie aviaire, université Elhadj Lakhdar, Batna, département de vétérinaire, 60 p.

Andrew A et Olkowski., 2009. La qualité de l'eau d'abreuvement du bétail : Guide de terrain relatif aux bovins, aux chevaux, à la volaille et aux porcs, p1-138.

Andi ., 2013. Invest in al Algeria. Wilaya de Tébessa.

Antoine H., 2018. L'Algérie mise sur l'agriculture Publié le 23/02/2018

Austic R.E., 1982. Feeding poultry in the tropics. Animal Production in the Tropics. M.K. Yousef,ed. New York. Praeger Publishers. 277-288, 468p

Ayssiwede S., Missoko-Mabeki R., Mankor A., Dieng A., Houinato M. et Chrysostome C., 2012. Effets de l'incorporation de la farine de feuilles de *Cassia tora* (Linn) dans la ration alimentaire de jeunes poulets traditionnels du Sénégal, Revue Méd. Vét., Dakar, 163,8-9, pp. 375-386.

B

Bastianelli D., et Rudeaux F., 2003. L'alimentation du poulet de chair en climat chaud. La production de poulets de chair en climat chaud. Paris : ITAVI-(70-76), P 109.

BELAID B., 1993. Notion de zootechnie générale. Office des publications universitaires. Alger.

BELLAOUI G., 1990. Réflexion sur la situation de l'élevage avicole type chair dans la wilaya de Tindouf perspectives de développement. Mém. d'ing. Agro. INFSAS, Ouargla. P 37.

Bessa D., 2019. Présentation de la filière avicole dans la région de Tizi-Ouzouet évaluation de la production et de la consommation de viande de poulet. Université mouloud mammeri de tizi-ouzou. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. Département d'Agronomie. Mémoire de fin d'études En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences agronomiques Option: production et nutrition animal, p50.

Belghiti M.L., Chahlaoui A., Bengoumi D., El Moustaine R. 2013. Etude de la qualite physico -chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quaternaire dans la région de meknès (maroc). Larhyss Journal, 14 : 21-36

Bouterraa M., 2010. Risque de contamination des eaux souterraines par les eaux usées urbaines en zones semi-aride. Exemple des rejets de la ville de Tébessa. Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie. Département des Sciences de la Terre et de l'Univers .Mémoire Présenté en vue de l'obtention du diplôme de magister .Option : Hydrogéologie Appliquée. p26-28.

Breytenbach J.H., 2005. Guidelines for effective vaccination of broilers. International Poultry Production 13(7): p 7-9

Byse J, Simons P.C.M, Shouwers F. M. G, Decuypere E., 1996. World's Poult. Sci. J., 52,121-130. INRA., Station de Recherches Avicoles. Centre de recherche de Tours. P49- 53 -54.

C

Christèle P et Fabrice M., 2012. L'agriculture biologique en pays de la Loire. Résultats de recherche. L'eau En Elevage Avicole Biologique : Un facteur à ne pas négliger, (4), p 95.

COON C., 1999. Les besoins et le profil idéal en acides aminés pour les poulets de chair, les poules pondeuses et les reproductrices. Manhattan: American soybean association. 46p.

D

Dedier. F., 1996. Guide de l'aviculture tropicale. Cedex. Sanofi. 117 p.

Djouini M., 2006. Prévalence de l'entérite nécrotique chez le poulet de chair dans la région de Tébessa. Mémoire Pour l'obtention du diplôme de Magistère en Médecine Vétérinaire. Université mentouri de constantine. Faculté des sciences, département vétérinaire, el khroub p 15.

Direction Générale de la Santé., 2012. Bilan national de la qualité des eaux conditionnées en 2011 sur la base du contrôle sanitaire assuré par les agences régionales de santé. Ministre des affaires sociales et de la santé.

Drogoul C, Raymond G, Marie-Madeleine J, Roland J, Lisberney M.J., Mangeol B., Montaméas L., Tarrit A. Danvy J-L et Soyer B., 2013. Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Tome 2. P355. Edition Educagri. P28, 29, 34,50.

Drouin P, Toux J., 1997. La conduite de la décontamination des poulaillers des pondeuses en cages visa—vis de Salmonella. Journée nationale œufs de consommation Ploufragan, 4.

E

Emmanuel B., 2010. Influence de la qualité de l'eau distribuée dans les élevages avicoles de la région périurbaine de Dakar, sur les performances de croissance du poulet de chair. Université cheikh antadiop de Dakar. La Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie de Dakar Pour obtenir le grade de docteur vétérinaire (Diplôme d'Etat).p44.

