

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie  
Filière : Sciences Agronomiques  
Spécialité : Production et Biotechnologie Animales

**THÈSE**  
PRÉSENTÉE POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE  
DOCTORAT 3<sup>ème</sup> CYCLE LMD

Par

ZOUAOUI Khadidja

***ÉTUDE DES FACTEURS GÉNÉTIQUES ET LEUR IMPACT SUR LES  
PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES DES ÉLEVAGES AVICOLES  
LOCAUX DANS L'OUEST ALGÉRIEN***

Soutenue publiquement le : 18/09/2023

**Membres du jury :**

LARID Mohamed	Professeur	Université de Mostaganem	Président
HOMRANI Abdelkader	Professeur	Université de Mostaganem	Directeur de thèse
DAHLOUM Lahouari	Maître de Conférences A	Université de Mostaganem	Co-Directeur de thèse
BOUDEROUA Kaddour	Professeur	École Supérieure d'Agronomie Mostaganem	Examineur
BENAMEUR Qada	Maître de Conférences A	Université de Mostaganem	Examineur

***Laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animale (LSTPA)***

***Année universitaire 2022-2023***



*“If an egg is broken by outside force, life ends. If broken by inside force, life begins.”*

*Great things always begin from inside.”*

*- Jim Kwik*

# Remerciements

*Merci au Professeur HOMRANI Abdelkader, mon Directeur de thèse, d'avoir accepté la direction scientifique de cette thèse. Ses conseils avisés ont été précieux pour mener à bien le travail. Je lui exprime ma reconnaissance et ma respectueuse gratitude.*

*Mes plus vifs remerciements s'adressent à mon Co-directeur de thèse, le Dr. DAHLOUM Lahouari, sans lui ce travail n'aurait jamais vu le jour.*

*Un grand MERCI.*

*À Monsieur LARID Mohamed Professeur à l'Université de Mostaganem de m'avoir fait l'honneur de présider le jury.*

*Mes remerciements particuliers aux membres du jury :*

*Le Professeur BOUDEROUA Kaddour, Directeur de l'École Supérieure d'Agronomie de Mostaganem,*

*Monsieur BENAMEUR Qada MCA à l'Université de Mostaganem d'avoir accepté de juger mon travail, examiner et évaluer cette thèse.*

*Je voudrais également adresser de profonds remerciements et toute ma gratitude au Dr. DAHOU Abdelkader El Amine, le Directeur du Laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animale «LSTPA», pour ses conseils et ses encouragements.*

*Je n'oublie pas de remercier les doctorantes et les doctorants du Laboratoire «LSTPA» des promotions 2017 et 2018, en particulier mon collègue MESKINI Zakaria pour son aide, ses encouragements et ses conseils, j'adresse mes sincères remerciements.*

*Je tiens à remercier toutes les familles rurales qui ont contribué à l'aboutissement de cette étude, pour leur compréhension et leur accueil chaleureux lors des enquêtes.*

*Finalement, je remercie tous ceux ou celles qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de cette thèse de Doctorat et que je n'ai pas pu citer.*

*À vous tous, un grand MERCI.*

## Dédicaces

À ma très chère maman **ZOUAOUI Fafa**, raison de mon existence et ma première maîtresse. Quoique je puisse dire et écrire, je ne pourrais exprimer ma profonde affection et ma grande reconnaissance. J'espère ne jamais la décevoir, ou trahir sa confiance et son sacrifice. Que Dieu Tout-Puissant la bénisse et lui accorde santé, longévité et bonheur.

'Mille merci'.

Je rends hommage à la mémoire de mon père **ZOUAOUI Nacer** parti sitôt, qui n'a pas eu la chance de bénéficier des fruits de ce travail.

« Que Dieu l'accueille dans son vaste paradis ».

À ma grande famille « **ZOUAOUI** », surtout ma très chère tante **Karima**.

À mes chères sœurs, de tout mon cœur, vous êtes ma joie et mon soutien.

À ma cousine **Alia**, une cousine qu'on ne peut trouver nulle part ailleurs.

Puisse qu'Allah la protège, garder et renforcer notre fraternité.

À toutes les personnes qui me connaissent, que je ne pourrais pas nommer de peur d'oublier quelqu'un.

Z Khadidja

## *Publications scientifiques*

- ✚ **Zouaoui Khadidja**, Dahloun Lahouari, Halbouche Miloude, Soltani Fatiha, Homrani Abdelkader, Yakubu Abdulmojeed, 2023. RURAL CHICKEN FLOCKS IN THE NORTHWEST OF ALGERIA: THEIR HUSBANDRY, PERFORMANCE INDICES, AND MARKETING. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 33 (1).  
<https://www.thejaps.org.pk/Volume/2023/33-01/02.php>

## Communications internationales

- ✚ **Zouaoui Khadidja**, Dahloun Lahouari, Halbouche Miloude, Homrani Abdelkader, 2019. Etude des performances de reproduction des élevages avicoles locaux dans l'Ouest algérien, The 2<sup>nd</sup> International Symposium (WREIANA2019) Water Resources and Environmental Impact Assessment in North Africa, 25-27 mars, Sousse (Tunisie).
- ✚ **Zouaoui Khadidja**, Dahloun Lahouari, Homrani Abdelkader, 2021. Caractérisation de l'élevage familial de la poule locale (*Gallus gallus domesticus*) dans la wilaya de Mascara, Séminaire International sur les Sciences Naturelles et de la Vie, 19-20 Février, Oran (Algérie).
- ✚ **Zouaoui Khadidja**, Dahloun Lahouari, Homrani Abdelkader, 2021. Caractérisation morpho-biométrique des œufs de la poule locale (*Gallus gallus domesticus*) dans l'Ouest algérien, Séminaire International sur les Sciences Naturelles et de la Vie, 19-20 Février, Oran (Algérie).
- ✚ **Zouaoui Khadidja**, Dahloun Lahouari, Homrani Abdelkader, 2021. L'effet du type génétique de la poule locale sur la qualité externe et interne des œufs dans le Nord-ouest algérien, The 1st International Congress SUSTAINABLE AGRICULTURE: TOOLS AND INNOVATIONS «AgriNov2021», 27-30 octobre, Beni Mellal (Maroc).

## Communications nationales

- ✚ **Zouaoui Khadidja**, Dahloun Lahouari, Homrani Abdelkader, 2021. Enquête socio-économique sur l'aviculture familiale dans la wilaya de Mostaganem, The First Virtual National Conference on Animal Production, 1-3 juin, Mostaganem (Algérie).
- ✚ **Zouaoui Khadidja**, Radja Djamia Sabiha, Dahloun Lahouari, Homrani Abdelkader, 2021. Caractérisation morpho-biométrique des œufs du poulet local Cou Nu dans l'Ouest algérien, The First Virtual National Conference on Animal Production, 1-3 juin, Mostaganem (Algérie).
- ✚ **Zouaoui Khadidja**, Dahloun Lahouari, Homrani Abdelkader, 2021. Etude de la commercialisation de la poule locale dans le Nord-Ouest algérien, 10<sup>ème</sup> Journées de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie « JNSNV2021 », 27-28 octobre, Mostaganem (Algérie).

# RÉSUMÉS



## Résumé

Cette étude a consisté dans un premier temps à apporter une contribution pour une meilleure compréhension des systèmes de production des élevages familiaux de la poule locale dans trois wilayas du Nord-Ouest algérien : Chlef, Mascara, et Mostaganem. Le système d'élevage extensif était prédominant, il est principalement géré par les femmes (61.3%). La taille du cheptel était en moyenne de 16.9 oiseaux avec un ratio poule/coq global de 6.5:1. Le nombre moyen de couvées par poule par an, et le nombre moyen d'œufs par couvée étaient respectivement de 3.52 et 12.75. La production annuelle moyenne d'œufs par poule a été estimée à 45 œufs par an. Le taux d'éclosion des œufs était de 73.4%, tandis que le taux de mortalité des poussins était de 39.5%, dont les principales causes sont la prédation (55%), les maladies (19.4%), et le froid (16.2%).

Dans le deuxième temps de cette étude (partie expérimentale), premièrement, nous avons évalué la résistance à la coccidiose chez trois génotypes du poulet local : plumage normal (nana), Cou nu (Nana), et Tête huppée (Crcr), et chez la souche industrielle Cobb500. Les scores lésionnels, la charge d'oocystes et la gravité de la diarrhée sanguinolente (méléna) étaient significativement plus élevés ( $p < 0.05$ ) chez la souche industrielle Cobb500 en comparaison avec les génotypes locaux. En outre, le génotype Cou nu était associé à une remarquable et meilleure tolérance à l'infection coccidienne par rapport aux autres génotypes. Par conséquent, d'autres études devraient être menées pour examiner l'utilisation potentielle du gène « Cou Nu » dans des programmes de sélection génétique afin de lutter contre cette maladie. Deuxièmement, nous avons étudié l'influence de certains gènes à effets visibles (plumage normal, Cou nu, et Tête huppée) présents chez la poule locale sur la qualité externe et interne des œufs. L'effet du génotype était significatif ( $p \leq 0.001$ ) pour l'ensemble des caractéristiques externes et internes de l'œuf, à l'exception de l'indice de forme et de l'indice vitellin. Comparés aux autres groupes génétiques, les animaux à Cou nu ont manifesté leurs supériorités pour tous les caractères étudiés, à l'exception du pH du blanc et celui du jaune.

**Mots-clés :** poule locale, aviculture familiale, gènes majeurs, qualité des œufs, coccidiose.



## *Abstract*

The present study was undertaken in a first step to contribute towards a better understanding of the production systems of rural chicken flocks in three provinces located in the northwest of Algeria: Chlef, Mascara, and Mostaganem. The free-range production system was predominant and mainly managed by women (61.3%). Flock capacity averaged 16.9 birds with an overall hen: cock ratio of 6.5:1. The average number of clutches per hen per year and the average number of eggs per clutch were 3.52 and 12.75, respectively. The mean annual egg production per hen was estimated at 45 eggs per year. The average egg hatchability was 73.4% while the chick mortality rate was 39.5%, with the main causes being predation (55%), diseases (19.4%), and cold (16.2%).

In the second step of this study (experimental part), first, we evaluated the resistance to coccidiosis in three local chicken genotypes: normally feathered (nana), Naked neck (Nana), and Crested head (Crcr), and in the industrial strain Cobb500. The lesion scores, the oocyst load and the severity of bloody diarrhea (melena) were considerably higher ( $p < 0.05$ ) in the industrial strain Cobb500 in comparison with the local genotypes. However, the Naked neck genotype was associated with a remarkable and better tolerance to coccidial infection compared to the other genotypes. Therefore, further studies should be conducted to examine the potential use of the “Naked Neck” gene in genetic selection programs to control this disease. Secondly, we studied the influence of some genes with visible effects (normally feathered, Naked neck, and Crested head) present in the native hen on external and internal egg quality characteristics. The effect of genotype was significant ( $p \leq 0.001$ ) on all external and internal egg quality traits except for the shell shape index and yolk index. Compared to the other genetic groups, Naked Neck animals showed their superiority in all traits studied, except for white and yolk pH.

**Keywords:** local hen, family poultry, major genes, egg quality, coccidiosis.

## ملخص

تتمثل هذه الدراسة اولا في المساهمة للفهم الأفضل لأنظمة الإنتاج على مستوى مزارع الدجاج المحلي في ثلاث ولايات في شمال غرب الجزائر : شلف، معسكر، و مستغانم. نظام تربية الدجاج واسع النطاق هو السائد وتديره النساء بشكل رئيسي (61.3%). بلغ متوسط حجم القطيع 16.9 طائراً و النسبة بين الجنسين الدجاج/ الديك تبلغ 6.5 : 1. متوسط عدد الحضنات لكل دجاجة في السنة ومتوسط عدد البيض لكل حضنة هو 3.52 و 12.75 على التوالي. يقدر متوسط إنتاج البيض السنوي لكل دجاجة بـ 45 بيضة في السنة. نسبة فقس البيض تساوي 73.4% ، في حين بلغ معدل وفيات الصيصان 39.5% ، وأهم أسبابه الافتراس (55%) ، المرض (19.4%) ، والبرد (16.2%).

في المرحلة الثانية من هذه الدراسة (الجزء التجريبي) ،أولاً، قمنا بتقييم مقاومة الكوكسيديا لثلاثة أنماط وراثية محلية للدجاج: الريش العادي (nana) ، والعنق العاري (Nana) ، والرأس المتوج (Crcr) ، وفي السلالة التجارية Cobb500. كانت الصفات التشريحية ، بيضات *Eimeria* و شدة الإسهال الدموي (مليونا) أعلى بكثير ( $P < 0.05$ ) في السلالة الصناعية Cobb 500 مقارنة بالأنماط الجينية المحلية. علاوة على ذلك ، ارتبط النمط الجيني عاري العنق (Cou Nu) بتسامح ملحوظ و افضل لداء الكوكسيديا مقارنة بالأنماط الجينية الأخرى. لذلك ، يجب إجراء المزيد من الدراسات لفحص الاستخدام المحتمل لجين « Cou Nu » في برامج الانتقاء الوراثي للسيطرة على هذا المرض. ثانياً ، درسنا تأثير بعض الجينات ذات تأثيرات مرئية (ريش عادي ، عنق خالي من الريش، رأس متوج) الموجودة في الدجاجة المحلية على الجودة الخارجية والداخلية للبيض. كان تأثير التركيب الوراثي معنوياً ( $p \leq 0.001$ ) لجميع الصفات الخارجية والداخلية للبيض باستثناء مؤشر الشكل و مؤشر الصفار. ومع ذلك، فإن لون القشرة لم يكن له تأثير على تكوين وتشكيل خصائص البيضة. مقارنة بالمجموعات الوراثية الأخرى، أظهرت الطيور ذات عنق خالي من الريش (Cou Nu) تفوقها في جميع الصفات المدروسة ، باستثناء درجة حموضة بياض و صفار البيض.

**الكلمات المفتاحية :** الدجاجة المحلية ، تربية الدواجن ، الجينات الرئيسية ، جودة البيض ، الكوكسيديا.

# TABLE DES MATIÈRES

<i>Remerciements</i> .....	<i>i</i>
<i>Dédicaces</i> .....	<i>ii</i>
<i>Publications scientifiques</i> .....	<i>iii</i>
<i>Résumé</i> .....	<i>v</i>
<i>Abstract</i> .....	<i>vi</i>
<i>ملخص</i> .....	<i>7</i>
<i>TABLE DES MATIÈRES</i> .....	<i>viii</i>
<i>LISTE DES TABLEAUX</i> .....	<i>xiii</i>
<i>LISTE DES FIGURES</i> .....	<i>xiv</i>
<i>ABRÉVIATIONS</i> .....	<i>xv</i>
<i>Introduction</i> .....	<i>1</i>

## **PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

### **CHAPITRE I. GÉNÉRALITÉS SUR LA POULE DOMESTIQUE «GALLUS GALLUS DOMESTICUS»**

<i>1 Rôle et définition</i> .....	<i>4</i>
<i>2 Systématique de Gallus gallus domesticus</i> .....	<i>4</i>
<i>3 Origine et domestication du poulet</i> .....	<i>5</i>
<i>4 Introduction du poulet en Afrique</i> .....	<i>8</i>
<i>5 Génétique</i> .....	<i>8</i>
5.1 Génome de la poule .....	<i>8</i>
5.2 Diversité génétique chez la poule .....	<i>11</i>
5.3 Exemples de gènes à effets visibles chez la poule .....	<i>12</i>
5.3.1 Gène d'Emplumement (K) .....	<i>12</i>
5.3.2 Gène de la Huppe (Cr) .....	<i>13</i>
5.3.3 Gène du Cou Nu (Na) .....	<i>14</i>

## CHAPITRE II. PERFORMANCES DE LA POULE LOCALE ET QUALITÉ DES ŒUFS

1	<i>Élevage de la poule locale en Afrique</i> .....	16
2	<i>Rôle du poulet local dans l'amélioration des revenus et la sécurité alimentaire</i> .....	17
3	<i>Performances de reproduction et de production de la poule locale</i> .....	18
3.1	Maturité sexuelle.....	18
3.2	Taux d'éclosion.....	19
3.3	Nombre de couvées.....	20
3.4	Production annuelle d'œufs .....	20
3.5	Poids corporel et de l'œuf.....	20
4	<i>Alimentation, habitat et santé</i> .....	21
4.1	Alimentation .....	21
4.2	Habitat.....	22
4.3	Maladies, parasites et prédateurs .....	22
5	<i>Apport nutritionnel, composition et qualité des œufs</i> .....	23
5.1	Apport nutritionnel de la consommation des œufs .....	23
5.2	Composition de l'œuf.....	23
5.2.1	Blanc d'œuf.....	25
5.2.2	Jaune d'œuf.....	25
5.3	Qualité des œufs.....	26
5.3.1	Qualité externe .....	26
5.3.2	Qualité interne.....	27
5.3.2.1	Blanc d'œuf.....	27
5.3.2.2	Jaune d'œuf.....	27
5.3.2.3	Absence d'inclusions .....	28

## Chapitre III. COCCIDIOSE AVIAIRE

1	<i>Définition</i> .....	29
2	<i>Impact économique</i> .....	29
3	<i>Épidémiologie</i> .....	30
4	<i>Étude du parasite</i> .....	31
5	<i>Cycle évolutif</i> .....	32
6	<i>Diagnostic</i> .....	34

6.1	Détection des oocystes dans les fèces.....	34
6.2	Examen macroscopique des lésions.....	34
6.3	Diagnostic sérologique et moléculaire.....	34
7	<i>Mesures de contrôle de la coccidiose</i> .....	35
7.1	Chimiothérapie.....	35
7.2	Vaccins.....	35

## ***PARTIE EXPÉRIMENTALE***

### **Chapitre I. MATÉRIEL ET MÉTHODES**

1	<i>Objectifs</i> .....	37
2	<i>Enquête sur les caractéristiques du système d'élevage du poulet local</i> .....	37
2.1	Présentation de la zone d'étude.....	37
2.2	Choix des élevages et échantillonnage.....	38
2.3	Commercialisation.....	39
2.4	Collecte des données.....	39
3	<i>Mise en place des parquets génétiques : expérimentation</i> .....	39
3.1	Animaux.....	39
3.2	Déroulement de l'élevage.....	40
3.2.1	Conditions d'ambiance.....	40
3.2.2	Alimentation.....	40
3.2.3	Constitution des parquets.....	40
4	<i>Paramètres de production</i> .....	41
4.1	Âge au premier œuf et nombre des œufs pondus.....	41
4.2	Incubation des œufs.....	41
5	<i>Résistance à la coccidiose</i> .....	42
5.1	Constitution des groupes expérimentaux.....	42
5.2	Infestation.....	44
5.3	Paramètres étudiés.....	46
5.3.1	Mortalités.....	46
5.3.2	Contrôle de l'excrétion oocystale.....	46

5.3.2.1	Prélèvements .....	46
5.3.2.2	Méthode de flottation .....	46
5.3.2.3	Séparation et isolement des oocytes de la matière fécale .....	47
5.3.2.4	Dénombrement des oocystes.....	47
5.3.2.5	Détermination du nombre d'Œufs Par Gramme (OPG) .....	48
5.3.3	Scores lésionnels.....	48
5.3.4	Présence de sang dans les fientes.....	49
6	<i>Évaluation de la qualité des œufs</i> .....	49
6.1	Caractéristiques externes .....	49
6.2	Caractéristiques internes .....	50
7	<i>Traitement statistique des données</i> .....	51
<b>Chapitre II. RÉSULTAT ET DISCUSSION</b>		
1	<i>Enquête sur les caractéristiques du système d'élevage du poulet local</i> .....	52
1.1	Statut socioéconomique des aviculteurs .....	52
1.1.1	Sexe.....	52
1.1.2	Âge.....	52
1.1.3	Niveau d'éducation .....	53
1.1.4	Années d'expérience.....	53
1.2	Objectifs et gestion d'élevage de la poule locale.....	55
1.2.1	Objectifs d'élevage .....	55
1.2.2	Habitat.....	55
1.2.3	Alimentation .....	56
1.3	Taille et composition du cheptel.....	58
1.3.1	Effectif .....	58
1.3.2	Sex-ratio.....	58
1.4	Performances de production et de reproduction .....	59
1.4.1	Maturité sexuelle.....	59
1.4.2	Production d'œufs et nombre de couvées .....	60
1.4.3	Production annuelle d'œufs .....	60
1.4.4	Taux d'éclosion.....	61
1.4.5	Mortalité des poussins.....	62
1.5	Commercialisation des produits avicoles locaux .....	65
1.5.1	Prix.....	65
1.5.2	Nombre d'animaux et d'œufs vendus .....	67
1.6	Critères de choix des produits du poulet local .....	68

1.6.1	Oiseaux vivants.....	68
1.6.2	Œufs.....	68
1.7	Variation des prix des poulets et œufs locaux.....	69
1.7.1	Oiseaux vivants.....	69
1.7.2	Œufs.....	70
2	<i>Paramètres de production : élevage expérimental</i> .....	71
2.1	Âge au premier œuf.....	71
2.2	Nombre d'œufs pondus.....	72
3	<i>Étude comparée de la résistance à la coccidiose</i> .....	73
3.1	Mortalités.....	73
3.2	Excrétion d'oocystes.....	73
3.3	Scores lésionnels.....	74
3.4	Présence de sang dans les fientes.....	76
4	<i>Évaluation de la qualité des œufs</i> .....	76
4.1	Qualité externe.....	76
4.2	Qualité interne.....	78
4.3	Corrélation entre les caractéristiques externes et internes des œufs.....	81
4.4	Analyse en composantes principales de l'œuf.....	82
	<i>Conclusion</i> .....	84
	<i>Références bibliographiques</i> .....	87
	<i>Annexe. 1 : Questionnaire sur la conduite des élevages avicoles locaux</i> .....	122
	<i>Annexe. 2 : Questionnaire sur le circuit de commercialisation</i> .....	124

## *LISTE DES TABLEAUX*

Tableau 1 : Site de développement et pathogénicité des espèces d' <i>Eimeria</i> .....	32
Tableau 2 : Le score lésionnel selon la méthode de Johnson et Reid (1970) .....	49
Tableau 3 : Statut socio-économique des éleveurs selon la wilaya .....	54
Tableau 4 : Objectifs d'élevage et pratiques de gestion des poulets locaux selon la wilaya .....	57
Tableau 5 : Composition du cheptel, taux d'éclosion et de mortalité par wilaya.....	59
Tableau 6 : Performances de production et de reproduction de la poule locale .....	64
Tableau 7 : Principales causes de mortalité des animaux selon la wilaya .....	64
Tableau 8 : Prix et nombre de volailles et d'œufs de villages vendus selon le lieu de vente.....	68
Tableau 9 : Critères de la qualité des produits avicoles et choix des consommateurs.....	69
Tableau 10 : Facteurs d'influence sur la variation des prix des animaux et les œufs locaux .....	71
Tableau 11 : Performances de production de trois génotypes étudiés .....	73
Tableau 12 : Résultats de la résistance à la coccidiose selon les génotypes étudiés .....	75
Tableau 13 : Niveau de méléna.....	76
Tableau 14 : Effets du génotype et de la couleur de la coquille sur la qualité externe de l'œuf ..	78
Tableau 15 : Effets du génotype et de la couleur de la coquille sur la qualité de l'albumen .....	80
Tableau 16 : Effets du génotype et de la couleur de la coquille sur la qualité du vitellus.....	80
Tableau 17 : Corrélations de Pearson entre certains paramètres internes et externes de l'œuf.....	82
Tableau 18 : Variance pour les 11 paramètres mesurés sur les œufs testés.....	83



## *LISTE DES FIGURES*

Figure 1 : Habitats naturels, centre de domestication et voies de diffusion de <i>Gallus gallus</i> .....	6
Figure 2 : Quatre espèces du genre <i>Gallus</i> .....	7
Figure 3 : Séquences et chromosomes de <i>Gallus gallus domesticus</i> .....	10
Figure 4 : Structure de l'œuf d'après Saidou Alzouma, 2005 .....	24
Figure 5 : Cycle biologique d' <i>Eimeria</i> chez les poulets .....	33
Figure 6 : Localisation géographique de la zone d'étude dans le Nord-Ouest algérien .....	38
Figure 7 : Séparation des lots expérimentaux .....	41
Figure 8 : Récolte des œufs.....	42
Figure 9 : Incubateur Cimuka .....	42
Figure 10 : Poussins expérimentaux de 7 jours d'âge.....	43
Figure 11 : Répartition des poussins en lots expérimentaux.....	44
Figure 12 : Infestation par voie orale .....	45
Figure 13 : Modèles d'habitats des poules.....	56
Figure 14 : Entretien des poussins par leur mère poule .....	61
Figure 15 : Couvaion naturelle et taille des couvées.....	62
Figure 16 : Vente à domicile des œufs.....	67

# ABRÉVIATIONS

**ACP** : Analyse en Composantes Principales

**ADN** : Acide désoxyribonucléique

**ARNr** : Acide ribonucléique ribosomal

**C** : Cytosine

**CL50** : Concentration Létale 50

**CO2** : Dioxyde de carbone

**CP** : Composante Principale

**CpG** : Cytosine-Phosphate-Guanine

**Cr** : Creste (Huppe)

**DSA**: Direction des Services Agricoles

**DSV** : Direction des Services Vétérinaires

**DZD** : Dinar algérien

**ELISA** : Enzyme-Linked Immuno Assay  
(Technique Immuno-Enzymatique)

**ev21**: Gène du rétrovirus endogène aviaire

**F**: Frizzled (Frisé)

**FAO** : Food and Agriculture Organization  
(Organisation des Nations Unies pour  
l'Alimentation et l'Agriculture)

**G** : Guanine

**GDF7**: Growth Differentiation Factor 7  
(Facteur de différenciation de croissance 7)

**HOXC10** : Homeobox C10

**UH** : Unité Haugh

**ITELV** : Institut Technique des Élevages

**ITS-1**: Internal Transcribed Spacer 1  
(espion transcrit interne 1)

**ITS-2**: Internal Transcribed Spacer 2  
(espion transcrit interne 2)

**K**: Kurzer flugel (Emplumement lent)

**k+** : Emplumement rapide

**kb** : Kilobyte

**Mb** : Méga base

**MLG** : Modèle Linéaire Généralisé

**Mo** : Mégaoctet

**Na**: Naked neck (Cou Nu)

**OPG** : Oocysts Per Gram (Nombre d'œufs  
par gramme)

**pb** : Paire de base

**PCR**: Polymerase Chain Reaction (Réaction  
de polymérisation en chaîne)

**Prlr** : Gènes du récepteur de la prolactine

**Spf2** : Protéine flagellaire 2 du sperme

*spp* : Plusieurs espèces

**SPSS**: Statistical Package for the Social  
Sciences (logiciel de statistique)

**USD** : Dollar américain

**WZ** : Chromosome sexuel de la poule  
(hétérogamétique)

**XY**: Chromosome sexuel masculin  
(hétérogamétique)

**ZZ**: Chromosome sexuel du coq  
(homogamétique)

# *INTRODUCTION*



# Introduction

Dans de nombreux pays du monde, l'aviculture villageoise contribue à la sécurité alimentaire par la production de viande blanche et d'œufs pour l'autoconsommation ainsi que pour la commercialisation, ce qui contribue à l'amélioration du niveau de vie des populations rurales (Berrezoug et al., 2019). Les poulets indigènes sont largement élevés par la majorité des habitants ruraux dans les zones agricoles des pays tropicaux et subtropicaux (Idriss et al., 2019). En Afrique, l'aviculture est pratiquée par plus de 80% des populations, ce qui représente donc une contribution majeure à l'économie rurale et urbaine (Ameur et al., 2020).

Bien que la poule locale se caractérise généralement par une faible productivité par rapport aux poulets importés (Mafeni et al., 2005 ; Dana et al., 2005), elle contribue en partie à l'amélioration du revenu de la population rurale dans de nombreux pays à économie retardée et ceux en développement (Vali, 2008 ; Besbes, 2009). La grande consommation de l'œuf des poules locales est due à son goût, sa saveur et sa valeur nutritionnelle (Sapkota et al., 2020 ; Yaman et al., 2020). Lordelo et al. (2020) suggèrent la nécessité d'évaluer la qualité des œufs des stocks reproducteurs autochtones. La qualité des œufs est influencée par l'âge, le génotype, la souche des poules pondeuses, la nutrition, les facteurs environnementaux et le système de logement (Travel et al., 2011 ; Dahloun et al., 2018 ; Kejela et al., 2019 ; Vlckova et al., 2019).

Selon Iqbal et al. (2012) et Nhara et al. (2020), au Pakistan et au Zimbabwe respectivement, les races autochtones ont une meilleure adaptation aux mauvaises conditions climatiques, aux ressources alimentaires limitées et une résistance aux maladies par rapport aux races exotiques. Ainsi, les poulets indigènes sont tolérants aux nombreuses maladies endémiques et parasitaires (Minga et al., 2004), y compris la coccidiose, qui se définit comme la maladie la plus grave avec des pertes économiques importantes dans l'industrie aviaire à l'échelle mondiale (McDougald et al., 2013 ; Conway et McKenzie, 2007 ; Arabkhazaeli et al., 2013). Cette maladie entérique est causée par *Eimeria spp* (Jang et al., 2007 ; Abbas et al., 2017). L'augmentation de la résistance génétique à la coccidiose représente une stratégie de lutte complémentaire prometteuse (Fathi et al., 2014 ; Rout et al., 2015 ; Mpenda et al., 2019 ; Zou et al., 2019).

Le poulet indigène africain représente une meilleure population pour la sélection de poulets résistants aux infections virales dans des conditions climatiques variables (Mpenda et al., 2019).

Selon Nguyen Van et al. (2020), les recherches sur les races de poulet indigène sont nécessaires pour faciliter leur conservation dans le cadre du développement durable. En Algérie, la production avicole industrielle a enregistré un développement notable ces dernières décennies (Mouffok et al., 2019). Aussi, plusieurs études plus récentes ont montré une grande diversité phénotypique des ressources génétiques avicoles locales dans les zones rurales algériennes (Halbouche et al., 2009 ; Moula et al., 2009 ; Mahammi, 2015 ; Dahloum et al., 2016 ; Dahloum et al., 2017 ; Dahloum et al., 2018 ; Berrezoug et al., 2019 ; Morsli et al., 2019 ; Boudali et al., 2022), et même pour d'autres espèces animales comme les lapins (Boukabene et al., 2017) et les abeilles (Abed et al., 2021). Cependant, il y a un manque d'informations sur les caractéristiques de production avicole algérienne locale. Par conséquent, cette étude vise à analyser les systèmes de production avicole à petite échelle dans le Nord-Ouest de l'Algérie en termes de gestion d'élevage, d'indices de performance et de commercialisation. Ceci permettra de suggérer des stratégies d'élevage et d'organisation appropriées pour une augmentation durable de la productivité et de la rentabilité de la volaille rurale. Également, cette étude est menée pour évaluer l'effet du génotype et de la couleur de la coquille d'œuf (blanche ou brune) sur certaines caractéristiques externes et internes des œufs de trois génotypes des poulets locaux algériens.

En outre, il existe peu de données disponibles sur la variabilité génétique du poulet local pour la résistance aux maladies. Par conséquent, cette étude préliminaire est mise en place pour évaluer la résistance à la coccidiose chez trois génotypes de la poule locale afin de réduire les pertes économiques de la maladie et d'améliorer la rentabilité des éleveurs. Ainsi, la présente étude est la première à évaluer la variation génotypique de la réponse de la poule locale algérienne à la coccidiose expérimentale induite par *Eimeria spp.*

Le manuscrit de cette thèse est organisé en deux parties :

La première partie comporte une revue bibliographique divisée en trois chapitres :

- Un premier chapitre consiste à l'étude de l'origine et la domestication du *Gallus gallus* et un rappel sur la génétique de la poule.

- Le second chapitre présente les principaux paramètres zootechniques du poulet local, la composition et la qualité des œufs.
- Le troisième chapitre est consacré à l'étude de la coccidiose aviaire, notamment l'étiologie, le cycle évolutif, l'épidémiologie, le diagnostic et la prophylaxie.

La seconde partie expérimentale de cette thèse se divise quant à elle en deux chapitres.

- Dans le premier chapitre Matériel et Méthodes, sont présentées les différentes démarches expérimentales mises en œuvre pour caractériser les systèmes de conduite des élevages avicoles locaux dans trois wilayas du Nord-Ouest algérien, Chlef, Mascara et Mostaganem, et d'analyser le système d'approvisionnement et de commercialisation des produits avicoles (oiseaux vivants et œufs) avec l'identification des différents acteurs intervenant dans le circuit de commercialisation.

Nous étudions par la suite l'influence de certains caractères génétiques visibles (Cou nu, Tête huppée et plumage normal) chez la poule locale sur les performances de production, la résistance à la coccidiose et la qualité des œufs.

- Dans le deuxième chapitre, nous présentons et discutons les résultats obtenus à l'issue des enquêtes et essais expérimentaux réalisés.

- Ce chapitre se termine par une conclusion et des perspectives de recherche.

## *PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE*



*CHAPITRE I.*  
*GÉNÉRALITÉS SUR LA POULE*  
*DOMESTIQUE «GALLUS GALLUS*  
*DOMESTICUS»*



## 1 Rôle et définition

Parmi les animaux qui ont été domestiqués, le poulet est l'animal domestique le plus élevé dans le monde et la source préférée de protéines animales (Wang et al., 2020). Le poulet indigène ou local est une terminologie générale pour décrire les oiseaux non améliorés, gardés dans le système extensif, élevés en plein air, et polyvalents (Horst, 1989 ; Pedersen, 2002). Les poulets indigènes, *Gallus gallus domesticus*, sont les génotypes conservés par des élevages aux ressources limitées (Bettridge et al., 2018).

Selon Besbes (2009), les poulets locaux sont des oiseaux qui se sont adaptés pendant longtemps aux conditions environnementales locales. Ce sont des animaux tolérants à la plupart des maladies endémiques et parasitaires (Minga et al., 2004) et peuvent supporter de longues périodes de privation en alimentation et en eau (Goromela et al., 2006). Doutressole (1947) a décrit les poules comme des oiseaux vigoureux, de petite taille dont le corps est régulier, à la chair bien ferme, bien conformé, avec des masses musculaires plates et minces. Les poules sont des animaux peu fragiles, rustiques, qui exigent un minimum d'investissement pour leur élevage (Fournie, 2005).

Les poulets indigènes seraient prolifiques et faciles à élever, dont leur rendement peut s'améliorer de manière plus rapide et facile que celui de race exotique (Pedersen, 2002).

## 2 Systématique de *Gallus gallus domesticus*

**Règne** : Animalia

**Sous-Règne** : Metazoa

**Embranchement** : Chordata

**Sous-Embranchement** : Vertebrata

**Classe** : Aves

**Ordre** : Galliformes

**Famille** : Phasianidae

**Sub-Famille** : Phasianinae

**Genre** : Gallus

**Espèce** : *Gallus gallus*

**Sous-Espèce** : *Gallus gallus domesticus* (Linnaeus, 1758).

### 3 Origine et domestication du poulet

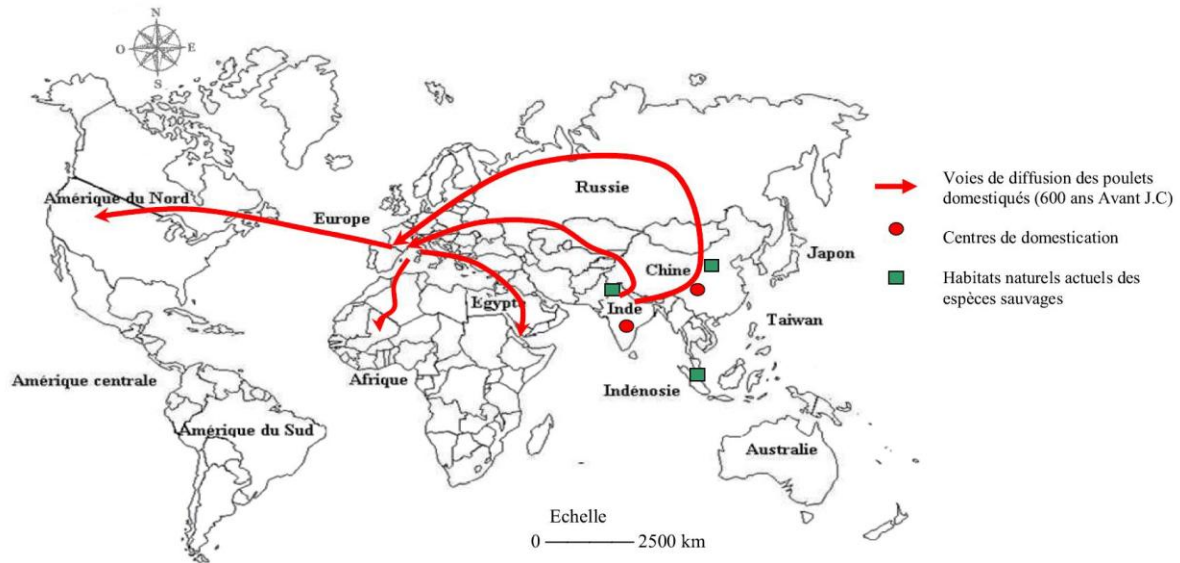
La domestication des animaux sauvages représente une étape majeure dans le cours de la civilisation humaine (Diamond, 2002). Tout au long de l'histoire humaine, environ 40 espèces de bétail ont été domestiquées, dont la plupart contribuent jusqu'à ce jour à l'agriculture et à la production alimentaire en tant qu'animaux domestiques. Il y a 3500 ans, les poulets *Gallus gallus domesticus* sont devenus l'élevage le plus répandu sur la planète (Lawler, 2016). Le poulet est l'un des animaux domestiques les plus répandus ; il est élevé à la fois pour ses œufs et sa viande, et il a été domestiqué à partir de la volaille Red Jungle Fowl (*Gallus gallus*) originaire de plusieurs régions de l'Asie du Sud-Est de la Chine (Fumihito et al., 1994 ; Liu et al., 2006 ; Miao et al., 2013). Pendant les périodes de glaciation, le genre *Gallus* se serait trouvé divisé en trois groupes : le groupe méditerranéen ou moyen-oriental, le groupe indien et celui d'Asie de l'Est. Seul le groupe indien aurait survécu et évolué pour donner naissance aux quatre espèces actuellement reconnues (figure 2) : *Gallus varius* trouvé le long de la côte de Java, *Gallus sonnerati* rencontré en forêt dans le Sud-Ouest du continent indien, *Gallus lafayetti* rencontré dans la zone boisée à Ceylan et *Gallus gallus* asiatique (Loukou, 2013).

La domestication du poulet était auparavant considérée comme ayant eu lieu dans la vallée de l'Indus vers 2000 avant JC (Zeuner, 1963). Cependant, West et Zhou (1988) ont proposé une origine plus ancienne en Asie du Sud-Est, avant les 6000 ans avant JC, sur la base des preuves archéologiques en Chine, d'Asie du Sud-Est et d'Europe, et des preuves paléoclimatiques en Chine. Les poulets étaient initialement utilisés pour des rituels, y compris l'utilisation d'un coq qui chantait pour proclamer l'heure de l'aube, et plus tard, diverses races de combats de coqs et d'animaux de compagnie ont été produites et élevées dans le monde entier (Hata et al., 2021).

Les études génétiques du poulet ont proposé de multiples origines de la domestication, y compris l'Asie du Sud-Est, l'Asie de l'Est et l'Asie du Sud (Fumihito et al., 1994 ; Liu et al., 2006 ; Miao et al., 2013). Des études récentes ont combiné la phylogénie, la génétique des populations et des études génomiques pour découvrir l'histoire de la domestication des poulets.

Grâce aux progrès du séquençage et de l'analyse à haut débit des séquences d'ADN mitochondrial des sous-espèces du poulet, Red Jungle Fowl (*Gallus gallus*) a été identifiée

comme l'origine maternelle du poulet domestique (Fumihito et al., 1996) comme illustré dans la figure 1.



**Figure 1 :** Habitats naturels, centre de domestication et voies de diffusion de *Gallus gallus*

(Loukou, 2013)

Dans une étude d'estimation de la divergence, le temps de divergence entre le poulet domestique et la volaille Red Jungle Fowl était estimé à environ 8093 ans (Lawal et al., 2020). Le Red Jungle Fowl est considéré comme un omnivore, il se nourrit des arthropodes, les restes des tables, les graines ainsi que les fruits de nombreuses plantes (Ganabadi et al., 2009). Les sous-espèces du Red Jungle Fowl comprennent *G. g. domesticus*, *G. g. gallus*, *G. g. spadiceus*, *G. g. jabouillei*, *G. g. murghi* et *G. g. bankiva* (Liu et al., 2006). Précédemment, Darwin (1896) a suggéré que la volaille Red Jungle Fowl était l'ancêtre le plus proche du poulet, la proposition est confirmée plus tard par l'analyse de l'ADN mitochondrial (Fumihito et al., 1994).



*Gallus gallus*



*Gallus lafayetti*



*Gallus sonnerati*



*Gallus varius*

**Figure 2 :** Quatre espèces du genre Gallus (Ceccobelli, 2013)

## **4 Introduction du poulet en Afrique**

En Afrique, la plus ancienne preuve connue était un dessin du coq domestique, un ostracon trouvé en Égypte, représentant la volaille Red Jungle Fowl (Carter, 1923). Cet ostracon était daté au 1425-1123 avant JC qui était entre le milieu de la 18<sup>ème</sup> dynastie et la période du tombeau de Ramsès IX de la 20<sup>ème</sup> dynastie. Selon Carter (1923), l'ostracon représente des volailles introduites en Égypte parmi les hommages d'un pays entre la Syrie et la Babylonie. Dans les célèbres Annales de Thoutmosis III, les volailles étaient alors appelées oiseaux qui «Portent tous les jours». Cependant, le poulet n'était pas très répandu en Égypte jusqu'à 332-330 avant JC (Clutton-Brock, 1992).

L'histoire de la domestication, de la migration et de la propagation des poulets à travers le continent africain est un sujet de débat et de spéculation entre les chercheurs (Hassaballah et al., 2015). Dueppen (2011) a documenté l'origine des poulets domestiques des pays en développement, mais leur introduction dans la région est inconnue. Les poulets sont transportés initialement comme des animaux exotiques pour le sport, les rituels et la subsistance humaine (Lawler, 2016 ; Perry – Gal et al., 2015 ; Peters et al., 2015 ; Redding, 2015 ; Sykes, 2012), les poulets ont finalement été intégrés dans les systèmes agricoles de la Corne de l'Afrique dans la période pré-aksumite (il y a environ 2500 ans), suite à leur introduction en Afrique depuis l'Asie par le commerce et les échanges terrestres et maritimes (Gifford - Gonzalez et Hanotte, 2011 ; MacDonald et Edwards, 1993 ; Woldekiros et D'Andrea, 2017). Les premiers restes du poulet en Afrique ont été récupérés du site de Mezber dans la région du Tigray au Nord de l'Éthiopie (Woldekiros et al., 2019).

## **5 Génétique**

### **5.1 Génome de la poule**

Le poulet représente le premier animal d'élevage dont son génome était séquencé. Oiseau moderne (Ornithurae) a évolué à partir des dinosaures théropodes au milieu de l'ère mésozoïque (Ostrum, 1975 ; Sereno, 1999). L'analyse génétique du poulet remonte au début du XXe siècle (Punnett, 1923), et des centaines de mutants bien caractérisés des souches et des lignées consanguines ont été développées (Pisenti et al., 2001). La première séquence complète du génome aviaire a été obtenue avec le Red Jungle Fow (ICGSC, 2004).

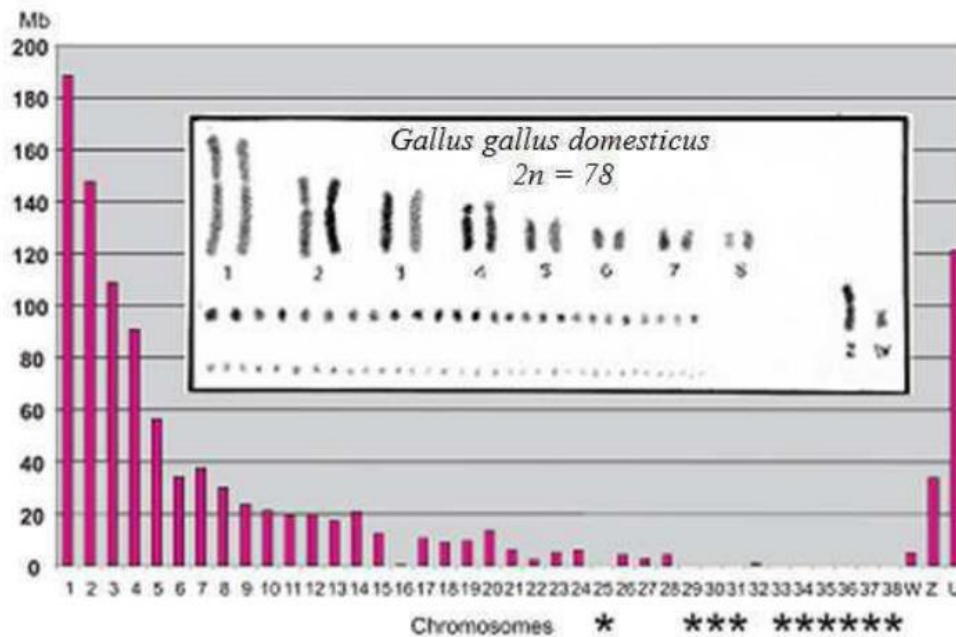
Selon Brown et al., (2003), en raison des avantages expérimentaux de l'embryogenèse in ovo, l'embryon du poulet était un système de vertébré particulièrement utile pour le développement de la biologie. De plus, l'organisme modèle du poulet a fait progresser les domaines de la biologie du développement, de la virologie, de l'immunologie, de l'oncologie, de la régulation épigénétique de l'expression des gènes, de la biologie de la conservation et de la génomique de la domestication (Beacon et Davie, 2021).

Le génome du poulet est environ 2.5 fois plus petit que le génome humain (1200 Mo contre 3200 Mo). Il est composé de 38 paires d'autosomes et de deux chromosomes sexuels (Z et W) selon David et al. (2017). La plupart des autosomes (29 paires au total) sont relativement petits et de taille uniforme et sont appelés "microchromosomes" (David et al., 2017) comme illustré dans la figure 3. Les chromosomes 1 à 10, Z et W (Z et W étant les chromosomes sexuels) étant classés comme macrochromosomes et les chromosomes 11 à 38 classés comme microchromosomes (Masabanda et al., 2004). Les microchromosomes sont transcriptionnellement actifs, riches en (G + C), riches en CpG, riches en gènes et ont des homologues des mammifères riches en (G + C) selon Hillier et al. (2004). Bien que les poulets et les mammifères aient divergé il y a environ 300 millions d'années, ils ont de longs blocs de synténie conservée. En ce qui concerne l'organisation chromosomique des gènes, le génome humain est plus proche du poulet que des rongeurs. Grâce à des études comparatives sur le génome, le Consortium International de Séquençage de la Poule a signalé que le génome du poulet contient environ 20 000 à 23 000 gènes dans 1 milliard de paires de bases d'ADN, contre 20 000 à 25 000 gènes chez les humains dans 2.8 milliards de paires de bases d'ADN. La différence suggère que le génome du poulet a moins d'éléments d'ADN répétés et dupliqués (seulement ~15% d'ADN répétitif) et un nombre réduit de pseudogènes. Étant donné que le génome du poulet a un faible nombre de copies d'ADN répétitif tout en conservant le même nombre de gènes codant pour les protéines que leur homologue mammifère (Hillier et al., 2004), il est considéré comme un bon modèle pour l'exploration de la structure de la chromatine transcriptionnellement active, le nucléosome- régions (réglementaires) épuisées et évolution.

Les femelles sont hétérogamétiques (ZW) et les mâles homogamétiques (ZZ). Les huit premières paires chromosomiques sont des macros chromosomes dont les 6 premières paires représentent approximativement 65% de la longueur totale du caryotype (Colleu, 2005).