F

Fbrice M., 2015. Alimentation des volailles en agriculture biologique. Institution technique de l'agriculture biologique, ITAVI. Chapitre 2, P19-21.

Fedida D., 1996. Santé animale de l'aviculture tropicale. Guide Sanofi, France. p 117.

G

Gafpam., 2016 (Guide pratique du poulailler familial). Mission ADM-Janvier, 2014.P 5.

Gongnet G., Sakande S., et Parigi-BinirS.E.H., 1995. Influence des niveaux de protéines alimentaires sur les performances de croissance et le rendement carcasse de la pintade commune (*Numida meleagris*) et du poulet de chair (*Gallus domesticus*) en milieu tropicale sec, Tome 146, vol 3, p9.

Gordon H.W., 1994. Revue scientifique. World's Poultry Sci. J., 50, 269,215. INRA., 2005. P53

H

Haoua Z et Mohamed M O., 2019. Vers des Bâtiments Intelligents pour l'élevage de volailles. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master en Informatique. Université de Blida Faculté des Sciences. Département d'Informatique. p27.

Hceflcd., 2006. Haut-Commissariat Aux Eaux et Forêt et la Lutte Contre la Désertification. Etude diagnostique de la zone humide AL Massira- Faija, cercle d'EL Brouj et Cercle de Settat (Maroc), 242p.

I

I.S.A., 1985. Guide d'élevage du poulet de chair. Lyon: ISA. 20p.

I.T.A., 1973. Institut de Technologie Agricole. Aviculture 3, conditions d'ambiance et d'habitat moyens technique de leur maitrise équipements d'une unité avicole, p44.

I.T.E.L.V., 2001. Institut Technique de l'Elevage. Fiche technique conduite d'élevage du poulet de chair. DFRV, Alger, 6 p.

I.T.A.V.I., 2013. Guide du bâtiment d'élevage à énergie positive. Dépôt légal 1er trimestre 2014, Paris ISBN 2- 902112-20-3.

K

Kirkpatrick K et Fleming E., 2008. La qualité de l'eau, ROSS TECH 07/47, p3-7.

L

Laouer H., 1987. Analyse des pertes du poulet de chair au centre avicole de Tazoult Mém d'ing, INESA, Batna. p105.

Larbier M., Leclercq B., 1992. Nutrition et alimentation des volailles. Edition INRA. Paris(France), 349 p.

Lekrine Y., 2015. Hydrodynamisme et minéralisation du complexe aquifère de la bassine frontalière D'El Ma El Abiod wilaya de Tébessa (S - E Algérien). Université mentouri 1 constantin. faculté des sciences de la terre, de l'aménagement du territoire et de la géographie département des sciences géologique. Présenté en vue de l'obtention du diplôme de magister. P 16.

M

Montiel A., 2007.Qualité de l'eau en élevage avicole .Actes des 7èmes journées de la recherche Avicole, Tours, France, 28et 29 mars ,455-459.

Mourad Y., 2017. Journal of Industriel Economis.Vol 12(3). P 17-40. Indicateurs technico-économiques de la production du poulet de chair dans la région d'Ain Touta. P21.

Ministère en charge de l'environnement. , 2016. Guide technique d'évaluation de l'état des eaux douces. Définition de l'état des masses d'eaux

N

Ndiaye., N. M., 2010. Influence de la qualité de l'eau distribuée dans les élevages avicoles de la région périurbaine de Dakar, sur les performances de croissance du poulet de chair. Pour obtenir le grade de docteur vétérinaire. Université cheikh anta diop de dakar. P 29

O

O.R.AVLE., 2004. (Office Régional d'Aviculture de l'Est). Contrôle sanitaire en aviculture du 11 août 2004. 25p.

P

Picard M., Sauveur B., Ferrandji F., Angulo I., Mongin P., 1993. Ajustement technicoéconomique possible de l'alimentation des volailles dans les pays chauds. INRA, Prod. Anim, 6 (2), p 87-103

R

Redjeb A., 2015. Composition physicochimique des principales sources d'abreuvement du poulet de chair. Université d'El Tarf département d'Agronomie. Thèse pour l'obtention d'un diplôme de master 86 P.

S

Saboureau L., 2006 Qualité des eaux d'abreuvement, Pourquoi ? Comment ? Dossier Alim Alliance

Sall B., 1990. Contribution à l'étude des possibilités d'amélioration de la production en aviculture traditionnelle: mesure du potentiel de la race locale et des produits d'un croisement améliorateur. MSc. Thèses, Institut National de Développement Rural, St. Louis, Sénégal.p75.