Le caryotype des oiseaux présente 2 différences majeures par rapport à celui des mammifères : premièrement, il comprend ~10 paires de chromosomes de taille grande à moyenne (macrochromosomes) et ~30 paires de chromosomes de taille beaucoup plus petite (microchromosomes) selon Burt (2002). Au cours des plus de 100 millions d'années d'évolution aviaire, il y a eu peu de réarrangements interchromosomiques chez la plupart des espèces (Burt et al., 1999 ; Damas et al., 2018) à l'exception des faucons et des perroquets (Nanda et al., 2007 ; Jarvis et al., 2014).

L'autre distinction majeure entre les caryotypes mammifères et aviaires est leurs chromosomes sexuels. Les oiseaux ont une paire de chromosomes sexuels hétérogamétiques femelles (mâles ZZ, femelles ZW) qui proviennent d'une autre paire d'autosome ancestral que l'euthérien XY (Irwin, 2018 ; Bellott et al., 2010).



**Figure 3 :** Séquences et chromosomes de *Gallus gallus domesticus* (Loukou, 2013)

Le caryotype représente les chromosomes de poule au stade métaphase de la mitose. L'histogramme représente la longueur de séquence en Méga base (Mb), assignée aux différents chromosomes.

Les étoiles (\*) repèrent les micros chromosomes pour lesquels aucune longueur de séquence n'a pu être assignée. U : séquence "chrUn", non attribuée à un chromosome.

## 5.2 Diversité génétique chez la poule

Le processus de domestication du poulet a une histoire d'environ 8 000 ans. Par conséquent, au fil des années, les poulets indigènes ont acquis diverses caractéristiques génétiques qui ont facilité l'adaptation à différentes conditions difficiles dans divers endroits (Hall et Bradley, 1995), telles que le stress thermique, l'humidité (Tirawattanawanich et al., 2011 ; Lawal et al., 2018 ; Walugembe et al., 2019) et les maladies (Bobbo et al., 2013).

La diversité génétique est la condition fondamentale à la fois de l'amélioration génétique et de la réponse aux objectifs de sélection (Notter, 1999). La première étape pour la caractérisation des ressources génétiques locales nécessite une compréhension de divers traits morpho-biométriques intra et inter populations (FAO, 2012). Initialement, les outils et les méthodes utilisés pour appréhender ou contrôler la diversité génétique étaient basés surtout sur l'observation des caractères visibles et sur l'analyse des données généalogiques dans les populations (Moazami-Goudarzi et al., 1997).

La caractérisation phénotypique fournit une estimation brute de la variabilité des gènes induisant des variations sur les caractères observés. L'avantage de ce type d'information est que son recueil est généralement simple, peu coûteux et peut ainsi s'effectuer sur de grands effectifs d'animaux. Cependant, la plupart des phénotypes de la majorité des espèces d'animaux d'élevage ne sont pas enregistrés (Baumung et al., 2004).

Par la suite, les apports de la génétique biochimique ont offert de nouvelles perspectives grâce à la description des polymorphismes génétiques révélés par des méthodes immunologiques (groupes sanguins) ou électro-phorétiques (protéines sériques ou érythrocytaires). Les polymorphismes biochimiques étaient les premiers marqueurs utilisés dans le secteur de l'élevage pour l'analyse des relations génétiques entre races, afin d'apprécier leur degré d'originalité et d'orienter les programmes de conservation (Moazami- Goudarzi et al., 1997). Néanmoins, le nombre de loci polymorphiques pouvant se doser et le niveau des polymorphismes observés aux loci sont souvent faibles, ce qui limite beaucoup leur application aux études sur la diversité génétique.

Le développement des méthodes de biologie moléculaire a profondément modifié et amélioré le pouvoir d'investigation des chercheurs, puisque l'ensemble du polymorphisme de



l'ADN est maintenant accessible. L'augmentation très rapide du nombre de marqueurs génétiques, a offert la possibilité de compléter les travaux antérieurs avec de nouveaux outils (Moazami-Goudarzi et al., 1997).

Des races de poulets commerciales, y compris les poules pondeuses et les poulets de chair, ont été élevées au cours des 100 dernières années grâce à l'accouplement sélectif de diverses races indigènes (Rubin et al., 2010 ; Crawford, 1984 ; Elferink et al., 2012 ; Núñez-León et al., 2019). Pour augmenter la productivité des poulets indigènes, ils ont été élevés pour des caractéristiques économiques. Bien que ce processus aboutisse à une productivité plus élevée, il diminue en même temps la diversité génétique (Tadano et al., 2007). La diversité des poulets locaux signalée jusqu'à présent est portée principalement sur les phénotypes, y compris le poids corporel à l'âge adulte, le poids de l'œuf, les performances de reproduction et les réponses immunitaires contre diverses maladies (Gueye, 1998 ; Minga et al., 2004).

### **5.3 Exemples de gènes à effets visibles chez la poule**

Un vaste répertoire des phénotypes mutants des oiseaux domestiques s'est accumulé au cours des centaines d'années passées. En particulier, les poulets et les pigeons présentent une grande variation dans la couleur, la distribution et la texture des plumes, la forme et la taille du corps, la longueur et la largeur des pattes, et de nombreux d'autres traits (Bartels, 2003 ; Chen et al., 2015 ; Domyan et Shapiro, 2016). La grande diversité de plumes peut également être observée au sein d'une espèce d'oiseau, en particulier chez les oiseaux domestiques (Bartels 2003 ; Chen et al. 2015 ; Boer et al., 2017 ; Domyan et Shapiro, 2017).

#### **5.3.1 Gène d'Emplumement (K)**

Serebrovsky (1922) a publié pour la première fois en 1922 qu'une forme de plumage lent chez les poulets est attribuable aux gènes liés au sexe. Warren (1925) a observé indépendamment ce trait et a vérifié le modèle d'hérédité en 1925. En 1929, le symbole K a d'abord été utilisé pour désigner le gène à plumage lent lié au sexe (Hertwig et Rittershaus, 1929). Warren a été le premier à montrer que ce trait pouvait être utilisé pour identifier le sexe des poussins avec une grande précision dès que les poussins avaient séché après l'éclosion (Warren, 1930).

Les taux de plumage lent et rapide liés au sexe à l'éclosion ont été largement utilisés dans l'élevage de volailles pour l'autosexage à l'éclosion (Derks et al., 2018). Chez le poulet, le locus dominant K lié au sexe, situé sur le chromosome Z, est responsable du développement des

plumes et est associé à l'émergence retardée des plumes primaires et secondaires, tandis que l'allèle  $k^+$  est associé à l'émergence des plumes de vol (Siegel et al., 1957).

Le taux de croissance des plumes varie selon les poussins nouvellement nés. Les phénotypes précoces ou tardifs sont liés au sexe (Radi et Warren, 1944) et contrôlés par une paire d'allèles (c'est-à-dire  $K, k^+$ ) selon Serebrovsky (1922). L'allèle  $K$  a un effet inhibiteur sur la croissance des plumes (Dunnington et al., 1986) et est incomplètement dominant par rapport à l'allèle  $k^+$  (Siegel et al., 1957). Les allèles sont étroitement liés au fragment *ev21* inséré (Bacon et al., 1988) et associés aux performances de production (Harris et al., 1984 ; Smith et Fadly, 1988). Les poulets d'emplumement lent et rapide ont tous deux le site d'intégration *ev21* (Boulliou et al., 1992). Les poulets à plumage rapide ont un site d'intégration entre les gènes du récepteur de la prolactine (*Prlr*) et du sperme flagellaire 2 (*Spef2*) selon Levin et Smith (1990), qui est inoccupé par *ev21*. Les poulets à plumage lent ont 2 sites d'intégration, entre lesquels un gène de fusion est formé par des gènes *Prlr* (*dPrlr*) et *Spef2* (*dSpef2*) partiellement dupliqués. L'un des sites est occupé par *ev21*. Ce rétrovirus endogène peut contribuer au phénotype du plumage, mais n'est pas une cause unique (Kansaku et al., 2011).

Elferink et al. (2008) ont étudié la base moléculaire de l'allèle  $K$  et ils ont identifié une duplication en tandem de 176 kb, qui comprend une partie des gènes du récepteur de la prolactine (*Prlr*) et du sperme flagellaire 2 (*Spef2*) associés à l'allèle  $K$ . La duplication de 176 kb provoque une perte du C-terminale de 149 acides aminés de la protéine *Prlr* et il est très probablement la mutation causale du phénotype SF (Bu et al., 2013a). Le *Prlr* est un récepteur de l'hormone hypophysaire antérieure « la prolactine » qui appartient à la famille des récepteurs des cytokines de type I et est impliqué dans divers processus physiologiques, y compris de nombreux processus de reproduction et de développement, comme la morphologie du poil / pelage (Bu et al., 2013b). Le gène *Prlr* est largement exprimé dans tous les tissus embryonnaires et somatiques (Luo et al., 2012).

### **5.3.2 Gène de la Huppe (Cr)**

La première description connue des poulets avec une crête vient de l'auteur Romain Claudius Aelianus, vers le tournant du 3<sup>ème</sup> siècle après JC (Wang et al., 2012). Des preuves archéologiques indiquent que les poulets huppés peuvent avoir été parmi les variétés

domestiques différenciées plus tôt, ayant été découverts dans un site de l'époque romaine en Grande-Bretagne qui est présumé avoir été actif au 4<sup>ème</sup> siècle après JC (Brothwell, 1979).

Une tête à crête de plumes est une caractéristique importante présentée par plusieurs espèces d'oiseaux sauvages, ainsi que des variétés de plusieurs oiseaux domestiqués (Bartels, 2003). Chez les poulets, la Huppe (Cr) est une mutation autosomique complètement dominante qui fait germer une touffe de plumes allongées de la tête, les individus homozygotes présentant souvent une crête plus développée que les hétérozygotes. Le phénotype montre un degré de dimorphisme sexuel, les mâles présentant des crêtes plus volumineuses que les femelles. L'homozygotie de la Huppe a été associée à une hernie cérébrale qui provoque une malformation du crâne (Fisher, 1934 ; Brandt, 1936 ; Frahm et al., 1998 ; Frahm et al., 2001 ; Ga'ál et al., 2010).

La Huppe (Cr) chez le poulet domestique est une mutation homéotique où les petites plumes normalement présentes sur la tête sont remplacées par le type de plumes présentes dans la peau dorsale (Wang et al., 2012). Le séquençage du génome entier montre que le phénotype Tête huppée est causé par une duplication de 197 pb d'une séquence conservée évolutivement située dans l'intron de HOXC10 sur le chromosome 33 (Li et al., 2021).

### **5.3.3 Gène du Cou Nu (Na)**

Le gène Na a été étudié depuis le début du XXe siècle (Davenport, 1914 ; Warren, 1933), et il a été étudié de manière approfondie vis-à-vis de son impact sur les performances et les processus de développement, en particulier pendant l'ontogénie de post-couvaison (Yalcin et al., 1997 ; Besbes et al., 2007 ; Mahrous et al., 2008 ; Fathi et al., 2013). Le Na est un gène dominant autosomique incomplet et non seulement responsable du plumage de la région du cou, mais restreint également les plumes autour du corps de 20 à 30% chez les hétérozygotes (Nana) et jusqu'à 40% chez les homozygotes (NaNa) selon Amao (2017). Le gène Na et son effet sur la dissipation thermique affectent positivement l'appétit, c'est-à-dire une consommation alimentaire accrue, entraînant une augmentation du poids corporel, de la taille des œufs dans des températures élevées (Islam et Nishibori, 2009).

Le caractère Cou nu chez le poulet se caractérise par une réduction ou une absence des plumes dans la région du cou contrôlé par un gène autosomique dominant (Davenport, 1914). Les hétérozygotes ont une touffe de plumes sur la face ventrale du cou (Scott et Crawford, 1977),

alors que les homozygotes n'ont pas de plumage sur le cou (Somes, 1988). Le Na montre un modèle d'expression de dominance incomplet. En conséquence, les oiseaux hétérozygotes présentent une version mixte d'allèles « na » ancestraux ou sauvages et « Na » dérivés ou mutants (Davenport, 1914 ; Singh et al., 1998 ; Pitel et al., 2000).

La mutation du Cou nu (Na) provenait d'une large insertion (~ 180 pb) intégrée à ~ 260 kb en aval d'un gène codant pour une protéine — GDF7 (Growth Differentiation Factor 7).

Le Na possède une fonction de régulation cis et régule à la hausse l'expression de GDF7 - un gène qui présente un effet tissulaire spécifique par l'action de sensibilisation de l'acide rétinolique (Desta, 2021). Le Na a un effet tissulaire spécifique qui élève l'expression de GDF7 - un gène qui supprime le développement et la distribution des plumes par l'action sensibilisante de l'acide rétinolique (Mou et al., 2011) principalement dans le cou et l'évent (Mérat, 1986 ; Mou et al., 2011).

La perte des plumes sur le cou est élevée à la fois chez les poules à Cou nu hétérozygotes (27 contre 22%) et homozygotes (41 contre 33%) par rapport aux coqs (Bordas et al., 1978). Cela pourrait être en partie attribué à un taux de mue plus faible chez les coqs (Fisinin et Konopleva, 2015). Le gène Na a été signalé comme étant notable en raison de sa tendance et de son efficacité à la thermorégulation chez les poulets élevés sous les tropiques, ou sous une exposition contrôlée à des températures élevées (Fathi et al., 2013). Cependant, le Na est moins avantageux dans les environnements froids (Rajkumar et al., 2011), ce qui montre une interaction gène-environnement. Chez les poulets, l'effet combiné de la température ambiante élevée et de l'humidité relative est contre-productif à la dissipation de chaleur (Mutibvu et al., 2018). Par conséquent, sous une température ambiante élevée, les poulets réduisent leur consommation alimentaire, ce qui à son tour diminue les performances et le bien-être (Azoulay et al., 2011). Une adaptation spéciale du poulet à Cou nu (Na / Na et Na / na) dans les régions chaudes en fait une ressource génétique idéale pour atténuer le réchauffement climatique (Besbes et al., 2007 ; Islam et Nishibori, 2009 ; Rajkumar et al., 2011). De même, Merat (1990) a rapporté qu'en cas de températures proches de 30°C ou plus, les oiseaux à Cou nu avaient un meilleur taux de ponte, poids moyen de l'œuf, résistance de la coquille d'œuf et le rendement en carcasse que les oiseaux au plumage normal.

*CHAPITRE II.*

*PERFORMANCES DE LA POULE  
LOCALE ET QUALITÉ DES ŒUFS*

## 1 Élevage de la poule locale en Afrique

Les poulets sont les volailles les plus populaires dans le monde entier, indépendamment de la culture et de la région, en raison du rôle culturel, social et économique qu'ils jouent dans la vie quotidienne de la population (Al-Nasser et al., 2007 ; Dessie et al., 2012 ; Mujiyambere et al., 2021). La poule indigène (*Gallus gallus domesticus*) est l'une des ressources génétiques animales les plus répandues en Afrique (Sinoya, 2017). Ces poulets sont parfois appelés poulets traditionnels, poubelles, basse-cour, villageois, locaux ou familiaux (Padhi, 2016). En Afrique, l'aviculture familiale est pratiquée par plus de 80% de la population, principalement concentrée dans les zones rurales, et elle joue un rôle économique important pour les zones rurales, urbaines et périurbaines (Fotsa, 2008).

Les poulets locaux sont des oiseaux adaptés à des conditions environnementales difficiles et aux mauvaises pratiques d'élevage mises en œuvre sans perte de production (Padhi, 2016 ; Chesoo et al., 2020) comme indiqué précédemment. D'ailleurs, l'une des caractéristiques positives les plus importantes des poulets indigènes est leur rusticité, c'est-à-dire leur capacité à tolérer des conditions locales difficiles et de mauvaises techniques d'élevage (Climat, manipulation, abreuvement et alimentation) sans grande perte de production (Glenneis, 2020). Les poulets indigènes sont autonomes et ils possèdent une immunité naturelle contre les maladies courantes (Machete et al., 2017 ; Glenneis, 2020). Alders et Spradbrow (2001) affirment que les poulets locaux ont une forte capacité à voler et à courir pour échapper aux dangers et aux prédateurs par rapport aux poulets commerciaux. Ces caractéristiques les rendent suffisamment forts pour survivre et produire dans un environnement défavorable. En outre, Nhleko et al. (2003) ont résumé les caractéristiques des poulets indigènes, en déclarant qu'ils font partie des espèces domestiques les plus adaptables, capables de survivre dans des conditions froides ou chaudes, humides ou sèches, à l'abri dans des cages ou non à l'extérieur ou perchés sur la cime des arbres.

Selon Mtileni et al. (2009), les poulets locaux sont principalement élevés dans le cadre d'une agriculture mixte dans des systèmes extensifs et, dans une moindre mesure, dans des systèmes semi-intensifs. Les poulets locaux offrent aux communautés rurales un moyen de convertir les ressources alimentaires disponibles autour du foyer ou du village en produits hautement nutritifs tels que la viande et les œufs (Muchadeyi et al., 2008).

En outre, les races du poulet indigènes pourraient constituer une ressource génétique riche, capable d'apporter des solutions aux problèmes rencontrés chez les souches sélectionnées (Blasco, 2008).

De nombreuses études suggèrent que la volaille locale joue un rôle majeur dans l'amélioration de la situation socio-économique des communautés rurales. Ces oiseaux représentent une source de revenus pour les petites exploitantes africaines, mais le secteur est largement connu pour sa faible productivité. Cela est essentiellement dû au manque d'innovation technique et d'efficacité de leur système de production (Birhanu et al., 2021). En Afrique, les systèmes locaux de production de poulet sont confrontés à de nombreux défis, notamment de mauvaises conditions d'élevage, l'absence de mécanismes de contrôle des maladies, une faible nutrition et l'absence de stratégies de conservation (Mtileni et al., 2009). Le parasitisme intestinal de la poule locale est un autre problème qui provoque un faible gain de poids et une carcasse de mauvaise qualité (Mushi et al., 2000). Cela entraîne une énorme perte financière pour les éleveurs. Parmi les autres problèmes, citons le coût des aliments avicoles, l'expérience et le niveau d'éducation des aviculteurs (Natukunda et al., 2011 ; Siyaya et Masuku, 2013).

La faible productivité de ce sous-secteur demeure un problème important. Son manque de production limite ses contributions à la sécurité alimentaire des ménages, aux revenus et au développement sociétal (Scanes, 2007). Par conséquent, les contributions de ce sous-secteur à la sécurité alimentaire des ménages, aux revenus et au développement global de la société restent inexploitées (Birhanu et al., 2021).

### **2 Rôle du poulet local dans l'amélioration des revenus et la sécurité alimentaire**

Comme mentionné ci-dessus, la sécurité alimentaire reste un défi dans les pays africains. Plusieurs parties prenantes ont travaillé pour résoudre ce problème, mais elles n'ont pas encore réussi (Padhi, 2016 ; Chesoo et al., 2016 ; Manyelo et al., 2020). La production de poulet local fait partie intégrante de nombreuses économies africaines, les poulets indigènes jouent un rôle important en fournissant aux communautés locales une source moins chère de protéines de haute qualité (Mapiye et Sibanda, 2005). En outre, bien que les poulets indigènes fournissent moins d'œufs et moins de viande que les souches conventionnelles, ils ont un rôle vital dans la sécurité alimentaire et la génération de revenus pour les communautés rurales aux ressources limitées (Manyelo et al., 2020).

Au niveau social, la viande des poulets locaux est caractérisée par son goût unique et succulent avec un prix raisonnable, c'est la raison pour laquelle elle est préférable pour les consommateurs (Liswaniso et al., 2020 ; Mengesha, 2012 ; Kolawole, 2010).

Le poulet peut s'adapter facilement à des conditions environnementales variables grâce à sa petite taille, ses besoins réduits et sa capacité à trouver lui-même de la nourriture et de l'eau (Manyelo et al., 2020). Le cycle de production assez court du poulet est un autre avantage important, ce qui en fait une source majeure de protéines pour la consommation humaine (Dahloum et al., 2016). Selon Berthouly-Salazar et al. (2010), en Afrique, en Asie et dans le Pacifique Sud, les populations locales du poulet contribuent de façon significative à la production des familles rurales, en particulier pour les éleveurs à faibles revenus. En revanche, les poulets locaux sont des producteurs génétiquement pauvres d'œufs et de viande (Pym, 2010).

En plus de l'alimentation, les élevages de la poule locale en Afrique Australe ont également des fins religieuses, culturelles et pour les combats des coqs, dans le passé (Crawford, 1990). Cette pratique était aussi courante en Afrique de l'Est, où le poulet local occupe une place importante au niveau de leur système d'élevage en tant que source de protéines animales de très bonne qualité et de revenus des ménages ruraux (Chesoo et al., 2015). Gunya et al. (2020) confirment que la contribution du poulet local à la génération de revenus pour les aviculteurs. L'avantage à cet égard est que ces oiseaux sont généralement élevés avec des dépenses limitées, ce qui les rend abordables pour presque tous les ménages (Manyelo et al., 2020).

### **3 Performances de reproduction et de production de la poule locale**

#### **3.1 Maturité sexuelle**

La maturité sexuelle chez les volailles se définit comme étant l'âge au premier accouplement et l'âge au premier œuf pour les coqs et les poules respectivement (Shuma et Gurmessa, 2021). Selon Mukharjee (1990), dans les pays en développement, les poules locales ont couramment une petite taille, une maturité tardive qui peut aller jusqu'à 36 semaines d'âge et un faible taux de ponte annuel (25 à 45 par an). L'âge de maturité sexuelle du coq et de la poule varie entre 22 et 40 semaines. Au Kenya, l'âge moyen enregistré pour les deux sexes était de 25 à 40 semaines et de 24 à 40 semaines pour les mâles et les femelles, respectivement (Olwande et al., 2010). Selon Sonaiya et Swan (2004), la mauvaise gestion d'élevage et le temps supplémentaire perdu avant l'accouplement étaient les principales causes du retard de la maturité



sexuelle. En Éthiopie, les oiseaux sont accouplés à un âge plus précoce qui varie respectivement, entre 21 et 24 semaines et entre 22 et 24 semaines pour les coquelets et les poulettes (Hailu et al., 2014 ; Zewdu et al., 2013). Pour l'âge moyen à la première ponte, il n'y avait pas de réelle différence enregistrée pour ce paramètre entre les différentes populations de la poule locale africaine, généralement il varie entre 24 à 40 semaines.

### **3.2 Taux d'éclosion**

Chez les volailles, la fertilité représente le pourcentage des œufs incubés qui deviennent fertiles, tandis que l'éclosion est le taux des œufs fertiles qui éclosent (Wondmeneh et al., 2016 ; King' Ori, 2011). Chez la poule locale, la fertilité varie entre 53 et 62% (Shanawany et Banerjee, 1991 ; King' Ori, 2004 ; Mebratu, 1997 ; Njenga, 2005). Selon la FAO (2000), un taux d'éclosion de 80% chez la poule locale suite à une couvaison naturelle est considéré comme normal. Cependant, un intervalle de 75 à 80% est considéré comme satisfaisant. Ikani et Annatte (2000) ont enregistré chez la poule indigène un taux d'éclosion égale à 80%, ce qui représente un pourcentage très comparable aux performances des oiseaux améliorés. Encore, Ikani et Annatte (2000) ont suggéré que la production annuelle d'œufs fertiles par poule locale est de l'ordre de 20 à 30 œufs, soit une taille moyenne de ponte de 8 à 9 œufs et 2.5 couvées par an. En 1997, l'Éthiopie a enregistré le plus faible taux d'éclosion (9%), cependant une autre étude menée en 2014, a rapporté un taux d'éclosion de 84% (Yemane et al., 2013). Le Kenya avait une éclosabilité de 70 à 84% (King' Ori, 2004 ; Olwande et al., 2010 ; Njenga, 2005) ; l'Ouganda de 40 à 100% (Kyarisiima et al., 2004 ; Ssewanyana et al., 2008a,b) et le Rwanda de 81% (Mahoro et al., 2017), tandis que la Tanzanie avait un taux d'éclosion de 84% (Mwalusanya et al., 2002) et de 20 à 70% au Zimbabwe (Muchadeyi et al., 2004 ; Pedersen, 2002). Un faible pourcentage de survie des poussins (10%) a été observé au Kenya en 2010 par Olwande et al. (2010), alors que le taux le plus élevé (75-99%) a été déclaré en Ouganda en 2008 par Ssewanyana et al. (2008b). Au Soudan ; une étude réalisée par Khalafalla et al. (2001), a enregistré un taux d'éclosion de 78% avec un taux de survie des poussins de 75%. Bien que les poules locales aient une croissance lente et soient de piètres pondeuses d'œufs de petite taille, elles sont cependant des mères idéales et de bonnes gardiennes (McCullough, 2017).

### **3.3 Nombre de couvées**

Le nombre de couvées annuel par poule varie de 2 à 4.3 avec un nombre d'œufs par couvée allant de 5 à 28. Les poules adultes pondent environ 10 à 12 œufs par couvée, avec 2 à 4 couvées par an (Ikani et Annatte, 2000 ; Byarugaba et al., 2002). Le nombre le plus élevé d'œufs par ponte (28 œufs par ponte) a été enregistré en Tanzanie (Mwalusanya et al., 2002), tandis que le nombre le plus faible (5 œufs par ponte) a été observé au Rwanda (Mbuza et al., 2016). Pour nombre de couvées par poule et par an, le plus faible (2 couvées) a été enregistré en Ouganda (Ssewanyana et al., 2008a), en Tanzanie (Mwalusanya et al., 2002), et au Kenya (Olwande et al., 2010). Zewdu et al. (2013) ont mentionné le nombre le plus élevé de couvées par an (4.3 couvées) en Ethiopie. Ce paramètre de reproduction varie en fonction des conditions climatiques, par exemple ; en Tanzanie, dont les zones humides et fraîches, le nombre est réduit à 2 couvées par an (Mwalusanya et al., 2002). Smith (1990) estime que le cycle de reproduction chez la poule comporte une phase de ponte de 10 jours, une phase d'incubation naturelle (couvaision) de 21 jours et enfin une période d'entretien des poussins de 56 jours.

### **3.4 Production annuelle d'œufs**

Chez la poule locale, le nombre d'œufs produits par an et par poule varie de 20 à 82 œufs. Halima (2007) a rapporté un nombre de 9 à 19 œufs par ponte avec 2 à 3 cycles de ponte par poule locale et par an. Moreki (2010) a également signalé un nombre moyen annuel de couvées de 3, avec une moyenne de 15 œufs par couvée et une production totale d'œufs allant de 18 à 57 œufs par an et par poule locale, dans une étude menée sur des systèmes de production de poulets à petite échelle au Botswana. En Éthiopie, la production annuelle d'œufs varie de 52 à 82 œufs par poule par an (Shanawany et Banerjee, 1991 ; Mebratu, 1997 ; Hailu et al., 2014 ; Yemane et al., 2013 ; Zewdu et al., 2013). Ces chiffres reflètent les faibles capacités de ponte de la poule locale par rapport à celle des souches exotiques. Le potentiel génétique, le système de gestion et la couvaision naturelle sont les principales causes de la faible production de la poule indigène (Padhi, 2016). La faible productivité des poules locales est non seulement due à la faible production d'œufs, mais également à la mortalité élevée des poussins (Nigussie et al., 2010).

### **3.5 Poids corporel et de l'œuf**

Le poids corporel adulte des poules et des coqs se situe entre 585 à 2000 g, et entre 900 à 2000 g respectivement (Ahmed et N'Daw, 2015 ; Bembide et al., 2013), sachant que les coqs

sont toujours plus lourds que les poules. Selon Magothe et al. (2011), le poids corporel des poussins à l'éclosion est d'environ 32 à 33 g. La croissance du poulet local est lente, en raison de son potentiel génétique et son système d'élevage qui se caractérise généralement par de mauvaises conditions de gestion.

Le poids des œufs issus de la poule locale varie entre 32 et 60 g. Les œufs les plus lourds (60 g) ont été trouvés au Zimbabwe (Muchenje et Sibanda, 1997) alors que les œufs les plus légers (32 g) ont été observés en Tanzanie (Mwalusanya et al., 2002). D'après Mukharjee (1990), les œufs de la poule indigène se caractérisent par une grande résistance à la rupture, un pourcentage élevé du jaune et une faible teneur en cholestérol.

En effet, les faibles performances zootechniques du poulet local s'expriment en termes de paramètres suivants : un taux de croissance lent, une maturité sexuelle tardive, une faible productivité des œufs qui sont habituellement de petite taille, une taille de couvée plus petite avec un allongement de périodes d'entretien des poussins et une mortalité élevée de ces derniers (Tedelle, 1996 ; Aberra, 2000).

## **4 Alimentation, habitat et santé**

### **4.1 Alimentation**

Les systèmes de production de la poule locale sont normalement pratiqués en liberté et la majeure partie de l'alimentation est obtenue par récupération des restes ménagers (Pym et al., 2006). Normalement, ces poulets dépendent davantage des insectes, des vers et des matières végétales, avec de très petites quantités de graines et de compléments alimentaires laissés par leurs éleveurs (Halima, 2007 ; Fisseha et al., 2010). En outre, environ 96% des éleveurs fournissent de l'eau à leurs poulets en libre accès (Desalew, 2013). Des études ont montré que les poulets des ménages ruraux ne sont pas nourris de manière ciblée et que la récupération des aliments est pratiquement la seule source d'alimentation (FAO, 2019). Cependant, le type et la quantité d'aliments donnés aux poulets locaux dépendent souvent des cultures de la région ainsi que des saisons. La plupart des éleveurs de poulets locaux pratiquent des systèmes d'alimentation complémentaire (le plus souvent une fois par jour) en donnant à leurs poulets du maïs, de l'orge, du blé, du millet et des déchets ménagers pour les nourrir. Après l'éclosion, les poussins peuvent chercher de la nourriture et se promener librement avec leur mère dans des zones ouvertes près

de la maison et des environs (Manyelo et al., 2020). La mauvaise qualité et la faible quantité des aliments, ainsi que les mauvaises pratiques de gestion agricole ont augmenté la mortalité des poulets dans les systèmes d'élevage ruraux (Mbuza et al., 2016 ; Zemelak et al., 2016).

### **4.2 Habitat**

L'élevage des poulets locaux nécessite des systèmes de logement de basse-cour simples, construits avec des matériaux facilement disponibles. Les poules locales sont majoritairement élevées dans un système extensif où ils sont généralement libres tout au long de la journée, à la recherche de la nourriture. Ce système affecte l'élevage et la production des poulets indigènes (Hailu et al., 2014). Selon Fitsum (2015), le manque de logement est l'une des contraintes de l'élevage familial. Normalement, la mortalité élevée des races de poulets locaux est due aux prédateurs en raison d'un logement inadéquat (Tadelle et Ogle, 2001 ; Dwinger et al., 2003). Plusieurs études ont rapporté qu'il n'existe pas de logement spécial pour les poulets locaux. La plupart du temps, les poulaillers sont constitués de deux ou trois planches de bois parallèles surélevées ou de poteaux et de branches d'eucalyptus (Hughes, 2012). Certains utilisent des paniers tressés à la main pour abriter leurs poulets la nuit (Fitsum, 2015). Cependant, une étude de Mengesha (2012) rapporte que les petits éleveurs de volailles partagent la même maison avec les poulets, mais leur fournissent une pièce séparée.

### **4.3 Maladies, parasites et prédateurs**

Le système d'élevage des poulets locaux est connu pour avoir une mortalité élevée causée par les prédateurs, les parasites et la maladie de Newcastle, mais elle peut être réduite par une meilleure gestion et un contrôle de base des maladies, y compris la vaccination (Hughes, 2012 ; Aberra et Tegene, 2011). Toutefois, les parasites et les maladies constituent le principal obstacle à l'élevage des poulets locaux (Bushra, 2012). D'après Manyelo et al. (2020), les protozoaires et les vers sont les types les plus courants de parasites internes qui affectent normalement les volailles. Habituellement, les faibles niveaux d'infestation de ces parasites ne posent pas de problème et ils peuvent être laissés sans traitement. Habituellement, une croissance et un indice de consommation médiocres ainsi qu'une baisse de la production d'œufs sont les signes cliniques d'une infestation parasitaire chez les volailles.

Les poulets ingèrent ces parasites par le biais de l'eau et des aliments contaminés. Tout problème de parasites et de maladies, comme la maladie de Newcastle et le virus de la grippe

aviaire, peut avoir des effets dévastateurs sur l'économie et la sécurité alimentaire du pays. La maladie de Newcastle est l'une des contraintes majeures et économiquement importantes pour les systèmes locaux de production de poulet (Solomon, 2007 ; Tadesse et al., 2005).

Les prédateurs sont également connus pour contribuer à la mortalité des poulets locaux, à côté des maladies qui sont une cause majeure de mort prématurée. Normalement, les vautours et les oiseaux sauvages (aigle, faucon, etc.), qui ne s'attaquent qu'aux poulets et aux mammifères sauvages tels que les chats et les renards, sont des prédateurs bien connus qui s'attaquent aussi bien aux oiseaux adultes qu'aux poussins (Liswaniso et al., 2020 ; Melesse et Negesse, 2011). Les poulets locaux peuvent être protégés de tout cela par des pratiques de gestion sanitaire et un logement adéquats.

### **5 Apport nutritionnel, composition et qualité des œufs**

Les œufs de la poule ont été traditionnellement considérés comme une source importante de nutriments pour l'homme (Nau et al., 2003). Grâce à leur faible coût de production, ils représentent une source importante de protéines et de lipides d'origine animale (Nys et Sauveur, 2004). De plus, ils sont culturellement acceptés dans le monde entier et ils ne sont soumis à aucune interdiction religieuse ou traditionnelle (Moula et al., 2010). Ainsi, l'œuf est le seul aliment d'origine animale qui ne perdent pas leur caractéristique spécifique lors d'un stockage pendant plusieurs semaines dans leur état naturel (Vlckova et al., 2019).

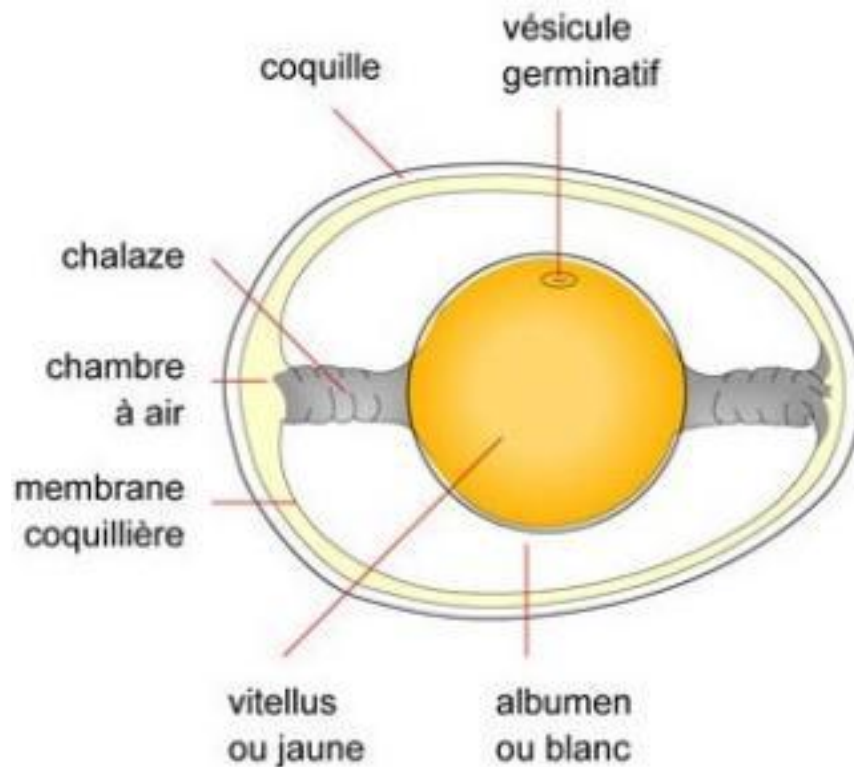
#### **5.1 Apport nutritionnel de la consommation des œufs**

Aujourd'hui, il est largement reconnu que les œufs sont plus qu'une source de nutriments, de nombreuses études décrivant des propriétés biologiques de l'œuf à savoir des activités antimicrobiennes (Pellegrini et al., 2004 ; Brady et al., 2002), des propriétés antioxydantes (Nimalaratne et al., 2015 ; Benedé et Molina, 2020), des propriétés antiadhésives (Sugita-Konishi et al., 2002 ; Benedé et Molina, 2020), immunomodulatrices (Xie et al., 2002), antihypertensive (Matoba et al., 2001) et des activités anticancéreuses (Oguro, 2001).

#### **5.2 Composition de l'œuf**

L'œuf est une structure biologique complexe qui est composé d'environ 10% de la coquille (y compris la membrane de la coquille), 58% d'albumen communément appelé le blanc et 32% du jaune d'œuf (Tamiru et al., 2019). La coquille d'un œuf a une structure rigide, mais poreuse qui offre une grande résistance à l'entrée des micro-organismes lorsqu'elle est maintenue

au sec et également une résistance considérable à la perte d'humidité par évaporation. À l'intérieur de la coquille se trouvent deux membranes (membrane interne et membrane externe). Un espace d'air ou cellule d'air est une poche d'air que l'on trouve généralement à la grande extrémité de l'intérieur de l'œuf, entre la membrane externe et la membrane interne (figure 4). Cette cellule d'air est créée par la contraction du contenu interne pendant le refroidissement de l'œuf et par l'évaporation de l'humidité. La taille de la chambre à air augmente au fil du temps après l'oviposition de l'œuf (Lammie et al., 2005).



**Figure 4 :** Structure de l'œuf d'après Saidou Alzouma, 2005

Bien que les œufs contiennent environ 74% d'eau, ils constituent une source potentiellement importante et équilibrée d'acides gras essentiels et de certains minéraux et vitamines (Sparks, 2006). Les œufs sont considérés comme un "aliment miracle", car ils contiennent approximativement 40 protéines, 18 acides aminés différents, dont neuf acides aminés essentiels (lysine, méthionine, tryptophane.....), une composition stable en acides aminés, une proportion optimale d'acides gras saturés et insaturés, et très peu de glucides.

Par conséquent, les œufs ont été reconnus comme une protéine de référence en alimentation humaine (Damaziak et al., 2017 ; Molnár et Szöllösi, 2020).

Un œuf moyen pèse environ 57 grammes et le contenu nutritif d'un gros œuf (~50 g d'œuf comestible) comprend : 6.3 g de protéines, 0.6 g de glucides, 5.0 g de graisses (dont 0.21 g de cholestérol) selon Tamiru et al. (2019).

### **5.2.1 Blanc d'œuf**

Le blanc ou l'albumen est situé dans la zone périphérique du jaune d'œuf. L'albumen a quatre structures principales, la chalaze qui est habituellement à côté du jaune d'œuf représente environ 3%, puis la fine couche interne qui enveloppe la chalaze et représente environ 17% de l'albumen, suivi par la couche épaisse qui lie l'albumen mince et le jaune d'œuf qui adhère à la membrane de la coquille aux deux extrémités et qui forme 57% du blanc (USDA, 2000).

Le blanc d'œuf contient 90% d'eau, une petite quantité de glucose et des protéines, dont l'ovalbumine (54%), qui est la principale protéine, suivie de l'ovotransferrine (12%), de l'ovomucoïde (11%), du lysozyme (3.5%) et de l'ovomucine (3.5%). En outre, d'autres protéines mineures comme l'avidine, la cystatine, l'ovomacroglobuline, l'ovoflavoprotéine, l'ovoglycoprotéine et l'ovoinhibiteur ont également été identifiées (Kovacs-Nolan et al., 2005). Les blancs d'œufs sont pauvres en lipides à 0.01% (Mine, 1995).

L'albumen est normalement de nature alcaline, avec un pH de 7.6 à 7.9, qui, lors du stockage, perd du dioxyde de carbone par diffusion à travers les pores de la coquille, avec une augmentation du pH à 9.7 en raison du vieillissement (Tiefenbacher, 2019).

En termes de poids, il a été rapporté que le poids de l'albumen est plus étroitement associé au poids de l'œuf qu'au poids du jaune (Harms et Hussein, 1993), de sorte que les œufs avec un poids plus élevé ont tendance à avoir un poids d'albumen élevé.

### **5.2.2 Jaune d'œuf**

Le jaune d'œuf est situé dans la zone centrale de l'œuf et il est séparé de l'albumen par la membrane vitelline (Mann, 2008). Le jaune est principalement composé d'environ 36% de lipides (dont environ 25-31% sont des triacylglycérols, phospholipides et 4-5% de cholestérols), 17% de protéines et 65-70% d'eau (Kaspers, 2016). La portion protéique se compose d' $\alpha$ -livetine (14% d'albumine sérique), de  $\beta$ -livetine (41% de glycoprotéines), et  $\gamma$ -livetine (45%

d'immunoglobuline  $\gamma$ ), tandis que les glucides, les composés inorganiques, et les vitamines sont en dessous d'un pourcentage du jaune d'œuf (Kaspers, 2016).

Le jaune représente 1/3 de l'œuf et il contient la plupart des vitamines, y compris les vitamines complexes A, D, E, K, B1, B2, B5, B6, B9 et B12. Également, le jaune contient essentiellement tous les lipides, 3/4 des calories, et il est une bonne source de caroténoïdes antioxydants (Réhault-Godbert et al., 2019). Les xanthophylles sont les caroténoïdes responsables de la coloration du jaune d'œuf (Nys et Guyot, 2011).

### **5.3 Qualité des œufs**

La qualité d'un œuf peut être décrite comme "l'ensemble de la nature et des compositions de l'œuf qui le rendent attrayant et le font choisir par les consommateurs". La nature de l'œuf implique la structure ou la conformité qui doit être appropriée, c'est-à-dire sans altération, tandis que la composition prend en charge les différents constituants de l'œuf (Adetoro, 2021).

La raison pour laquelle un œuf est préféré dépend principalement de l'utilisation à laquelle il est destiné et de la valeur supplémentaire probable qu'il possède (Bajaei et al., 2011).

La qualité des œufs fait référence à diverses normes qui définissent la qualité externe et interne. Les qualités externes et internes des œufs sont d'une importance majeure pour l'industrie des œufs dans le monde entier. Cependant, elles ne reçoivent pas l'attention qu'elles méritent dans les pays en voie de développement (Roberts, 2004). La qualité de l'œuf est influencée par l'âge, le génotype, l'alimentation, les facteurs environnementaux et le système de logement (Travel et al., 2010 ; Dahloun et al., 2018 ; Vlckova et al., 2019). La qualité des œufs comprend un certain nombre de paramètres liés à la coquille, à l'albumen et au jaune d'œuf (Begli et al., 2010).

#### **5.3.1 Qualité externe**

La qualité externe de l'œuf est mesurée de plusieurs façons. Les caractéristiques externes de l'œuf incluent la propreté, le poids de l'œuf et le poids de la coquille. Elle peut également être mesurée par la taille de l'œuf, la couleur de la coquille, la force de cassage de la coquille et l'épaisseur de la coquille (Song et al., 2000 ; Adeogun et Amole, 2004).

La couleur de la coquille d'œuf peut être contrôlée par une comparaison visuelle avec une série de normes graduées et le poids des œufs peut être facilement mesuré à l'aide d'une balance



appropriée (Hammerle, 1969). La coquille de chaque œuf doit être lisse, propre et exempte de fissures, et les œufs doivent être de couleur, de taille et de forme uniformes (Coutts et al., 2006).

### **5.3.2 Qualité interne**

#### **5.3.2.1 Blanc d'œuf**

Samli et al. (2005) et Kirunda et al. (2001) ont rapporté que l'industrie avicole identifie la qualité de l'albumen non seulement pour juger la fraîcheur d'un œuf, mais aussi pour le cassage des œufs. Bien que plusieurs mesures de la qualité de l'albumen aient été proposées, l'Unité de Haugh est la plus utilisée aujourd'hui (Silversides, 1994). La hauteur du blanc d'œuf est généralement convertie en Unité Haugh, une unité utilisée pour décrire la qualité interne et la fraîcheur de l'œuf, en fonction de l'épaisseur du blanc d'œuf (Coutts et Wilson, 1990). Le test a été introduit par Raymond Haugh en 1937 et il s'agit d'une mesure importante de la qualité des œufs (Haugh, 1937 ; USDA, 2000). La hauteur, en corrélation avec le poids, détermine l'Unité Haugh. Plus le nombre est élevé, meilleure est la qualité de l'œuf en termes de fraîcheur, et en plus les œufs de qualité supérieure ont un blanc épais (Monira et al., 2003).

L'Unité de Haugh des œufs peut être estimée sur la base de la hauteur du blanc d'œuf et le poids de l'œuf en utilisant la formule suivante :  $UH = 100 \log (AH - 1.7W^{0.37} + 7.6)$  où : UH = Unité Haugh, AH = Hauteur de l'albumen étalé en mm et W = Poids de l'œuf entier en g. (Eisen et al., 1962). Cette équation de calcul de l'Unité de Haugh a été confirmée par Bourtov et al. (1990). Les œufs avec une Unité de Haugh plus de 70 sont considérés comme excellents œufs, entre 70 et 60 sont acceptables, tandis que ceux avec une Unité Haugh inférieure à 60 sont considérés comme des œufs de mauvaise qualité.

#### **5.3.2.2 Jaune d'œuf**

La qualité du jaune d'œuf repose sur deux éléments : la couleur du jaune et la résistance de la membrane périvitelline qui l'entoure. La couleur du jaune est généralement le principal facteur sur lequel la plupart des consommateurs jugent la qualité des œufs, mais la préférence des consommateurs pour la couleur du jaune est très subjective et diffère d'un pays à l'autre. La xanthophylle, le pigment responsable de la coloration du jaune d'œuf, est obtenue à partir des plantes utilisées comme ingrédients alimentaires lors de la formulation du régime alimentaire des poules. Il est donc possible de manipuler la coloration du jaune d'œuf en ajoutant de la xanthophylle (naturelle ou synthétique) à l'alimentation des poules. Par conséquent, la couleur du

jaune d'œuf est influencée par l'alimentation (Smith, 2001). La couleur du vitellus étant mesurée à l'aide de l'échelle de couleurs de Roche (Roberts, 2004).

Bien que le jaune d'un œuf frais soit généralement rond et ferme (Jacob et al., 2000), il s'aplatit avec le temps et subit une dégénérescence de la membrane vitelline résultant du passage de l'eau de l'albumen au vitellus.

### **5.3.2.3 Absence d'inclusions**

Plus généralement, un œuf de bonne qualité ne doit pas présenter des taches internes comme les taches de sang, les taches pigmentaires et les taches de viande (Hamilton, 1982). Les taches de sang résultent de la rupture des petits vaisseaux sanguins de l'ovaire lors de la libération du jaune d'œuf. Bien que les taches de sang soient souvent observées dans le jaune d'œuf, elles se diffusent parfois dans l'albumen et peuvent aussi se trouver à la surface du jaune ou dans tout le jaune d'œuf, tandis que, les taches de viande affectent le plus souvent l'albumen et non le jaune, et sont souvent constituées de minuscules morceaux de tissus corporels (Coutts et Wilson, 1990).

*CHAPITRE III.*

*Coccidiose aviaire*

### 1 Définition

Parmi les nombreuses maladies qui touchent les volailles, les maladies parasitaires viennent au premier rang, principalement la coccidiose qui est associée à un taux élevé de mortalité dans l'industrie avicole (Fatoba et Adeleke, 2018).

La coccidiose est l'une des maladies les plus répandues chez les volailles depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle. Il s'agit d'une maladie intestinale dont l'agent causal est un parasite protozoaire du genre *Eimeria* (Tyzzer, 1929).

Bien que neuf espèces d'*Eimeria* aient été identifiées comme agents responsables de la coccidiose aviaire, seul sept d'entre elles ont été signalées comme étant pathogènes (Kahn, 2008). *Eimeria tenella* (*E. tenella*) et *Eimeria necatrix* (*E. necatrix*) sont les espèces les plus pathogènes. *Eimeria arcevolina* (*E. acervulina*), *Eimeria maxima* (*E. maxima*) et *Eimeria mivati* (*E. mivati*) sont communes et légèrement à modérément pathogènes, tandis qu'*Eimeria brunetti* (*E. brunetti*) est peu commune, mais pathogène lorsqu'elle est présente. *Eimeria mitis* (*E. mitis*), *Eimeria praecox* (*E. praecox*) et *Eimeria hagani* (*E. hagani*) sont des espèces relativement non pathogènes (Soulsby, 1982 ; Lillehoj et Trout, 1993).