Smith A.J., 1992. L'élevage de la volaille. Wageningen: CTA; Paris: Maisonneuve et Larose. Le Technicien d'Agriculture Tropicale, 2: 347p.

Pattier S., Couilleau L., 2008. La sante des volailles en agriculture biologique, chapitre 2, Anatomie et Physiologie des Volailles, (Lycée Bressuire), p9, 10.

Sow O, 2012. Elevage du poulet de chair, par Aryana. P5.

Steinfeld H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., De Haan, C., 2006 Livestock's Long Shadow. Environmental Issues and Options. Rome, FAO.

Surdeau Ph., Et Henaff R., 1979. La production du poulet. Ed J. B.BAILLIERE, Paris. p 155.

T

The European food Safety Authority (EFSA), 2010. Scientific Opinion on the influence of genetic parameters on the welfare and the resistance to stress of commercial broilers. EFSA Journal 8(7), 1666.

Taucher T., 2016. Conception of an automatized broiler breeder management building. University of Applied Master Degree Program Automation Technology - Economy .Master Thesis, conception of an automatized broiler breeder management building. San Marcus. p (16,20).

Tossou Lm., Houndonougbo M., Abiola F., Chrysostome C., 2014. Etude comparée des performances de production et de la qualité organoleptique de la viande de trois souches de poulets chair (Hubbard, Cobb et Ross) élevés au Bénin. Sciences de la vie, de la terre et agronomie.2(1).

Touko A., Manjeli Y., Tegua A., et Tchoumboue J., 2009. Evaluation et prédiction de l'effet du type génétique sur l'évolution du poids vif de la poule locale camerounaise. p10.

U

Uzu G., 1989. Some aspect of feeding laying hens in hot climate. Poultry science développements. Le Caire: Ed. M.LARBIER, 245-256.

V

Van Eekeren N, Maas A, Saatkamp H, Verschuur M., 2006. L'élevage des poules à petite échelle. Digigraphi, Wageninagen. Pays Bas, 97p9.

Villemin M., 1984. Dictionnaire des termes vétérinaires et zootechnique. Vol 470, Edition Vigot, France.

Villers J., Squilbin M., Youras S., 2005. Catherine Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général, p 1-3.

W

Wageningen U.R., 2010. Livestock Research. Animal welfare risk assessment guidelines on housing and management. Technical report for The European food Safety Authority EFSA (EFSA Housing Risk).

Y

Yannick D.N. Tremblay, Hathroubi S., et Jacques M., 2014. Les biofilms bactériens : leur importance en santé animale et en santé publique._The Canadian Journal of Veterinary Research ; 78(2): 110–116.

Z

Zerrouki H., 2013. Aspects quantitatifs et qualitatifs delà source de bouakkous : impact sur le champ captant d'ain chabro (zone semi-aride tebessa). Université badji Mokhtar Annaba. Faculté des sciences de la Terre. Département de Géologie Laboratoire Ressource en eau et Développement Durable. Thèse ; Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat ; p56.

Zaki A, Ait Chaoui A, Talibi A, Derouiche A F, Aboussaouira T, Zarrouck K, Chait A et Himmi T 2004 Impact of nitrate intake in drinking water on the thyroidgland activity in male rat. Toxicology Letters. 147: 27-33.

د. سعود الشوا. 2009، تربية الدواجن (الطبعة الأولى)، غزة – فلسطين: مركز العمل التنموي / معاً، صفحة 15، 16، 17. بتصرّف

Webographie:

CARTER T.A., SNEED R.E., 1996. Driking water quality for poultry .Accés internet : (www.ces.ncsu.edu/...driking-water-quality.html consulté le 16/07/2009).

Farm Garden., 2020. Country Sidé. Aliments composés pour poulets de chair. 30/06/2020 (<https://ca.farmforage.com/7043-compound-feed-for-broilers.html>)

Hubbard., 2015. Bibliothèque technique, Guide d'élevage poulet de chair. P62. (<http://www.hubbard.com>)(www.hubbardbreeders.com)

ITAVL., 2017. Membre du réseau ACTA. (<https://www.itavi.asso.fr/content/le-demarrage-des-poulets-de-chair-jeuneaviplus>).

Kawtar T., 2017. Poulet de chair. Le prix chute de 20%. 23/08/2017 (<https://aujourd'hui.ma/actualite/poulet-de-chair-le-prix-chute-de-20>).