La coccidiose chez les poulets peut se manifester par une diarrhée hémorragique, généralement associée à *E. tenella*, *E. necatrix* ou *E. brunetti*, ou une maladie mal absorbative causée par *E. maxima*, *E. acervulina*, *E. mitis* ou *E. praecox* (Reid et al., 2014). Les sept espèces peuvent être nuisibles, *E. necatrix* et *E. tenella* étant considérées comme les plus pathogènes (Long et al., 1976 ; Williams et al., 2009). *E. acervulina*, *E. maxima* et *E. tenella* sont habituellement les plus répandues (Haug et al., 2008 ; Kumar et al., 2014 ; Clark et al., 2016 ; Hauck et al., 2019).

### 2 Impact économique

Les pertes économiques dues à la coccidiose aviaire ont été estimées à l'équivalent de 14.5 milliards \$ aux États-Unis, y compris les coûts de morbidité, de mortalité et de contrôle (Blake et al., 2020). La plupart des espèces d'*Eimeria* affectent les oiseaux âgés de 3 à 18 semaines et peuvent provoquer une mortalité élevée chez les jeunes poulets (Morris et Gasser, 2006). En plus des conséquences directes de la maladie, la diarrhée qui en résulte réduit la qualité de la litière, contribuant à la dermatite des coussinets plantaires et ayant un impact négatif

sur le bien-être général et les performances techniques (Abd El-Wahab et al., 2012 ; De\_Jong et al., 2014).

La coccidiose contribue également à la dysbiose entérique, influençant la diversité et la structure du micro-biome (MacDonald et al., 2017), et peut également influencer le transport de pathogènes zoonotiques d'origine alimentaire, notamment *Salmonella Typhimurium* et *Campylobacter jejuni* (Baba et al., 1982 ; MacDonald et al., 2019).

### **3 Épidémiologie**

La coccidiose est favorisée par un mauvais système de logement et de gestion des volailles (Musa et al., 2010). Cette pathologie est plus fréquente lorsque les conditions d'élevage sont mauvaises, une densité élevée, une litière de mauvaise qualité et une forte humidité (Blake et al., 2021).

La maladie est plus répandue dans les systèmes intensifs à litière profonde. Ce type de système privilégie non seulement la reproduction des oocystes mais augmente aussi l'incidence de l'infection chez les poulets (Fatoba et Adeleke, 2018). Les oocystes de coccidies sporulent dans des conditions de chaleur d'environ 25-30°C avec une aération et une humidité adéquates, tandis que des conditions sèches à 10°C retardent la sporulation (Mohammed et Sunday, 2015). La coccidiose affecte les poulets de tous âges, mais l'infection commence à un âge plus jeune lorsque le système immunitaire est immature. La maladie affecte à la fois l'intestin et le cæcum avec une période d'incubation de 5-6 jours respectivement (Musa et al., 2010). L'épidémie de l'infection à la coccidiose se produit lorsque les poussins ingèrent de grandes quantités d'oocystes sporulés. La réduction de la prise alimentaire, la diarrhée sanguinolente (méléna) et la perte de poids sont quelques-uns des symptômes associés aux oiseaux infectés (Blake, 2015). La gravité de la maladie dépend du nombre d'espèces d'*Eimeria* qui co-infectent les oiseaux. Parmi les sept espèces d'*Eimeria* qui infectent les poulets, *E. tenella*, *E. brunetti*, *E. maxima* et *E. necatrix* ont été signalées comme étant hautement pathogènes, tandis que *E. praecox* est la moins pathogène (Jadhav et al., 2011 ; Nematollahi et al., 2009). Les oocystes de coccidies sont excrétés par les poulets infectés dans leurs fientes et contaminent l'eau, les aliments et le sol (Gharekhani et al., 2014).

#### 4 Étude du parasite

Les espèces d'*Eimeria* sont des parasites unicellulaires appartenant au règne des protozoaires, au phylum Apicomplexa, à la classe des Coccidia, à l'ordre des Eucoccidiorida, à la famille des Eimeridae et au genre *Eimeria*, parasites monoxéniques qui ont besoin d'une espèce hôte spécifique pour accomplir leur cycle de vie (Taylor et al., 2007 ; Vrba et Pakandl, 2015).

La morphologie des oocystes de coccidies est similaire pour la plupart des espèces d'*Eimeria*. Ils sont de forme ellipsoïdale ou circulaire avec une paroi cellulaire épaisse et des sporocystes. La majorité des oocystes d'*Eimeria* ont une forme ovoïde. *E. maxima* (30.5 x 20.7 µm) est le plus grand tandis que *E. mivati* (15.6 x 13.4 µm) et *E. mitis* (15.6 x 14.2 µm) sont les plus petites par rapport aux autres espèces d'*Eimeria*. *E. tenella*, *E. maxima*, *E. acervulina*, *E. hagani* et *E. burnetti* sont ovoïdes tandis que *E. necatrix* est oblongue (Clark et Blake, 2012).

L'oocyste d'*Eimeria* a une paroi épaisse qui résiste aux dommages mécaniques et chimiques couplés à une dégradation protéolytique (Mai et al., 2009). La capacité infectieuse de l'oocyste est due à sa capacité à sporuler, que les oocystes sporulés sont infectieux (Lal et al., 2009). L'oocyste sporulé peut survivre en dehors de son hôte pendant 602 jours alors que les oocystes non sporulés peuvent survivre durant environ 7 mois dans le cæcum de leur hôte (Quiroz-Castañeda et Dantán-González, 2015). La paroi épaisse de l'oocyste a été associée à sa structure bicouche qui est composée de lipides et de protéines. La couche de protéines est censée fournir à l'oocyste une grande stabilité contre le froid et la chaleur extrêmes, tandis que la couche de lipides protège contre les dommages chimiques (Belli et al., 2006).

Chez la volaille domestique (*Gallus gallus domesticus*), sept espèces d'*Eimeria* sont signalées. Celles qui provoquent une maladie hémorragique sont *E. brunetti*, *E. tenella* et *E. necatrix*. Tandis qu'*E. acervulina*, *E. praecox*, *E. maxima* et *E. mitis* sont considérées comme légèrement pathogènes et provoquent des maladies mal absorbatives (Reid et al., 2014). Signalant que chaque espèce se caractérise par un site de développement spécifique au niveau de l'intestin avec un degré de pathogénicité.

Le tableau 1 ci-dessous montre la localisation et la pathogénicité des espèces d'*Eimeria*.

**Tableau 1** : Site de développement et pathogénicité des espèces d'*Eimeria*  
(Reid et al., 2014 ; Quiroz-Castañeda et Dantán-González, 2015)

Espèce	Site de développement	Pathogénicité	Type de maladie
<i>E. necatrix</i>	Jéjunum, iléon et cæcum	+++++	Hémorragique
<i>E. brunette</i>	Cæcums et rectum	++++	Hémorragique
<i>E. tenella</i>	Cæcum	++++	Hémorragique
<i>E. maxima</i>	Jéjunum, iléon	+++	Malabsorptive
<i>E. mitis</i>	Iléon	++	Malabsorptive
<i>E. acervulina</i>	Duodénum, iléon	++	Malabsorptive
<i>E. praecox</i>	Duodénum, jéjunum	+	Malabsorptive

Les oocystes (œufs encapsulés) d'*Eimeria* sont la principale cause de la coccidiose. La transmission se fait exclusivement par voie orale par le biais de l'eau, de l'aliment et de la litière contaminés par des oocystes (Shivaramaiah et al., 2014). Le personnel peut également transporter les oocystes qui se développent dans les fientes lors de son déplacement d'un poulailler à l'autre (Belli et al., 2006).

## 5 Cycle évolutif

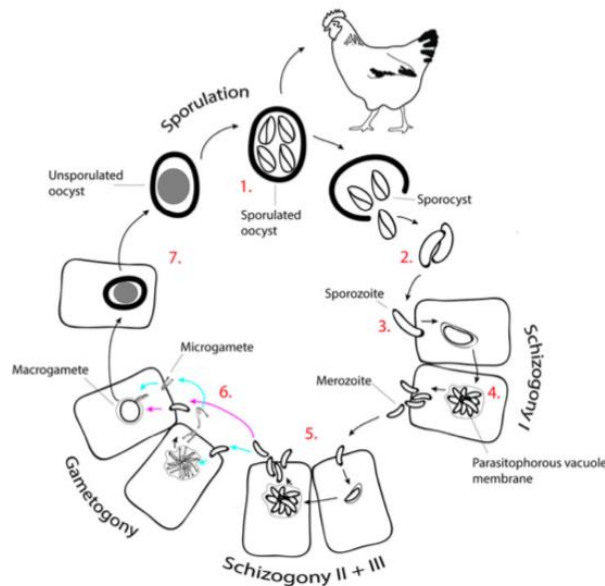
Le cycle de vie d'*Eimeria* est complexe et comprend trois étapes, une phase appelée sporogonie se déroule au niveau de la litière lors des conditions de température, d'humidité et d'apport d'oxygène, et deux autres phases se déroulent dans les cellules de l'épithélium intestinal (Conway et Mckenzie, 2007).

La sporogonie est considérée comme une période non infectieuse, durant laquelle l'oocyste est excrété dans les fèces et subit une sporulation en présence d'oxygène, d'humidité et de chaleur, devenant donc un oocyste sporulé qui est infectieux. La schizogonie ou mérogonie s'effectue au niveau de l'intestin et comprend des multiples cycles de divisions asexuées (2 à 4 fois), suivie de la gamétogonie qui assure la formation de gamètes mâles et femelles, la fertilisation et la production d'un zygote (oocyste) qui sera excrété par l'oiseau dans les fientes (Lal et al., 2009).

### Chapitre III. Coccidiose aviaire

L'infection débute lorsque la volaille ingère des oocystes sporulés. Au niveau du proventricule et du gésier, leurs actions chimiques et mécaniques, et la présence du CO<sub>2</sub>, permettent à l'oocyste de libérer les sporozoïtes, qui rentrent dans la lumière de l'intestin et pénètrent aux entérocytes afin de poursuivre la deuxième phase : mérogonie, fabriquant un schizonte contenant à l'intérieur des milliers de mérozoïtes pour être libéré dans la lumière intestinale et poursuivre l'infection de nouveaux entérocytes. En conséquence, après plusieurs phases de mérogonies, une partie des mérozoïtes à l'intérieur des entérocytes forme des macrogamonts avec un microgamétoyte et l'autre partie forme des microgamonts avec plusieurs microgamétoytes à l'intérieur. Ces derniers sortent des cellules d'origine pour féconder le microgamétoyte, produisant un oocyste non sporulé (zygote) qui sera excrété à nouveau dans les fientes et un autre cycle commence (figure 5).

Une fois l'oocyste formé, il représente la structure la plus résistante du cycle évolutif d'*Eimeria spp.* Il est entouré par deux parois dont la composition lui confère une très forte résistance aux différents dommages chimiques, protéolytiques et mécaniques (Belli et al., 2006 ; Mai et al., 2009). D'après Quiroz-Castañeda (2018), l'oocyste non sporulé représente l'étape non infectieuse alors que l'oocyste sporulé est considéré comme le stade infectieux. Chez *Eimeria*, l'oocyste comporte quatre sporocystes, chacun contenant deux sporozoïtes.



**Figure 5** : Cycle biologique d'*Eimeria* chez les poulets (Burrell et al., 2020)



## 6 Diagnostic

Lors de l'examen post-mortem des poulets, les lésions pathologiques du tractus intestinal constituent l'un des diagnostics de la coccidiose. Suivi par le diagnostic coproscopique des fientes (Zander et Mallinson, 1978).

### 6.1 Détection des oocystes dans les fèces

L'identification des oocystes d'*Eimeria spp* dans les fientes constitue une méthode fiable pour le diagnostic de la coccidiose même lors d'une infection subclinique, elle est réalisée par la méthode de flottaison dans une solution saturée. La flottaison sert également à la collecte du contenu intestinal pour une identification plus poussée des oocystes d'*Eimeria* chez le poulet. L'identification des différentes espèces d'*Eimeria* est réalisée par la mesure du diamètre des oocytes isolés au moyen d'un micromètre oculaire (grossissement  $\times 400$ ), la mise en évidence de la morphologie, le site de développement, la caractérisation des lésions intestinales et la durée de sporulation des différentes espèces d'*Eimeria* (Conway et McKenzie, 1991).

### 6.2 Examen macroscopique des lésions

Le diagnostic de la coccidiose par identification des oocystes a été approfondi par l'examen macroscopique des lésions pour la mise en évidence de la localisation des lésions au niveau intestinal, leurs caractéristiques dont leur apparence, leur couleur et leur teneur avec l'apparition du mucus, du sang, du pus ou d'une hémorragie (Jordan et al., 2002).

L'examen post-mortem se fait tout au long du tractus intestinal du poulet, du gésier au rectum, sous une forte lumière pour bien visualiser ce qui est pathologique sur la surface externe du tube digestif. Les lésions peuvent se manifester par des pétéchies ou des plaques blanchâtres (Schnitzler et al., 1999).

### 6.3 Diagnostic sérologique et moléculaire

Des analyses moléculaires récentes représentent un moyen de diagnostic précis pour l'identification de la coccidiose aviaire. La réaction en chaîne de la polymérase (PCR) est une méthode moléculaire basée sur le dosage de la coccidiose ciblant différentes régions du génome des espèces d'*Eimeria spp* telles que l'acide ribonucléique ribosomique 5S (ARNr) selon Lien et al. (2007), l'espion transcrit interne (ITS-1) d'après Holmdahl et Mattsson (1996) et ITS-2 (Swinkels et al., 2006).

Les espèces complexes d'*Eimeria* chez les oiseaux peuvent être utiles pour détecter, cibler le génome et quantifier les espèces de techniques moléculaires avancées de temps réel (PCR). La PCR en temps réel a sa sensibilité exceptionnelle contrairement à l'essai PCR traditionnel, ce qui peut être quantifiée (Cisman et al., 2020).

Le deuxième test de diagnostic moléculaire est le test ELISA, qui permet de détecter les anticorps dans les échantillons du sang (sérum) contre les espèces *Eimeria*. Les ELISA peuvent détecter des anticorps, mais pas les espèces de parasites elles-mêmes. L'avantage de l'ELISA était de pouvoir détecter avec précision développée une réponse immunitaire lorsque les parasites ne sont plus présents chez l'hôte (Cisman et al., 2020).

## **7 Mesures de contrôle de la coccidiose**

### **7.1 Chimiothérapie**

Ce traitement comprend des composés ionophores et des médicaments synthétiques (produits chimiques). Les ionophores provoquent généralement la mort du parasite et sont produits par la fermentation, tandis que les produits chimiques inhibent plusieurs voies biochimiques du parasite et sont produits par synthèse chimique (Chapman et Jeffers, 2014 ; Chapman et Jeffers, 2010).

Cependant, après une utilisation prolongée d'un traitement médicamenteux, plusieurs souches résistantes aux médicaments peuvent apparaître, ce qui représente un problème grave. La résistance aux médicaments est un défi de santé publique mondial complexe et aucune stratégie unique ou simple ne suffira à endiguer l'émergence et la propagation des organismes infectieux qui deviennent résistants aux médicaments antimicrobiens disponibles. Le développement de la résistance aux médicaments est un phénomène naturel chez les micro-organismes accélérés par la pression sélective exercée par l'utilisation et le mauvais usage des agents antimicrobiens chez les humains et les animaux (Sharaban et al., 2021).

### **7.2 Vaccins**

Il existe trois types de vaccins contre les coccidies, le premier type est le vaccin sous-unitaire. Ces vaccins sont obtenus par la technologie de recombinaison de l'ADN et peuvent être constitués d'antigènes natifs ou de protéines recombinantes de différents stades d'*Eimeria* (Peek et Landman, 2011). Aucun produit commercial, à l'exception de CoxAbic®, n'a été mis sur le marché à ce jour (Dalloul et Lillehoj, 2006). Il est basé sur une protéine native purifiée isolée des

gamétocytes d'*Eimeria* et inhibant le développement des oocystes, mais avec seulement 53% de protection contre les infections à *Eimeria*, ce qui en fait un vaccin très limité (Sharman et al., 2010 ; Wallach et al., 1995).

Le second type de vaccin, non atténué, est constitué des parasites d'*Eimeria* qui n'ont pas été modifiés de quelque façon que ce soit pour changer leurs pathogénicités et proviennent de souches de laboratoire ou de terrain. Des exemples de tels vaccins sont : Coccivac®, Immucox®, Inovocox™ et Advent™ (Chapman et al., 2002).

Le troisième type de vaccin est le vaccin atténué, les vaccins atténués sont constitués de souches d'*Eimeria spp* et ont été manipulées en laboratoire afin de diminuer leur virulence. La réduction de la virulence a été réalisée par des passages en série du parasite dans des embryons de poulet. Voici quelques exemples de ces vaccins Livacox® et Paracox® (Shirley et Bedrnik, 1997). Le succès des vaccins vivants atténués repose sur le faible risque d'apparition de la maladie en raison de la réduction de la prolifération des parasites et, par conséquent, de la diminution des dommages causés aux tissus des oiseaux (Sharman et al., 2010). Les vaccins anticoccidiens vivants se sont avérés être une alternative efficace aux médicaments anticoccidiens pour le contrôle de la coccidiose du poulet. Le premier vaccin vivant commercialisé contre la coccidiose a été CocciVac®, enregistré aux Etats-Unis en 1952 (Edgar et King, 1952). Autres vaccins anticoccidiens vivants, tels que Immucox®, Paracox®, et Livacox® sont disponibles sur le marché mondial depuis plusieurs années, et ces vaccins ont contribué de manière significative au contrôle de la coccidiose du poulet (Williams, 2002).

# *PARTIE EXPÉRIMENTALE*



*CHAPITRE I.*

*MATÉRIEL ET MÉTHODES*

## 1 Objectifs

L'objectif principal de cette étude est de contribuer à une caractérisation des élevages de la poule locale algérienne à travers une typologie et d'étudier l'impact de certains gènes à effets visibles (Cou nu, Tête huppée et plumage normal) sur deux paramètres de production, la résistance à la coccidiose et sur la qualité des œufs par une expérimentation au laboratoire, afin de contribuer à la consolidation de la base de données pour la connaissance et l'amélioration de cette espèce aviaire autochtone en Algérie.

Les objectifs spécifiques sont :

- Détermination des statuts socioéconomiques des éleveurs et des exploitants.
- Étude des caractéristiques du système d'élevage du poulet local pratiqué dans la zone du Nord-Ouest algérien, à savoir : la gestion et les objectifs d'élevage, la taille et la composition du cheptel, et les performances de production et de reproduction de cette poule.
- Étude de la commercialisation des produits avicoles locaux : choix, prix et facteurs de leurs variations.
- Étude de l'influence de certains gènes à effets visibles : Cou nu (Nana), Tête huppée (Crcr) et plumage normal (nana) sur :
  - L'âge au premier œuf et le nombre d'œufs pondus.
  - La résistance à la coccidiose en comparaison avec une souche industrielle Cobb500.
  - La qualité externe et interne des œufs issus des trois génotypes étudiés de la poule locale.

## 2 Enquête sur les caractéristiques du système d'élevage du poulet local

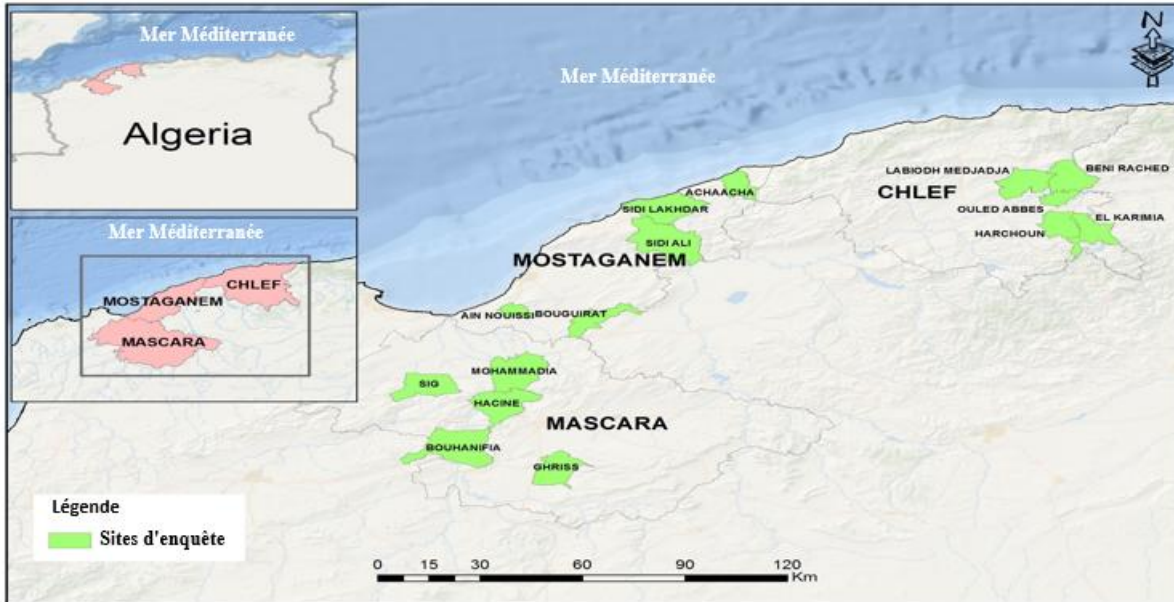
### 2.1 Présentation de la zone d'étude

Ce volet concerne la typologie et consiste en une enquête de terrain menée dans trois wilayas du Nord-Ouest algérien : Chlef, Mascara, et Mostaganem (figure 6).

La wilaya de Chlef est localisée à 36°09'54" N, 1°20'04" E, avec une altitude de 116 m, et une superficie de 4851 km<sup>2</sup>, cette wilaya est caractérisée par un climat semi-aride avec une température annuelle moyenne et des précipitations respectivement de 18.6°C et 394 mm.

La wilaya de Mascara est située à 35°55'52" N et 0°08'24"E, à une altitude de 590 m, avec une superficie de 5135 km<sup>2</sup>, elle est caractérisée par un climat semi-aride avec une température annuelle moyenne et des précipitations respectivement de 16.7°C et 347 mm.

La wilaya de Mostaganem est située à  $35^{\circ}55'52''N$ ,  $0^{\circ}05'21''E$ , avec une altitude de 85 m, et une grande superficie de  $2269 \text{ km}^2$ , elle est caractérisée par un climat méditerranéen avec une température annuelle moyenne et des précipitations respectivement de  $17.9^{\circ}\text{C}$  et 347 mm.



**Figure 6 :** Localisation géographique de la zone d'étude dans le Nord-Ouest algérien

## 2.2 Choix des élevages et échantillonnage

Un total de 195 élevages familiaux de poules locales dans certaines communes prédéterminées dans les trois wilayas étudiées a été sélectionné au hasard.

Les Directions des Services Agricoles (DSA) de chaque wilaya ne possèdent aucune liste des élevages familiaux de la poule locale, et compte tenu de l'absence des données démographiques fiables d'exploitants des poules locales au niveau des autorités locales, le choix des zones d'étude a été effectué en tenant compte de l'importance agroécologique, et de la nature agricole des régions ainsi que les populations animales présentes concernées.

Toutefois, lors des visites sur le terrain, certains petits exploitants ont refusé de participer à l'enquête. D'autres éleveurs ont presque abandonné l'élevage du poulet local (possédant moins de 3 poulets) ; ces familles ont, par conséquent, été exclues de l'étude. Les informations fournies dans cette étude ne concernent que 160 éleveurs (45 de Chlef, 50 de Mascara et 65 de Mostagnem).

L'enquête a été menée dans 15 communes selon la répartition suivante :

- 1/ Wilaya de Chlef : Beni Rached, El Karimia, Harchoun, Medjadja, et Ouled Abbes.
- 2/ Wilaya de Mascara : Bouhanifia, Ghriss, Hassine, Mohammadia, et Sig.
- 3/ Wilaya de Mostaganem : Achacha, Ain Nouissy, Bouguirat, Sidi Ali, et Sidi Lakhder.

### **2.3 Commercialisation**

Afin d'étudier le circuit de commercialisation des animaux et des œufs, 30 éleveurs sélectionnés parmi les éleveurs enquêtés précédemment, et 30 vendeurs au niveau des marchés (urbains et ruraux) ont été interrogés à l'aide d'un autre questionnaire. En outre, chaque vendeur a classé les facteurs qui influencent le choix du consommateur et la variation des prix des animaux et des œufs, respectivement du plus important au moins important. Les données issues des trois wilayas ont été combinées à cause du faible effectif des vendeurs.

Les enquêtes de terrain se sont déroulées entre février et juin 2019.

### **2.4 Collecte des données**

La collecte des données a été réalisée selon des entretiens semi-structurés à l'aide des questionnaires préétablis, testés et validés selon les annexes 1 et 2.

Les informations à renseigner concernaient les caractéristiques socioéconomiques de l'éleveur (sexe, âge, niveau de scolarisation, expérience dans l'élevage, sources de revenus, structure familiale), les caractéristiques et la description de l'élevage (effectif du cheptel avicole, sex-ratio, conduite de l'élevage avicole, performances de production, objectifs de l'élevage, productivité). D'autres informations ont été collectées sur la commercialisation des produits avicoles locaux, notamment pour ce qui concerne les prix et les facteurs de variations des prix des animaux et des œufs.

## **3 Mise en place des parquets génétiques : expérimentation**

### **3.1 Animaux**

Les oiseaux présentant les caractères génotypiques Cou nu ; Tête huppée, et plumage normal ont été acquis auprès d'un commerçant de poulet local uniquement. Les animaux de chaque génotype ont été maintenus dans un enclos séparé au niveau de la ferme expérimentale de l'Université Abdelhamid Ibn Badis. Ces animaux ont été utilisés pour constituer les trois parquets génétiques. Les animaux ont été réceptionnés le 12 octobre 2019 à l'âge de 16 semaines.



## **3.2 Déroulement de l'élevage**

### **3.2.1 Conditions d'ambiance**

Les locaux d'élevage ont été préalablement nettoyés, désinfectés et chaulés. Après une période de vide sanitaire, nous avons divisé le local d'élevage en trois compartiments différents.

La litière a été changée tous les trois jours durant toute la durée d'élevage. Le chauffage a été assuré par des radiants à gaz sans mesure de la température ambiante. La ventilation passive a été assurée par des fenêtres. Aucun programme lumineux n'a été appliqué durant cette expérimentation, néanmoins, l'élevage a eu lieu en photopériode décroissante correspondant à 13 heures de lumière par jour.

### **3.2.2 Alimentation**

L'aliment commercial (destiné à la poule pondeuse) a été produit par l'Uab de Mostaganem appartenant au Groupe Avicole de l'Ouest Oravio. D'abord, les animaux sont nourris avec un aliment « Préponde » jusqu'à la 18<sup>ème</sup> semaine d'âge, il s'agit d'un aliment composé du maïs, blé fourrager, issues de meunerie, semoule sassée semi-finie, tourteau de soja, calcaire, phosphate monocalcique, compléments minéraux vitamines (CMV) et phosphate dicalcique (DCP). Puis avec un aliment « Ponte » qui contient du maïs, farine basse, semouline, issues de meunerie, tourteau de soja, calcaire, phosphate monocalcique, compléments minéraux vitamines (CMV) de ponte normale. La quantité d'aliment consommé par jour dépend du besoin quotidien de l'animal et de la valeur énergétique de l'aliment. Selon le guide d'élevage de la poule pondeuse « Isa Brown », les besoins en énergie sont de 2700-2750 Kcal et de 2650-2800 Kcal par Kg, et en protéines brutes sont de 16-17% et de 17-19%, pendant la phase « préponde » et « ponte » respectivement.

L'eau potable a été fournie à volonté durant toute la période d'élevage.

### **3.2.3 Constitution des parquets**

Une fois adultes, les animaux ont été logés dans trois enclos grillagés et séparés :

- ✓ Le 1<sup>er</sup> enclos comporte 9 mâles et 21 femelles à Cou nu (CN),
- ✓ Le 2<sup>ème</sup> enclos contient 10 mâles et 20 femelles Têtes huppées (TH),
- ✓ Le dernier enclos est composé de 8 mâles et 22 femelles au plumage normal (NN) comme illustré dans la figure 7.



**Figure 7 :** Séparation des lots expérimentaux (Zouaoui, 2020)

Le choix des poules a été effectué selon les critères de reconnaissance de meilleures pondeuses décrits par Van Eekeren et al. (2006) ; en effet, une poule productive a un cloaque souple, large et humide, une grande distance entre les os du pubis (5 cm) et une distance du bréchet aux os du pubis est approximativement de 8 cm.

#### **4 Paramètres de production**

##### **4.1 Âge au premier œuf et nombre des œufs pondus**

L'âge au premier œuf et le nombre des œufs pondus ont été relevés et enregistrés au cours du premier cycle. Les œufs de chaque génotype ont été ramassés quotidiennement à la même heure (figure 8).

##### **4.2 Incubation des œufs**

L'incubation des œufs a été assurée par un incubateur Cimuka d'un propriétaire privé (figure 9), afin d'obtenir des poussins qui serviront à l'évaluation de la résistance des animaux vis-à-vis de la coccidiose.

Une deuxième partie des œufs récoltés a été réservée pour la détermination de certains paramètres de conformation et de composition de l'œuf.



**Figure 8 :** Récolte des œufs (Zouaoui, 2020)



**Figure 9 :** Incubateur Cimuka (Zouaoui, 2020)

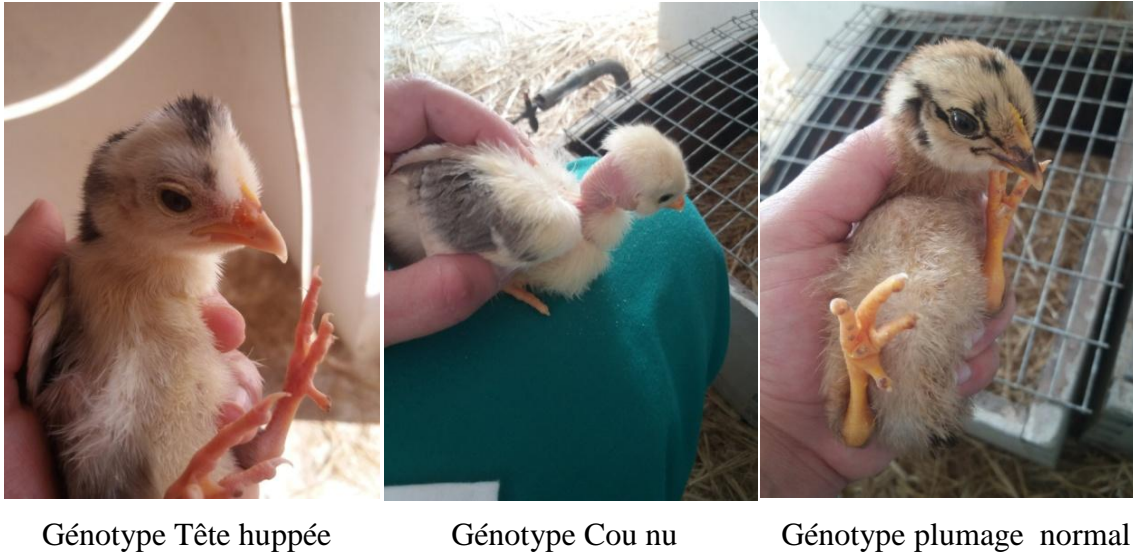
## **5 Résistance à la coccidiose**

### **5.1 Constitution des groupes expérimentaux**

Un total de 112 poussins de 1 jour d'âge (84 de poulet local issus de l'élevage expérimental, et 28 oiseaux de la souche commerciale Cobb500 fournis par un accoureur privé)

ont été reçus le 16 février 2020, et mis en place le même jour dans l'animalerie du Laboratoire (LSTPA).

Les animaux locaux correspondent à 03 génotypes différents, 28 Cou nu, 28 à Tête huppée, et 28 au plumage normal (figure 10).



**Figure 10 :** Poussins expérimentaux de 7 jours d'âge (Zouaoui, 2020)

Les poussins utilisés dans cette expérience ont été élevés conformément aux recommandations de l'Institut Technique de l'Élevage de Baba Ali (ITELV, Algérie), dont les conditions d'hygiène ont préalablement été parfaitement contrôlées pour éviter toute contamination pouvant survenir lors des expérimentations. La qualité d'ambiance et d'alimentation des animaux ont été correctement respectées.

Les oiseaux ont été nourris *ad libitum* avec un aliment commercial (démarrage), depuis la réception au 1<sup>er</sup> jour d'âge jusqu'à la fin de l'expérimentation au 28<sup>ème</sup> jour d'âge. Le régime alimentaire utilisé ne contenait pas d'anticoccidien, il est composé du maïs, tourteau de soja, issues de meunerie, huile de soja, phosphate monocalcique, calcaire, compléments minéraux vitamines (CMV) anti stress, compléments minéraux vitamines (CMV) et phosphate dicalcique (DCP). En démarrage, l'aliment doit apporter 2800-2900 Kcal d'énergie par Kg et 18-20% de protéines brutes.

Des examens coproscopiques périodiques de la litière ont permis de vérifier l'indemnité des animaux de la coccidiose, avant la réalisation de l'infection expérimentale.

Dès la réception des poussins, les animaux de chaque génotype ont été séparés en 4 groupes (3 groupes infestés et un groupe témoin non infesté), et chaque groupe contient 7 oiseaux (figure 11). Selon Soutter et al. (2020), un minimum de 5 oiseaux par groupe est nécessaire pour évaluer les différences entre les scores lésionnels, en raison de la variabilité de la réponse à la coccidiose. Les groupes témoins ont été maintenus dans un enclos isolé pour éviter toute contamination accidentelle à la coccidiose, dans les mêmes conditions (Akanbi et Taiwo, 2020).



**Figure 11** : Répartition des poussins en lots expérimentaux (Zouaoui, 2020)

### 5.2 Infestation

Dans cette étude, la coccidiose a été induite par un surdosage d'un vaccin vivant atténuée contre la coccidiose aviaire (Paracox-8), conformément aux travaux de Mansoori et Modirsanei (2012), Mohiti-Asli et Ghanaatparast- Rashti (2015).

Les vaccins vivants oraux contre la coccidiose aviaire sont disponibles depuis près de 70 ans (Soutter et al., 2020). Le Paracox-8 est un vaccin oral vivant atténué contre les coccidioses

de l'espèce poule, qui contenait des oocystes sporulés de *Eimeria acervulina*, *Eimeria brunetti*, *Eimeria maxima*, *Eimeria mitis*, *Eimeria necatrix*, *Eimeria praecox* et *Eimeria tenella*.

Avant le jour de l'infestation, des échantillons fécaux sont collectés pour confirmer l'absence des oocystes d'*Eimeria*. À l'âge de 21 jours et après avoir été privé d'aliment pendant une nuit, tous les lots expérimentaux, à l'exception des groupes témoins, ont reçu par voie orale (figure 12) une dose 20 fois supérieure de la dose vaccinale du Paracox-8 soit une charge de  $6 \times 10^4$  oocystes sporulés d'*Eimeria acervulina*, *Eimeria maxima*, *Eimeria mitis*, *Eimeria brunetti*, *Eimeria praecox*, *Eimeria necatrix* et *Eimeria tenella* ; le bec des poussins est maintenu fermé pendant quelques secondes pour les empêcher de rejeter l'inoculum (Michels et al., 2011). Les poussins des lots témoins sont inoculés par 500  $\mu$ l d'eau.

Le 7<sup>ème</sup> jour après l'inoculation, soit le 28<sup>ème</sup> jour d'âge, la mortalité due à la coccidiose, l'excrétion fécale d'oocystes ( $10^3$  par gramme de fèces, OPG) et la présence de sang dans les fèces ont été enregistrées. Un sacrifice des poussins a été effectué afin d'évaluer le score lésionnel selon la méthode décrite par Johnson et Reid (1970).



**Figure 12 :** Infestation par voie orale (Zouaoui, 2020)

## 5.3 Paramètres étudiés

### 5.3.1 Mortalités

Au cours de l'expérimentation, la mortalité des poussins a été révélée quotidiennement pour chacun des lots expérimentaux, de J1 à J7 post-infection.

### 5.3.2 Contrôle de l'excrétion oocystale

#### 5.3.2.1 Prélèvements

Du 5<sup>ème</sup> au 7<sup>ème</sup> jour post-infection, des prélèvements de fientes fraîches ont été réalisés quotidiennement dans les différents endroits de chaque lot infecté, avec un peu de litière dans des petits pots. Pour prévenir les variations de l'émission des fientes au cours de la journée, l'opération a été effectuée chaque jour à la même heure. Ces prélèvements ont permis de suivre la cinétique de l'excrétion d'oocystes après l'infestation.

#### 5.3.2.2 Méthode de flottation

Il s'agit d'une technique coproscopique qualitative très utilisée. Son principe repose sur la concentration des éléments parasitaires, confinés dans une petite quantité de fientes mélangées à un liquide dense, afin que sous l'action de la centrifugation, les éléments parasitaires se séparent des débris et remontent à la surface du liquide, où ils sont recueillis et identifiés.

Le protocole décrit ci-dessous est proche de celui décrit par Beugnet et al. (2004)

- ✚ Homogénéiser une quantité de 5 g de fientes dans un petit volume d'eau de robinet.
- ✚ Tamiser le mélange dans une passoire à thé.
- ✚ Centrifuger le filtrat à 2000 tours/minute pendant 5 minutes, ensuite éliminer le surnageant et suspendre le culot dans une solution de chlorure de sodium à densité égale à 1.2 (40 g de NaCl dans 100 ml d'eau). Puis ajouter la solution dense jusqu'à 5mm du sommet du tube.
- ✚ Centrifuger la suspension à une vitesse de 2000 tours/minute durant 5 minutes, puis ajouter la solution de NaCl jusqu'à la formation d'un ménisque convexe, une lamelle est posée délicatement pour couvrir ce ménisque en évitant l'emprisonnement des bulles d'air.
- ✚ Laisser reposer pendant environ 5 minutes, déposer la lamelle sur laquelle les éléments parasitaires se sont collés pour l'observer sur une lame au microscope (grossissement  $\times 10$  et  $\times 40$ ).

### 5.3.2.3 Séparation et isolement des oocystes de la matière fécale

La méthode de séparation et d'isolement des oocystes des fèces utilisée, dans cette étude, est celle décrite par Shirley (1995), elle comporte les étapes suivantes :

- ✚ Transférer les fientes fraîchement émises (24-48 heures) dans des pots en plastique transparent et ajouter de l'eau du robinet.
- ✚ Mixer le contenu du pot, à l'aide d'un agitateur magnétique, jusqu'à l'obtention d'un mélange homogène.
- ✚ Filtrer l'homogénat à travers deux pièces de gaze ; puis centrifuger le filtrat pendant 10 minutes à une vitesse de 2000 tours/ minute.
- ✚ Soustraire le surnageant et ajouter une solution de NaCl (densité égale à 1.2) au sédiment formé, puis remuer vigoureusement le tout pour obtenir une suspension homogène.
- ✚ Centrifuger la suspension obtenue durant 10 minutes à une vitesse de 2000 tours/ minute.
- ✚ Recueillir les oocystes au sommet du liquide par une micropipette.
- ✚ Mettre les oocystes dans des tubes à centrifuger avec de l'eau distillée, afin d'effectuer un lavage des oocystes.
- ✚ Les lavages se réalisent en effectuant 3 ou 4 centrifugations (2000 tours/minute) consécutives dans l'eau distillée, pendant 10 minutes, tout en récupérant le culot à chaque centrifugation (Conway et McKenzie, 2007).

### 5.3.2.4 Dénombrement des oocystes

Le comptage des oocystes d'*Eimeria* a été réalisé à l'aide de la cellule hémostomètre de Malassez (Conway et McKenzie, 2007). Il s'agit d'une lame microscopique de verre spéciale (une surface de 0.0025 mm<sup>2</sup> et une profondeur de 0.2 mm) contenant 2 chambres quadrillées et séparées de volume précis et connu. La cellule possède 100 rectangles au total dont 25 quadrillés (20 petits carrés), et le volume total de la chambre est de 1 mm<sup>3</sup> = 1 µl.

Le dénombrement d'oocystes d'*Eimeria* comporte les étapes suivantes :

- ✚ Homogénéiser la suspension d'oocystes sur un agitateur magnétique, et prélever immédiatement 1 ml de la suspension dans un tube conique gradué (de 10 ml de volume).



- ✚ Additionner 9 ml d'une solution de NaCl saturée, et homogénéiser par un agitateur de type Vortex.
- ✚ Prélever et remplir immédiatement les deux chambres de la lame de Malassez par capillarité à l'aide d'une micropipette (humidifier préalablement la lame en évitant la formation de bulles d'air) en plaçant la pointe de la micropipette inclinée près de la lamelle.
- ✚ Laisser reposer la suspension quelques minutes pour permettre aux bulles d'air de s'échapper et aux oocystes de remonter à la surface du liquide d'enrichissement.
- ✚ Laisser reposer 2 à 3 minutes pour que les bulles d'air s'échappent et les oocystes remontent à la surface de la solution de NaCl saturée et adhèrent à la lamelle supérieure de la lame.
- ✚ Vérifier la distribution homogène des oocystes d'*Eimeria* après avoir fait la mise au point du microscope oculaire sur le tracé du réseau de la lame de Malassez au grossissement  $\times 10$  et puis  $\times 40$ , ensuite le comptage des oocystes est effectué 3 fois pour chaque échantillon.

#### 5.3.2.5 Détermination du nombre d'Œufs Par Gramme (OPG)

L'observation a été effectuée à l'aide de la cellule de Malassez sous microscope avec un grossissement  $\times 40$ . Les oocystes d'*Eimeria* ont été comptés dans 10 champs de vue à l'aide des standards (Ryley et al., 1976), et le calcul du nombre moyen d'oocystes d'*Eimeria* par millilitre d'échantillon a été réalisé selon l'équation suivante :

$$N = (n / V) \times f$$

Où :

N = Nombre d'oocystes par millilitre ;

n = Nombre d'oocystes comptées

V = Volume de dilution ;

f = Facteur de dilution

#### 5.3.3 Scores lésionnels

Au 7<sup>ème</sup> jour post infection, 3 poussins de chaque lot infectés par la coccidiose ont été sacrifiés par dislocation cervicale afin d'évaluer le score lésionnel, leurs intestins ont été enlevés et observés sur toute sa longueur, la surface de la muqueuse a été examinée sous une forte

lumière pour observer d'éventuelles lésions (Conway et McKenzie, 2007). La détermination du score lésionnel a été réalisée suivant la méthode décrite par Johnson et Reid (1970), la notation des lésions varie de 0 à +4 (tableau 2).

**Tableau 2 :** Le score lésionnel selon la méthode de Johnson et Reid (1970)

Degré	Les lésions
0	Absence de lésions
+1	Lésions légères
+2	Lésions modérées
+3	Lésions sévères
+4	Lésions plus sévères ou la mort de la volaille suite à la gravité des lésions coccidiennes

#### **5.3.4 Présence de sang dans les fientes**

La présence de sang dans les fientes a été évaluée du 5<sup>ème</sup> au 7<sup>ème</sup> jour post-infection.

### **6 Évaluation de la qualité des œufs**

L'expérience a été menée durant un mois et demi de ponte (mars et mai 2020) pour caractériser les œufs issus de chaque génotype.

Pendant 6 semaines successives, 100 œufs intacts issus de chaque génotype ont été collectés, et leur qualité interne et externe a été évaluée au niveau du laboratoire LSTPA, de l'Université de Mostaganem.

#### **6.1 Caractéristiques externes**

Chaque œuf a été pesé individuellement à l'aide d'une balance électronique analytique (Kern®, capacité 500 g et précision 0.001 g).

La longueur et la largeur de l'œuf ont été mesurées à l'aide un pied à coulisse électronique (précision 0.01 mm).

L'œuf est ensuite cassé soigneusement et son contenu est récupéré dans une boîte de pétri en verre. Les coquilles ont été lavées avec de l'eau pour enlever le reste du blanc, ensuite séchées à température ambiante durant 24 heures, après quoi elles sont pesées (avec leur membrane). L'indice de forme de l'œuf a été calculé en divisant la largeur de l'œuf par sa longueur (Anderson et al., 2004).

## 6.2 Caractéristiques internes

La qualité interne de l'œuf a été étudiée selon Markos et al. (2017). La hauteur du blanc a été mesurée en premier, puis, le jaune a été séparé à l'aide d'une spatule, son diamètre et sa hauteur ont été notés. Toutes ses mesures sont prises à l'aide un pied à coulisse électronique. Le poids de l'albumen et du jaune ont été pesés à l'aide une balance électronique. Les unités d'Haugh (HU) ont été déterminées selon la formule de Haugh (1937) ci-dessous

$$UH= 100 \log (H+7.6-1.7 W^{0.37}) ;$$

Avec :

UH = Unité Haugh

H = hauteur du blanc

W = poids de l'œuf.

L'indice de vitellus a été calculé comme suit (Sharp et Powell, 1930) :

$$\text{Indice du vitellus} = \frac{\text{Hauteur du vitellus (mm)}}{\text{Largeur du jaune d'œuf (mm)}} \times 100$$

Le rapport jaune d'œuf/albumen a été calculé en divisant le poids du jaune d'œuf par le poids du blanc (Elnaga et al., 2009).

Les mesures de pH du blanc et du jaune d'œuf ont été déterminées à l'aide d'un pH-mètre numérique préalablement étalonné avec des solutions tampons de pH 7 et 10 (Brazil, 1999).

## 7 Traitement statistique des données

Le test du  $\chi^2$  de Pearson suivi par la correction de Bonferroni a été utilisé pour comparer les variables catégorielles entre les wilayas en ce qui concerne le volet « typologie ». Pour estimer l'intensité des relations entre les variables catégorielles, les statistiques de Phi et du V de Cramer ont été utilisés. Les comparaisons des rangs moyens des facteurs qui influençant le choix des consommateurs et la variation des prix des animaux et des œufs ont été effectuées à l'aide du test de Friedman suivi par le test de Wilcoxon avec la correction de Bonferroni. Le niveau de signification statistique a été fixé à  $p \leq 0.05$ .

Dans une seconde étape, les statistiques descriptives (moyenne, écart-type) ont été calculées pour chaque variable. Les données obtenues sur les paramètres de production ont été soumises à une analyse de variance à un facteur. Les comparaisons des valeurs moyennes de la production d'oocystes et du score lésionnel ont été effectuées par une analyse de variance selon la procédure du modèle linéaire généralisé (GLM, Genral Linear Model), suivie du test de Tukey de comparaisons multiples. Toutes les analyses statistiques ont été effectuées sous SPSS version 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

En dernière étape, afin de déterminer l'effet du génotype et de la couleur de la coquille, une analyse de variance à deux facteurs a été réalisée. Les différences ont été déclarées significatives au seuil 0.05. Les coefficients de corrélation de Pearson ont été calculés pour mesurer les relations entre paramètres. Une Analyse en Composante Principale (ACP) a été également réalisée sur les données.

*CHAPITRE II.*

*RÉSULTATS ET DISCUSSION*

## **1 Enquête sur les caractéristiques du système d'élevage du poulet local**

### **1.1 Statut socioéconomique des aviculteurs**

Les caractéristiques des éleveurs de la poule locale au niveau de la zone d'étude sont présentées dans le tableau 3.

#### **1.1.1 Sexe**

Les résultats de l'enquête montrent une différence significative ( $p < 0.001$ ) entre les trois wilayas étudiées, en termes du sexe des propriétaires. Dans les wilayas de Mascara et de Mostaganem, les femmes sont fortement impliquées (61.3%) dans l'élevage de la poule locale, suivies des hommes (29.7%). Ces résultats sont en accord avec des diverses études (Fotsa et al., 2007 ; Mahammi et al., 2014 ; Letebrhan et al., 2015 ; Nebiyu, 2016 ; Mugumaarhahama et al., 2016 ; Mahoro et al., 2017 ; Kejela, 2020) où la majorité des propriétaires des élevages locaux sont des femmes. Par contre, dans la wilaya de Chlef, les hommes semblent jouer le rôle principal dans des élevages du poulet local, suivis par les femmes. Ces résultats recourent les constatations rapportées par Alloui et Sellaoui (2015) dans la wilaya de Batna. Malgré les différences observées entre les trois wilayas pour ce qui concerne le pourcentage d'hommes et de femmes impliqués dans l'aviculture familiale, il convient de souligner que la gestion et l'entretien quotidien de l'élevage sont presque toujours assurés par les femmes.