Le guide touristique., 2020. Youkous.
<https://www.leguidetouristique.com/sitenaturel/youkous>

عبير محمد، 2018، كيف أحفر بئر

(<https://www.almrsl.com/post/751656>)

Les Annexes :

Annexe 1 : La fiche technique du bâtiment de l'élevage N°01 d'eau de source :

Age	Effectif	Mortalité	Aliment g/j	Poids
1	9000	32	13	45
2	8968	32	16	
3	8936	32	20	
4	8904	15	23	
5	8889	8	26	
6	8881	6	30	
7	8877	4	35	143
8	8873	7	38	
9	8866	7	42	
10	8859	2	47	
11	8857	2	52	
12	8855	3	57	
13	8852	1	62	
14	8851	4	67	360
15	8847	2	73	
16	8845	4	78	
17	8841	2	84	
18	8836	2	90	
19	8837	2	96	
20	8835	2	102	
21	8833	2	108	694
22	8831	6	118	
23	8825	3	116	

24	8824	1	126	
25	8823	5	132	
26	8818	2	137	
27	8816	2	144	
28	8814	1	148	1125
29	8813	1	155	
30	8812	2	159	
31	8810	3	165	
32	8807	4	170	
33	8803	1	175	
34	8802	2	179	
35	8800	1	180	1610
36	8799	4	181	
37	8795	4	182	
38	8791	0	183	
39	8791	2	184	
40	8789	2	185	
41	8787	1	186	
42	8786	1	187	2110
43	8785	1	188	
44	8784	2	189	
45	8782	5	190	
46	8778	4	191	
47	8774	1	192	
48	8773	6	193	
49	8777	3	194	
50	8774	2	195	2318

Annexe 2 : La fiche technique du bâtiment de l'élevage N°07 d'eau de forage :

Age	Effectif	Mort	Aliment g/j	Poids
1	9000	90	11.31	24
2	8968	90	13.33	
3	8936	95	13.37	
4	8904	19	17.95	
5	8889	24	23.22	
6	8881	11	19.71	
7	8877	9	23.15	85
8	8873	9	28.48	
9	8866	14	31.83	
10	8859	14	33.94	
11	8857	11	37.87	
12	8855	16	43.29	
13	8852	10	47.19	
14	8851	9	51.66	240
15	8847	15	55.77	
16	8845	17	51.55	
17	8841	8	64.48	
18	8836	16	65.69	
19	8837	13	69.80	
20	8835	10	73.54	
21	8833	13	74.88	540
22	8831	13	77.98	
23	8825	23	78.16	
24	8824	25	82.16	
25	8823	28	85.27	

26	8818	27	76.93	
27	8816	22	78.25	
28	8814	25	79.70	950
29	8813	24	80.64	
30	8812	20	82.34	
31	8810	18	82.38	
32	8807	14	82.43	
33	8803	10	86.43	
34	8802	12	86.60	
35	8800	11	88.69	1350
36	8799	15	72.88	
37	8795	13	72.97	
38	8791	14	72.63	
39	8791	13	76.52	
40	8789	11	80.42	
41	8787	9	93.81	
42	8786	11	103.50	1850
43	8785	11	107.93	
44	8784	8	119.88	
45	8782	7	119.88	
46	8778	8	126.60	
47	8774	10	127.96	
48	8773	7	130	
49	8777	7	134.74	
50	8774	10	134.82	2250

Annexe 3 : La fiche technique du bâtiment de l'élevage d'eau de puits :

Age	Effectif	Mort	Aliment g/j	Poids
1	4000	6	12.5	40
2	3994	6	16	
3	3988	6	22	
4	3982	6	25	
5	3976	5	30	
6	3971	5	33	
7	3966	6	37.5	150
8	3954	3	40	
9	3951	3	42	
10	3948	3	45	
11	3945	3	50	
12	3942	3	57	
13	3939	3	60	
14	3936	4	63.13	300
15	3932	6	63.5	
16	3926	6	64	
17	3920	5	67	
18	3915	6	75	
19	3909	5	70	
20	3904	6	73	
21	3898	6	76.29	900
22	3892	3	77	
23	3889	3	77.5	
24	3886	3	78	
25	3883	3	84	

26	3880	3	90	
27	3877	3	96	
28	3874	3	102.27	1200
29	3871	4	102.5	
30	3867	4	103	
31	3863	4	105	
32	3856	4	106.5	
33	3854	5	108	
34	3849	6	110	
35	3843	4	116.30	1700
36	3839	5	126	
37	3834	4	132	
38	3830	4	137	
39	3826	3	140	
40	3823	3	144	
41	3820	4	148	
42	3816	4	155.95	2400
43	3812	4	165	
44	3808	5	175.30	
45	3803	7	179.95	
46	3796	4	187.27	
47	3792	4	195	
48	3788	3	204	
49	3785	5	200	
50	3780	2	209.42	3000