#### **1.1.2 Âge**

Les proportions d'âge des éleveurs observées dans cette étude ne sont pas différentes ( $p > 0.05$ ) entre les trois wilayas. Ils sont généralement des adultes âgés de 20 à 65 ans. La tranche d'âge de 40-55 ans est la plus importante avec un pourcentage de 39.4%. Dans la zone soudano-sahélienne du Cameroun, plus de la moitié (52%) des éleveurs du poulet local ont un âge entre 30 et 50 ans (Haoua et al., 2015). De même, dans l'Ouest du Kenya, l'âge moyen global des éleveurs est de 43 ans (21 - 80 ans) selon Ochieng et al. (2013). Cependant, la présente étude montre que les enfants ne participent pas à l'activité avicole familiale, habituellement, ils sont impliqués dans les élevages bovin et ovin. Ces résultats diffèrent des observations rapportées dans de nombreux pays africains (Yakubu, 2010 ; Yusuf et al., 2014 ; Mahoro et al., 2017) où les enfants sont considérablement impliqués dans l'aviculture familiale par la nourriture et l'abreuvement des animaux, ainsi que le nettoyage des poulaillers.

### 1.1.3 Niveau d'éducation

Pour le niveau d'éducation, il ressort une différence significative ( $p < 0.001$ ) entre les trois wilayas étudiées. 46.9% sont analphabètes ; 23.1% ont le niveau d'éducation primaire ; 1.9% sont universitaires. Les résultats de la présente étude rejoignent ceux obtenus au Nigeria (Yakubu et al., 2019), au Cameroun (Djitie et al., 2015 ; Haoua et al., 2015) et au Sénégal (Nahimana et al., 2016). Cependant, les résultats sont différents à ceux rapportés au Rwanda par Hirwa et al. (2019), dont 25% et 43% des éleveurs sont universitaires dans la ville de Kigali et la zone du Nord, respectivement. En outre, à Bishoftu (Éthiopie), Ebsa et al. (2019) rapportent que près de 54% des producteurs de volailles ont un niveau d'études supérieures. L'éducation est un facteur important pour amender les connaissances et les compétences des éleveurs, ce qui pourrait améliorer considérablement la productivité des élevages.

### 1.1.4 Années d'expérience

Dans cette étude, la plupart (73%) des petits exploitants interrogés ont plus de 10 ans d'expérience dans l'élevage du poulet local, ces résultats sont comparables à ceux obtenus par Mekonnen (2007), et Shahjahan et Bhuiyan (2016).

En Ouganda, dans la région de Kamuli, Natukunda et al. (2011) ont déclaré que les profits obtenus par les producteurs de la poule locale sont considérablement influencés par le niveau d'éducation, ainsi que les années d'expérience dans l'activité avicole. Toutefois, dans cette étude, le nombre des années d'expérience en aviculture traditionnelle n'est pas significativement différent ( $p > 0.05$ ) entre les trois wilayas.

## Chapitre II. Résultats et discussion

**Tableau 3 : Statut socio-économique des éleveurs selon la wilaya**

Caractéristiques	Wilaya				$\chi^2$ de Pearson	p-value	Valeurs de Phi et Cramer's
	Chlef	Mascara	Mostaganem	Total			
	N° (%)	N° (%)	N° (%)	N° (%)			
<b>Sexe<sup>1</sup></b>							
Homme	33 <sup>a</sup> (53.2%)	6 <sup>c</sup> (9.7%)	23 <sup>b</sup> (37.1%)	62 (38.8%)	38.06	<0.001	0.48, 0.48 <sup>***</sup>
Femme	12 <sup>c</sup> (12.2%)	44 <sup>a</sup> (44.9%)	42 <sup>b</sup> (42.9%)	98 (61.2%)			
<b>Âge (ans)</b>							
20-40	10 (27%)	12 (32.4%)	15 (40.5%)	37 (23.1%)	3.89	0.691	0.15, 0.11 <sup>ns</sup>
40-55	16 (25.4%)	24 (38.1%)	23 (36.5%)	63 (39.4%)			
55-65	13 (33.3%)	10 (25.6%)	16 (41.0%)	39 (24.4%)			
Plus de 65	6 (28.6%)	4 (19.0%)	11 (52.4%)	21 (13.1%)			
<b>Niveau d'éducation<sup>2</sup></b>							
Aucune éducation formelle	21 <sup>a</sup> (28.0%)	22 <sup>a</sup> (29.3%)	32 <sup>a</sup> (42.7%)	75 (46.9%)	35.16	<0.001	0.47, 0.33 <sup>***</sup>
Primaire	8 <sup>a</sup> (21.6%)	12 <sup>a</sup> (32.4%)	17 <sup>a</sup> (45.9%)	37 (23.1%)			
Moyens	13 <sup>a</sup> (52%)	0 <sup>b</sup> (0%)	12 <sup>a</sup> (48.0%)	25 (15.6%)			
Secondaire	1 <sup>a</sup> (5.0%)	15 <sup>b</sup> (75.0%)	4 <sup>a</sup> (6.2%)	20 (12.5%)			
Universitaire	2 <sup>a</sup> (66.7%)	1 <sup>a</sup> (33.3%)	0 <sup>a</sup> (0.0%)	3 (1.9%)			
<b>Expérience (années)</b>							
Moins de 10	8 (19.0%)	17 (40.5%)	17 (40.5%)	42 (26.2%)	7.86	0.097	0.22, 0.16 <sup>ns</sup>
10-20	14 (23.7%)	21 (35.6%)	24 (40.7%)	59 (36.9%)			
Plus de 20	23 (39.0%)	12 (20.3%)	24 (40.7%)	59 (36.9%)			

<sup>1</sup>Les nombres dans les lignes suivis de lettres différentes sont significativement différents au niveau de signification ajusté par Bonferonni  $p \leq 0.008$ .

<sup>2</sup>Les nombres dans les lignes suivis de lettres différentes sont significativement différents au niveau de signification ajusté par Bonferonni  $p \leq 0.0033$ .

<sup>\*\*\*</sup> Signification à  $p < 0.001$

<sup>ns</sup> Non significatif  $p > 0.05$



## **1.2 Objectifs et gestion d'élevage de la poule locale**

### **1.2.1 Objectifs d'élevage**

Les résultats de l'enquête révèlent que le revenu complémentaire provenant de la vente des animaux vivants est l'objectif principal (91.9%) de l'élevage de la poule locale dans les trois wilayas étudiées (tableau 4). Des différences significatives ( $p < 0.05$ ) ont été observées entre les trois wilayas en ce qui concerne l'objectif principal de la production d'œufs. Dans la wilaya de Mostaganem et de Chlef, les œufs sont essentiellement produits pour la vente et l'autoconsommation, tandis qu'à la wilaya de Mascara, les œufs sont presque exclusivement destinés à l'autoconsommation (47.5%). Cela peut être expliqué par la notion de « L'agriculture de subsistance » dont les œufs peuvent compenser l'apport en protéine pour ces ménages. L'autoconsommation des oiseaux s'effectue le plus souvent de manière circonstancielle, à l'occasion des événements de grande importance (Achoura, El-Mawlid Enabawi, Yennayer...) ou lors des visites. Selon Kejela (2020), la consommation régulière des œufs et de la viande du poulet devrait avoir un effet positif sur la santé, en particulier celle des enfants et des mères allaitantes. Selon Mugumaarhama et al. (2016), les poulets indigènes étaient élevés exclusivement pour l'autoconsommation au Congo.

La poule locale apporte des revenus rapidement mobilisables et est utilisée pour des sacrifices ou des dons, ce qui permet de lutter contre la pauvreté et la malnutrition.

### **1.2.2 Habitat**

Dans cette enquête, seulement 18% des éleveurs interrogés fournissent un habitat approprié (figure 13), mais la majorité d'entre eux (85.7%) ont déclaré qu'ils nettoient leur poulailler deux fois par semaine. La litière est inexistante. L'inconvénient majeur des habitats traditionnels est d'être peu spacieux et mal aérés, ce qui rend le nettoyage peu difficile. L'habitat précaire rend les poules plus exposées aux intempéries, aux prédateurs, aux maladies et aux accidents.

Le manque d'engouement pour la constitution des habitats d'élevage appropriés peut être dû non seulement à la pauvreté des populations enquêtées, mais aussi à l'absence de formation des éleveurs aux techniques d'élevage et au fait que cette activité reste secondaire.

### 1.2.3 Alimentation

Les oiseaux se nourrissent principalement en fouillant dans les poubelles, ce qui ne permet pas d'assurer une alimentation suffisante pour la croissance et la production d'œufs (Henry, 2019). Tous les éleveurs interrogés fournissent de l'eau aux oiseaux, mais seuls 40.6% d'entre eux distribuent un complément de nourriture au moins une fois par jour. Les résultats de cette étude confirment ceux rapportés précédemment (Dahloum et al., 2016). Cependant, les présentes conclusions sont en contraste avec celles rapportées en Éthiopie (Molla, 2010 ; Ebsa et al., 2019), et en Ouganda (Natukunda et al., 2011) où plus de 90% des concernés fournissaient une alimentation complémentaire à leurs oiseaux et la plupart d'entre eux utilisaient des aliments commerciaux.

Selon les petits exploitants, l'alimentation complémentaire comprend essentiellement des déchets ménagers, et des restes (couscous, pain, pâtes), quelques poignées de grains céréaliers (blé et orge concassé), et rarement d'aliments concentrés commerciaux. En effet, la poule locale transforme les déchets de cuisine en protéines (chair et œufs) disponibles pour le consommateur.

La fumure organique, à partir des fientes de poule, favorise le développement des lombrics dans la terre ; ces lombrics constituent avec les termites et les insectes une source de protéines de ces mêmes oiseaux au cours de la divagation. Également, en picorant les jeunes herbes et autres plantes, les poules locales participent au désherbage du sol.



**Figure 13 :** Modèles d'habitats des poules (Zouaoui, 2019)

## Chapitre II. Résultats et discussion

**Tableau 4 :** Objectifs d'élevage et pratiques de gestion des poulets locaux selon la wilaya

	Wilaya				$\chi^2$ de Pearson	p-value	Valeurs de Phi et Cramer's
	Chlef	Mascara	Mostaganem	Total			
	N° (%)	N° (%)	N° (%)	N° (%)			
<b>a. Objectifs d'élevage<sup>1</sup></b>							
<b>Oiseaux</b>							
Autoconsommation	2 (25%)	1 (12.5%)	5 (62.5%)	8 (5.0%)			
Vente	43 (29.3%)	49 (33.3%)	54 (37.4%)	147 (91.9%)			
Vente et autoconsommation	0 (0.0%)	0 (0.0%)	5 (100%)	5 (3.1%)	11.45	0.075	0.268, 0.189 <sup>ns</sup>
<b>Œufs</b>							
Autoconsommation	13 <sup>a</sup> (21.3%)	29 <sup>b</sup> (47.5%)	19 <sup>a</sup> (31.1%)	61 (38.1%)			
Vente	2 <sup>a</sup> (31.1%)	1 <sup>a</sup> (11.1%)	6 <sup>a</sup> (66.7%)	9 (5.6%)			
Vente et autoconsommation	30 <sup>a</sup> (47.5%)	20 <sup>b</sup> (22.2%)	40 <sup>a</sup> (44.4%)	90 (56.2%)	13.85	0.008	0.294, 0.208 <sup>**</sup>
<b>b. Alimentation complémentaire<sup>2</sup></b>							
Oui	16 <sup>a</sup> (24.6%)	15 <sup>a</sup> (23.1%)	34 <sup>b</sup> (52.3%)	65 (40.6%)			
Non	29 <sup>a</sup> (30.5%)	35 <sup>b</sup> (36.8%)	31 <sup>a</sup> (32.6%)	95 (59.4%)	6.51	0.039	0.202, 0.202 <sup>*</sup>
<b>c. Logement</b>							
Logement adéquat	10 (35.7%)	4 (14.3%)	14 (50%)	28 (18%)			
Mauvais logement	35 (26.5%)	46 (34.8%)	51 (38.6%)	132 (82%)	4.55	0.103	0.169, 0.169 <sup>ns</sup>
<b>d. Nettoyage des poulaillers<sup>3</sup></b>							
Oui	34 <sup>a</sup> (24.6%)	50 <sup>b</sup> (36.2%)	54 <sup>a</sup> (39.1%)	138 (85.7%)			
Non	11 <sup>a</sup> (50%)	0 <sup>b</sup> (0%)	11 <sup>a</sup> (50%)	22 (13.7%)	12.85	0.002	0.284, 0.284 <sup>**</sup>

<sup>1</sup>Les nombres dans les lignes avec des lettres différentes sont différents au niveau de signification ajusté de Bonferonni  $p \leq 0.0055$ .

<sup>2</sup>Les nombres dans les lignes avec des lettres différentes sont différents au niveau de signification ajusté de Bonferonni  $p \leq 0.0083$ .

<sup>3</sup>Les nombres dans les lignes avec des lettres différentes sont différents au niveau de signification ajusté de Bonferonni  $p \leq 0.0083$ .

\* Signification à  $p < 0.05$  ; \*\* Signification à  $p < 0.01$ , respectivement.

<sup>ns</sup> Non significatif  $p > 0.05$

### 1.3 Taille et composition du cheptel

#### 1.3.1 Effectif

Comme le montre le tableau 5, la wilaya de Chlef et de Mostaganem ont enregistré un effectif plus élevé (20.2 et 19.7, respectivement), suivies par la wilaya de Mascara (10.2). La taille du cheptel, le nombre de poules, et de reproducteurs de différents âges sont les plus élevés ( $p < 0.001$ ) dans la wilaya de Chlef et de Mostaganem. La moyenne générale de la taille du troupeau dans la présente étude est de 16.9 (allant de 4 à 60 sujets). Un résultat similaire a été rapporté en Éthiopie, au Nord de Gondar, par Getu et Birhan (2014), dont la taille moyenne du cheptel par élevage est de 16.1. Néanmoins, la taille moyenne du troupeau obtenue dans cette étude est plus élevée par rapport aux 5.6, 11.8 et 13.9 rapportés au Bangladesh (Shahjahan et Bhuiyan, 2016), au Rwanda (Mahoro et al., 2017) et au Nigeria (Yakubu, 2010), respectivement, mais inférieure aux 17.5 et 24.3 enregistrés au Ghana dans les zones de savane et de forêt, respectivement (Hagan et al., 2013).

Pour le nombre de coqs, la wilaya de Mostaganem a enregistré une valeur plus élevée ( $1.9 \pm 0.17$ ), suivie par la wilaya de Chlef ( $1.4 \pm 0.13$ ) et de Mascara ( $1.04 \pm 0.09$ ). Il y a une grande différence ( $p < 0.001$ ) en termes d'effectif et de composition du troupeau entre les trois wilayas étudiées. Le cheptel est composé de 71.2% de poules adultes, 9.7% de coqs adultes et 19% de reproducteurs de divers âges. Le nombre de coqs est le plus faible parce que les coqs et les coquelets sont les plus vendus sur le marché pour leur viande plus savoureuse, alors que les femelles sont souvent laissées pour la production d'œufs. Selon Yakubu (2010), le taux de poules adultes dans un troupeau est utilisé pour estimer la productivité du cheptel.

#### 1.3.2 Sex-ratio

Le sex-ratio est plus élevé à la wilaya de Chlef (9.2:1) et plus faible à la wilaya de Mostaganem (5.5:1). Il y a une différence ( $p < 0.001$ ) pour ce paramètre entre les trois wilayas de la présente étude. Le sex-ratio global poule/coq de 6.5:1 obtenu est plus élevé que les 3.4:1 et 3.9:1 rapportés dans l'État de Nasarawa, au Nigeria (Yakubu, 2010) et dans la zone de Sheka, en Éthiopie (Assefa et al., 2019a), respectivement. Il est donc nécessaire de déterminer le sex-ratio optimal poule/coq pour obtenir les meilleures performances de reproduction, en particulier la fertilité et l'éclosion. Les coqs constituent des réveils et des alarmes ou vigiles de concession dans certains élevages.

**Tableau 5 :** Composition du cheptel, taux d'éclosion et de mortalité par wilaya  
(Moyenne± ET)

	Wilaya				F value	p-value
	Chlef	Mascara	Mostaganem	Total		
	n=45	n=50	n=65			
Effectif total	20.2±1.55 <sup>a</sup> (5-60)	10.2±0.78 <sup>b</sup> (4-40)	19.7±1.37 <sup>a</sup> (5-55)	16.9± 0.82 (4-60)	27.71	<0.001
Poules	13.6±0.94 <sup>a</sup> (4-36)	7.34±0.40 <sup>b</sup> (3-17)	12.1±0.88 <sup>a</sup> (4-50)	11.0±0.5 (3-50)	26.05	<0.001
Coqs	1.4±0.13 <sup>b</sup> (0-4)	1.04±0.09 <sup>b</sup> (0-2)	1.9±0.17 <sup>a</sup> (0-6)	1.47± 0.09 (0-6)	9.57	<0.001
Poussins et reproducteurs	4.9±0.85 <sup>a</sup> (0-24)	1.8±0.83 <sup>b</sup> (0-22)	5.76±0.87 <sup>a</sup> (0-30)	4.3± 0.48 (0-30)	7.17	<0.001
Sex-ratio	9.2:1±16.6 <sup>a</sup>	6.6:1±9.1 <sup>ab</sup>	5.5:1±6.2 <sup>b</sup>	6.57:1±8	6.83	<0.001

ET : Erreur Type  
Intervalle entre parenthèses

## 1.4 Performances de production et de reproduction

Les performances de la poule locale dans les trois wilayas étudiées sont présentées dans le tableau 6.

### 1.4.1 Maturité sexuelle

La majorité des petits exploitants (91.2%) ont déclaré que l'âge des poulettes locales au premier œuf se situe entre 6 et 7 mois. La maturité sexuelle des poules coïncide avec l'âge de la première ponte (Kejela, 2020). Il existe des différences ( $p < 0.001$ ) entre les wilayas en termes d'âge à la maturité sexuelle, la wilaya de Mostaganem a enregistré le taux le plus élevé (35.6%) suivie par la wilaya de Mascara (34.2%) et de Chlef (30.1%). Cela pourrait s'expliquer principalement par des différences dans les pratiques d'alimentation et de la gestion sanitaire (Alem, 2014). Globalement, ces résultats indiquent une maturité sexuelle tardive des poules locales par rapport aux souches commerciales. La principale cause de la faible précocité sexuelle serait vraisemblablement liée à la sous-alimentation. En effet, les volailles divaguent librement dans l'exploitation et recherchent une grande partie de leur propre nourriture. Ce qui entraîne un ralentissement de la vitesse de croissance des poussins et par conséquent un retard de la maturité sexuelle (Ekou et al., 2022).

La raison des faibles performances productives et reproductives des oiseaux autochtones pourrait être le résultat de la non-disponibilité d'un programme de sélection et de reproduction

organisé et bien coordonné pour produire des oiseaux de hautes performances. Ceci est en accord avec l'étude de Van et al. (2020) où la faible productivité des poulets indigènes a été attribuée à l'absence d'un programme de sélection organisé, à cause de la petite taille de la population, et de la différence des objectifs de sélection. Contrairement à la poule industrielle, la poule locale n'a pas soumis à un système d'éclairage. En effet, la poule pour pondre a besoin de jours longs (maximum de la ponte avec de 12 à 14 heures de durée du jour). L'âge au premier œuf observé dans la présente étude est similaire aux  $6.31\pm 0.53$  et  $6.10\pm 0.30$  mois, enregistrés respectivement dans les villes de Hawassa et de Yirgalem en Ethiopie (Kejela, 2020).

### **1.4.2 Production d'œufs et nombre de couvées**

La moyenne globale des couvées/poule/an obtenue dans la présente étude est de 3.52 (intervalle de 2 à 6). Des valeurs semblables allant de 3.11 à 3.97 ont été rapportées dans d'autres pays africains (Getu et Birhan, 2014 ; Letebrhan et al., 2015 ; Nahimana et al., 2016).

Cependant, les résultats s'écartent de ceux de Yakubu et al. (2010) qui ont rapporté une valeur moyenne de 4.87 couvées/poule/an.

La production d'œufs par cycle de ponte obtenue dans cette étude est de 12.75 (intervalle de 8 à 20 œufs), qui est inférieure aux 18.7, 14.7, 13.5 et 13.0 œufs/ponte, résultats rapportés respectivement au Kenya (Kamau et al., 2018), au Congo (Katunga et al., 2020), au Bangladesh (Shahjahan et Bhuiyan, 2016) et au Rwanda (Francis et al., 2016). Dans la présente étude, le nombre de couvées par poule par an et la taille des couvées sont similaires ( $p>0.05$ ) dans les trois wilayas.

### **1.4.3 Production annuelle d'œufs**

La production annuelle d'œufs par poule est estimée à 45 œufs/an (intervalle 28-80). Une valeur similaire a été enregistrée par Guni et al. (2013). Cependant, le résultat de la présente étude est supérieur à la valeur moyenne de 40.8 œufs/an rapportée par Assefa et al. (2019a), mais inférieur aux résultats enregistrés par Kouadio et al. (2013) qui ont rapporté une production de 87 œufs/poule/an dans un système de production semi-intensif. Une étude effectuée au Maroc illustre une production annuelle de 68 œufs (Benabdeljelil et Arfaoui. 2001). La durée d'entretien des poussins a une grande influence sur le cycle de reproduction (figure 14). Traoré (2005) a montré que la séparation précoce des poussins de leur mère augmente significativement la productivité de la poule locale.

Une étude faite par Asifo et Guèye (2004) indique que la poule locale en système d'exploitation intégrée effectuée au minimum 5 cycles par an, tandis qu'en divagation, elle en produit au maximum 3.



**Figure 14 :** Entretien des poussins par leur mère poule (Zouaoui, 2019)

### 1.4.4 Taux d'éclosion

En outre, l'enquête révèle qu'aucun des éleveurs interrogés ne dispose d'un incubateur d'œufs et que seules la couvaie naturelle et l'éclosion par une poule couveuse sont pratiquées dans la zone d'étude (figure 15). Les résultats sont cohérents avec des résultats antérieurs en Éthiopie (Markos et al., 2014 ; Milkias, 2018). Le taux d'éclosion est plus élevé à la wilaya de Mascara (75.3%) et de Mostaganem (74.66%), et plus faible à la wilaya de Chlef (69.42%), donc il y a des différences ( $p < 0.05$ ) entre les trois wilayas en termes d'éclosabilité. Cela pourrait s'expliquer par des différences dans les soins et les traitements prescrits aux poules couveuses. Selon Addo et al. (2018), le stockage inadéquat des œufs peut réduire considérablement la fertilité, l'éclosion et la qualité des poussins. Par conséquent, l'introduction d'incubateur artificiel d'œufs au niveau des fermes pourrait améliorer la production d'œufs et le taux d'éclosion. Le pourcentage d'éclosion enregistré dans les trois wilayas étudiées est de 73.4%.

Ce résultat est inférieur à ceux rapportés par Nahimana et al. (2016), Guni et al. (2013), et Melesse et al. (2013) dont les taux d'éclosion ont été 88.0%, 79.1%, et 79.4%, respectivement,

mais beaucoup plus élevé que le taux de 22% obtenu dans le Sud-Ouest de l'Ethiopie (Molla, 2010).



**Figure 15 :** Couvaision naturelle et taille des couvées (Zouaoui, 2019)

### 1.4.5 Mortalité des poussins

Un taux élevé de mortalité des poussins de 39.5% (61.5% ont survécu) est constaté dans cette étude. Des résultats légèrement identiques ont été obtenus dans différentes zones agroécologiques d'Éthiopie (Melesse et al., 2013 ; Chebo et Nigussie, 2016). La présente étude révèle que les principales causes de mortalité des poussins sont les prédateurs, principalement les chiens, les chats et les rats (55%), suivis des maladies (19.4%) et du froid (16.2%), comme le montre le tableau 7. Également, d'autres causes de mortalité sont signalées par moins de 10% des éleveurs, notamment l'indisponibilité de l'aliment, le manque de logement et la noyade. Cependant, il semble que le froid cause plus de mortalité dans la wilaya de Mascara, bien qu'il n'y ait pas de différences ( $p > 0.05$ ) entre les wilayas étudiées en ce qui concerne les principaux facteurs de mortalité des oiseaux. Dans l'ensemble, ces causes de mortalité des poulets sont les plus courantes en Afrique (Fosta, 2008 ; Selam et Kelay, 2013 ; Alem, 2014 ; Djitie et al., 2015 ; Haoua et al., 2015 ; Waktole et al., 2018).

Les maladies les plus répandues qui causent des pertes considérables dans la production de la poule locale en Algérie sont la Colibacillose, la Mycoplasmosse, la Salmonellose, la



## Chapitre II. Résultats et discussion

Newcastle (Ettaoun), le Gumburo, la Bronchite Infectieuse et la Coccidiose (Alloui et Sellaoui, 2015).

D'autres maladies plus fréquentes comme l'apparition des kystes dans la paupière des poulets (nom local : Etellis) et celles affectant les plumes (noms locaux : Eldjedri, Elkhabcha, Elgomila) ont également été mentionnées dans une étude précédente (Halbouche et al., 2009).

Cependant, la quasi-totalité des éleveurs interrogés (99.4%) ont affirmé n'avoir jamais utilisé de médicaments prophylactiques tels que les antibiotiques ou la vaccination, mais plutôt, à part quelques herbes médicinales (oignon sauvage, thym.....) incorporées dans l'alimentation de façon complémentaire. Ainsi, ils ont mentionné n'avoir jamais reçu de vaccination de la part des équipes de la Direction des Services Vétérinaires (DSV). Cela peut expliquer en partie le taux de mortalité élevé observé dans la présente étude.

La formation des éleveurs à l'adoption de meilleures pratiques de gestion des maladies et à la réalisation de campagnes de vaccination périodiques pourraient réduire de manière significative les dommages causés par les maladies dévastatrices et ainsi augmenter la productivité et les revenus des exploitations familiales. Par conséquent, il est impératif que les interventions gouvernementales et non gouvernementales s'engagent dans une campagne de sensibilisation des petits exploitants vis-à-vis de la vaccination. Les éleveurs devraient également avoir une bonne connaissance de ces vaccins et être en mesure de les utiliser avec un minimum de supervision. Cela contribuera grandement à stimuler la production de la poule locale dans la zone étudiée.

D'un autre côté, l'étude de la variabilité génétique pour évaluer et sélectionner les génotypes associés à une grande résistance aux maladies reste une alternative intéressante. Dans ce contexte, l'étude de Dakpogan et al. (2012) a révélé que le génotype Cou nu était le plus tolérant à la coccidiose, suivi par les génotypes au plumage normal, Soyeux et Frisé, tandis que le génotype Nain était le génotype le plus sensible. Les résultats actuels sont en contraste avec ce qui a été rapporté au Zimbabwe par Nhara et al. (2020), selon lequel la disponibilité des vaccins et leurs acceptations par les éleveurs étaient plus élevées.

## Chapitre II. Résultats et discussion

**Tableau 6 :** Performances de production et de reproduction de la poule locale

Variables	Wilaya				$\chi^2$ de Pearson	p-value	Valeurs de Phi et Cramer's
	Chlef	Mascara	Mostaganem	Total			
	N° (%)	N° (%)	N° (%)	N° (%)			
<b>Variables catégorielles</b>							
<b>Âge au premier œuf, mois<sup>1</sup></b>							
6-7	44 <sup>a</sup> (30.1%)	50 <sup>a</sup> (34.2%)	52 <sup>b</sup> (35.6%)	146 (91.2%)			
>7	1 <sup>a</sup> (7.1%)	0 <sup>a</sup> (0.0%)	13 <sup>b</sup> (92.9%)	14 (8.8%)	17.50	0.001	0.33, 0.33 <sup>***</sup>
<b>Variables continues</b>							
	Moyenne ±ET	Moyenne ±ET	Moyenne ±ET	Moyenne ±ET	F value	p value	
Couvées/poule/an	3.42±0.09	3.64±0.07	3.49±0.11	3.52±0.05	1.19	0.305	
N°. œufs/couvée	13.04±0.27	12.52±0.26	12.78±0.23	12.75±0.14	0.98	0.378	
Éclosion,%	69.42±1.63 <sup>b</sup>	75.31±1.54 <sup>a</sup>	74.66±1.37 <sup>a</sup>	73.40±0.87	4.16	0.017	
Mortalité,%	40.78±1.93 <sup>ab</sup>	43.02±1.83 <sup>a</sup>	35.87±1.63 <sup>b</sup>	39.50±1.05	4.52	0.012	

<sup>1</sup>Les nombres dans les lignes avec des lettres différentes sont différents au niveau de signification ajusté par Bonferonni  $p \leq 0.0083$ .

<sup>\*\*\*</sup>Signification à  $p < 0.001$

Les valeurs moyennes dans les rangées avec des exposants différents sont significativement différentes ( $p < 0.05$ ).

ET : Erreur Type

**Tableau 7 :** Principales causes de mortalité des animaux selon la wilaya

Facteurs	Wilaya				$\chi^2$ de Pearson	p-value	Valeurs de Phi et Cramer's
	Chlef	Mascara	Mostaganem	Total			
	N° (%)	N° (%)	N° (%)	N° (%)			
Froid	6 (23.1%)	14 (53.8%)	6 (23.1%)	26 (16.2%)			
Maladies	9 (29.0%)	6 (19.4%)	16 (51.6%)	31 (19.4%)			
Prédateurs	24 (27.3%)	26 (29.5%)	38 (43.2%)	88 (55.0%)			
Autres	6 (40.0%)	4 (26.7%)	5 (33.3%)	10 (6.2%)	10.27	0.246	0.25, 0.18 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup> Non significatif

### 1.5 Commercialisation des produits avicoles locaux

#### 1.5.1 Prix

Comme le montre le tableau 8, le prix de vente moyen d'une poule locale adulte est de 720 DZD (environ 5.5 USD), allant de 400 à 1100 DZD (3-8 USD) et celui d'un coq adulte est de 900 DZD (environ 7 USD), allant de 500 à 1300 DZD (4-10 USD), tandis que le prix moyen des œufs de la poule locale est de 18 DZD/œuf (environ 0.14 USD), allant de 10 à 30 DZD (0.08 à 0.23 USD). L'enquête montre que les produits de la volaille locale sont principalement vendus sur les marchés urbains et ruraux hebdomadaires (souk du vendredi), mais aussi à domicile (figure 16) et sur le bord des routes.

La commercialisation des produits avicoles locaux est non réglementée et non organisée dans toutes les wilayas étudiées. Il est donc nécessaire d'accorder plus d'attention à l'amélioration du circuit de commercialisation, essentiellement en investissant dans les infrastructures de marché et en garantissant des conditions d'hygiène, de salubrité optimales et de traçabilité. Ces résultats sont partiellement en accord avec l'étude précédente de Mahammi et al. (2014) à Oran (Algérie). Les revenus tirés de cette production sont généralement consacrés à l'achat des biens de consommation et pour les dépenses personnelles et familiales. Gueye (2005) rapport qu'en dehors de l'autoconsommation des produits avicoles (viande, œufs) et d'autres usages (cadeaux, dons...), l'aviculture familiale permet aux éleveurs de faire face à des dépenses ponctuelles, à des besoins matériels, à des obligations sociales (fourniture scolaire des enfants, taxes rurales.....) et à des services payants (gardiennage des animaux.....). La volaille est principalement élevée pour générer un revenu monétaire et dans une moindre mesure pour l'autoconsommation, les sacrifices, les cadeaux, etc. Les ventes de poulets et d'œufs par les éleveurs servent à l'achat de vêtements, de médicaments, etc.

Pour lutter contre la pauvreté qui affecte généralement les femmes et les enfants (Khan, 1994), un appui institutionnel à l'élevage de la poule locale serait indispensable et surtout l'amélioration du taux de scolarisation féminin en zone rurale. Dans la société traditionnelle, les femmes sont les premières bénéficiaires de la commercialisation des produits avicoles (Ekue et al, 2002), car elles constituent avec les enfants les principaux acteurs de l'aviculture familiale. Ce qui peut poser des problèmes en cas de formation dans le but d'améliorer leur technicité.

## Chapitre II. Résultats et discussion

Aussi, l'élevage traditionnel de la poule locale pourrait constituer une opportunité pour améliorer la qualité des aliments et les revenus financiers. L'importance des poules locales dans les économies rurales se justifie par leurs effectifs dans les exploitations familiales.

Les cheptels constitués exclusivement de la poule locale, ces oiseaux sont caractérisés par une faible productivité due aux pertes importantes dans les troupeaux, à un nombre réduit des œufs pondus par poule par an (40 à 60 œufs) et à leurs faibles performances de croissance. En plus, plusieurs expériences (Buldgen et al, 1992 ; Ndegwa et al, 2001 ; Aganga et al, 2003) ont déjà révélé que l'intensification des conditions d'élevage ne permet pas d'augmenter les performances pondérales de ces poules. Mais assure plutôt une augmentation de leur production en œufs et une diminution du taux de mortalité dans le troupeau. Dès lors, l'étude des possibilités d'une amélioration génétique de la poule locale par sélection en vue de la création des souches performantes pour la production de la chair et adaptées aux conditions locales apparaît déterminante.

Les prix du poulet local vivant au poids sont souvent 1.5 à 2 fois plus élevés que ceux du poulet industriel quelle que soit la période de l'année. Cela peut être dû à la rareté du poulet local et à la forte demande pour leur viande savoureuse. De plus, la plupart des consommateurs considèrent que les œufs de la poule locale sont exempts de maladies et de médicaments, par rapport à ceux des poules commerciales (Queenan et al., 2016).

Les résultats de la présente étude sont en accord avec ce qui a été rapporté précédemment dans de nombreux pays africains tels que l'Afrique du Sud (Mtileni et al., 2009), Ouganda (Emuron et al., 2010), et Rwanda (Hirwa et al., 2019) où les consommateurs étaient prêts à payer un prix plus élevé pour les produits de la volaille locale. De même, Bett et al. (2013) ont mentionné que les consommateurs kényans sont prêts à payer 23% par kg et 41.5% de plus respectivement, pour la viande et les œufs du poulet local. En outre, les résultats de la présente étude ont montré que les oiseaux locaux vivants et les œufs vendus par les revendeurs sur le marché coûtent respectivement près de 60% et 74% de plus qu'au niveau de la ferme. Ces résultats sont conformes à ceux rapportés dans la plupart des pays en développement (Abdelqader et al., 2007 ; Owuor et Bebe, 2009 ; Emuron et al., 2010 ; Mailu et al., 2012 ; Bwalya et Kalinda, 2014 ; Queenan et al., 2016).

## Chapitre II. Résultats et discussion

Selon Mlozi et al. (2003), les revendeurs ont bénéficié davantage et ils ont gagné 65% du profit total généré dans la chaîne de marché du poulet local en Tanzanie.



**Figure 16 :** Vente à domicile des œufs

### 1.5.2 Nombre d'animaux et d'œufs vendus

Le nombre d'oiseaux indigènes vivants et d'œufs vendus par les revendeurs est de 44.4 poules adultes par mois (de 2 à 250), 100.4 coqs par mois (de 3 à 375) et 59.7 œufs par jour (de 40 à 100), tandis que les quantités moyennes vendues par les petits exploitants au niveau des ménages sont de 1.66 poule adulte par mois (de 0 à 8), 2.43 coqs par mois (de 1 à 5) et 8.34 œufs par jour (de 4 à 45). Ces chiffres montrent que la commercialisation des poulets locaux est une activité rentable, en particulier pour les revendeurs et les commerçants.

Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux analyser le système de commercialisation des produits avicoles locaux et pour proposer un plan efficace afin d'augmenter la rentabilité des oiseaux autochtones. Selon Natukunda et al. (2011), les propriétaires de poulets locaux doivent comprendre le concept de rentabilité pour se lancer dans l'élevage commercial de la poule locale.

**Tableau 8 :** Prix et nombre de volailles et d'œufs de villages vendus selon le lieu de vente  
(moyenne±ET)

Variables	A domicile	Commerçant ou revendeur	T value	p-value
	n=30	n=30		
Prix de vente d'un œuf, DZD	14.33±0.39 (10-20)	26.00±0.81 (15-30)	12.94	<0.001
Prix de vente d'une poule adulte, DZD	583.33±17.99 (400-700)	910.00±19.68 (700-1100)	12.25	<0.001
Prix de vente d'un coq, DZD	723.33±17.07 (500-900)	1151.00±22.29 (900-1300)	15.25	<0.001
Nombre d'œufs vendus par semaine	8.07±1.37 (4-45)	59.33±2.61 (40-100)	17.38	0.001
Nombre de poules adultes vendues /mois	1.67±0.41 (0-8)	37.77±10.24 (2-250)	3.52	0.001
Nombre de coqs vendus/mois	2.43±0.18 (1-5)	104.81±19.13 (3-375)	3.52	0.001

ET : Erreur Type  
Intervalles entre parenthèses

## 1.6 Critères de choix des produits du poulet local

### 1.6.1 Oiseaux vivants

Le poids vif (4.60) et le sexe (3.92) de l'oiseau ont été identifiés comme les principaux paramètres qui influencent le choix des consommateurs envers le poulet local, suivis par l'état de santé l'oiseau (3.02) tandis que l'âge (1.90) et le phénotype (1.56) sont classés plus bas (tableau 9). Cependant, Bekuma et al. (2019) ont mis en évidence l'influence de la couleur du plumage sur les choix des consommateurs ; le blanc, le rouge et le mélange de couleurs de plumage blanc et rouge étaient les plus préférés par les consommateurs de Dedo (Éthiopie).

### 1.6.2 Œufs

Pour les œufs, les vendeurs interrogés dans la présente étude ont jugé que la taille des œufs (3.56) et l'intégrité de la coquille (3.40) sont les traits les plus importants influençant le choix des consommateurs. Ces résultats sont partiellement conformes à ce qui a été rapporté au Kenya par Bett et al. (2013) et Ngeno (2017), où les paramètres les plus importants influençant le choix et la consommation des clients étaient la taille des œufs et la couleur du jaune. En outre, Ndenga et al. (2017) ont rapporté que les consommateurs kényans, préféraient les œufs de petite et moyenne taille et ils étaient prêts à payer un prix supérieur pour les œufs à coquille brune et non ovale. D'autres caractères, notamment la taille, le prix, la couleur de la coquille et la

fraîcheur des œufs, ont été rapportés par Sodjinou et al. (2015). La connaissance de la préférence des consommateurs est donc cruciale et importante non seulement pour les éleveurs familiaux, mais aussi pour les commerçants et surtout les autorités publiques pour établir des stratégies efficaces qui peuvent être utilisées pour améliorer la production et la commercialisation de la volaille des petits exploitants ruraux.

**Tableau 9** : Critères de la qualité des produits avicoles et choix des consommateurs

Paramètre /Trait	Rang moyen <sup>1</sup>
<b>a. Oiseaux locaux vivants<sup>2</sup></b>	
Oiseaux sains	3.02 <sup>b</sup>
Poids vif	4.60 <sup>c</sup>
Âge	1.90 <sup>a</sup>
Sexe	3.92 <sup>c</sup>
Génotype	1.56 <sup>a</sup>
Test de Friedman (chi-deux)	133.8
Signification asymptotique	0.000
<b>b. Œufs de la poule locale<sup>3</sup></b>	
Taille de l'œuf	3.56 <sup>b</sup>
Couleur de la coquille	1.82 <sup>a</sup>
Propreté de la coquille d'œuf	1.22 <sup>a</sup>
Coquille intacte	3.40 <sup>b</sup>
Test de Friedman (chi-deux)	121.1
Signification asymptotique	0.000

<sup>1</sup>La moyenne la plus élevée = trait le plus important. La moyenne la plus faible = trait le moins important.

<sup>2</sup>Les moyennes avec des exposants différents sont différentes au niveau de signification ajusté par Bonferroni  $p \leq 0.015$ .

<sup>3</sup>Les moyennes avec des exposants différents sont différentes au niveau de signification ajusté par Bonferroni  $p \leq 0.00036$ .

## 1.7 Variation des prix des poulets et œufs locaux

### 1.7.1 Oiseaux vivants

Dans cette étude, le poids vif (5.22), le prix des autres types de viande (4.58) et les événements religieux comme El-Mawlid Enabawi et Achoura (4.24) ont été classés comme les principaux paramètres affectant le prix des poulets locaux vivants (tableau 10). Cependant, l'âge de l'oiseau (2.76), le sexe (2.57) et le phénotype (1.63) ont été classés plus bas. Ces résultats sont légèrement différents de ceux d'Abdelqader et al. (2007) où les principaux facteurs déterminant le prix en Jordanie étaient l'âge, le sexe, le génotype de la volaille et la saison.

D'autres facteurs tels que le poids vif, la couleur du plumage et l'état de santé ont été rapportés (Bett et al., 2011 ; Yakubu et al., 2020). En outre, la crête rose a une forte signification culturelle en Éthiopie et elle augmente le prix des poulets (Dana et al., 2010 ; Bettridge et al., 2018). D'autre part, Sodjinou et al. (2015) ont rapporté par ordre d'importance le génotype, la couleur du plumage, le poids et l'âge de l'oiseau comme les principaux facteurs qui influencent significativement le prix du poulet local au Bénin.

Il faut noter que la balance n'est jamais utilisée par les vendeurs (producteurs, revendeurs et commerçants) dans toutes la zone d'étude, le poids vif de l'oiseau est souvent estimé à partir de sa taille et de sa conformation et en manipulant l'oiseau. Ces résultats sont en accord avec un rapport précédent de Gondwe et al. (2005).

### **1.7.2 Œufs**

En ce qui concerne le coût des œufs, il est principalement lié à la variation du prix des œufs de pondeuses commerciales et à la saison. Tous les éleveurs interrogés dans la zone d'étude ont mentionné la variation saisonnière de la production d'œufs, qui diminue en hiver, ce qui entraîne une augmentation du prix des œufs. Ceci est en accord avec le rapport d'Abdelqader et al. (2007), selon lequel la production d'œufs et le taux de survie étaient plus élevés en été qu'en hiver. Cependant, les résultats contredisent ceux de Bekuma et al. (2019), où le prix des œufs sur le marché diminue pendant la saison des pluies.



**Tableau 10** : Facteurs d'influence sur la variation des prix des animaux et les œufs locaux

Paramètre /Trait	Rang moyen <sup>1</sup>
<b>a. Oiseaux locaux<sup>2</sup></b>	
Poids vif	5.22 <sup>c</sup>
Sexe	2.57 <sup>ab</sup>
Âge	2.76 <sup>b</sup>
Génotype	1.63 <sup>a</sup>
Prix du marché	4.58 <sup>c</sup>
Occasions spéciales	4.24 <sup>c</sup>
Test de Friedman (chi-deux)	136.9
Signification asymptotique	0.000
<b>b. Œufs de la poule locale<sup>3</sup></b>	
Prix du marché	3.52 <sup>b</sup>
Niveau de productivité	1.95 <sup>a</sup>
Poids et forme des œufs	1.45 <sup>a</sup>
Saison	3.08 <sup>b</sup>
Test de Friedman (chi-deux)	85.0
Signification asymptotique	0.000

<sup>1</sup>La moyenne la plus élevée = trait le plus important. La moyenne la plus faible = trait le moins important.

<sup>2</sup>Les moyennes avec des exposants différents sont différentes au niveau de signification ajusté par Bonferroni  $p \leq 0.00016$ .

<sup>3</sup>Les moyennes avec des exposants différents sont différentes au niveau de signification ajusté par Bonferroni  $p \leq 0.000018$ .

## 2 Paramètres de production : élevage expérimental

### 2.1 Âge au premier œuf

Chez l'ensemble des génotypes étudiés, les poules locales entrent en ponte à l'âge de 6 mois (24 semaines). Donc, ce paramètre de production n'a pas été significativement ( $p > 0.05$ ) influencé par le type génétique.

L'âge le plus bas d'entrée en ponte est observé chez les poules au plumage normal ( $6.1 \pm 0.25$  mois), tandis que le plus élevé se trouve chez les poules Cou nu ( $6.84 \pm 0.07$  mois) sans différence statistique. Ces résultats correspondent aux données fournies par les éleveurs lors de l'enquête réalisée.

Moula et al. (2012) ont enregistré un âge de début de ponte égal à 6.75 mois chez les volailles *Gallus gallus* au Congo. Des résultats comparables ont été obtenus au Burkina-Faso ; au

Nigéria et en Ethiopie selon différentes enquêtes réalisées respectivement par Yameogo (2003) ; Adedokun et Sonaiya (2001) ; Mammo et al. (2008) qui ont rapporté que l'âge d'entrée en ponte varie de 22 à 25 semaines. Par ailleurs, les résultats de la présente étude sont inférieurs à ceux rapportés par Tadelle et Ogle (2001), Halima (2007), Yousif et Eltayeb (2011), qui ont enregistré un âge au premier œuf allant de 28 à 36 semaines.

### 2.2 Nombre d'œufs pondus

Chez la poule locale, la productivité est déterminée par trois phases distinctes qui constituent un cycle de reproduction. Ces phases sont représentées par une ponte qui est cyclique, une incubation naturelle des œufs et un élevage des poussins. La période d'entretien des poussins est estimée à 10 semaines, c'est pourquoi l'intervalle entre ponte est prolongé. Une mère poule reste généralement sur son nid pendant 21 jours, c'est la couvaision naturelle (Razakavololona, 2017).

Il ressort du tableau 11 que les poules Cou nu pondent un nombre plus important d'œufs par cycle de ponte ( $13.9 \pm 0.08$  œufs), suivies par les poules au plumage normal ( $12.33 \pm 0.54$  œufs). Le génotype Tête huppée donne le nombre le plus faible ( $10.51 \pm 0.32$  œufs). Ces résultats sont inférieurs à ceux rapportés par Mahammi et al. (2021) en Algérie chez les poules Cou nu et Huppée (respectivement,  $17.9 \pm 9.2$  et  $17.3 \pm 7.9$  œufs/mois). D'après Kugonza et al. (2004), le nombre d'œufs pondus par poule indigène et par cycle de ponte varie entre 4 et 19 œufs, avec une moyenne de 13 œufs en Uganda.

Les résultats obtenus se comparent favorablement à ceux de Yakubu et al. (2008), où le génotype Cou nu a enregistré une moyenne significativement élevée par rapport au génotype au plumage normal pour la production d'œufs par cycle de ponte. Cette meilleure performance des poules Cou nu n'est pas inattendue, car le gène Na pourrait limiter l'effet négatif du stress thermique prolongé (Chen et al., 2004, Dahloun, 2017), qui est une caractéristique de l'environnement tropical.

Kouadio et al. (2013) ont rapporté que la durée de ponte de la poule locale en Côte d'Ivoire variait entre 12.40 et 13.83 jours avec une moyenne de 13.16 jours pour les poules du système semi-intensif et entre 14.67 et 19 jours avec une moyenne de 16.67 jours dans le système extensif.

**Tableau 11** : Performances de production de trois géotypes étudiés  
(moyennes± ET)

Paramètres de production	Géotypes			p-value
	Cou nu	Tête huppée	Plumage normal	
Âge début de ponte (mois)	6.84±0.07	6.27±0.05	6.1±0.25	NS
Nombre d'œufs pondus par poule par cycle de ponte (œufs)	13.9±0.08 <sup>a</sup>	10.51±0.32 <sup>c</sup>	12.33±0.54 <sup>b</sup>	P<0.05

ET : Erreur Type  
NS : Non significatif

### 3 Étude comparée de la résistance à la coccidiose

#### 3.1 Mortalités

Dans cette étude, aucune mortalité due à la coccidiose expérimentale à *Eimeria spp* n'est survenue dans le groupe à Cou nu et le groupe témoin non infecté. Tandis que la mortalité est faible (9.5%) chez les oiseaux au plumage normal et à Tête huppée, tandis que le taux de mortalité le plus élevé (28.5%) est observé chez les poussins de poulets de chair Cobb500 (tableau 12). En revanche, Ces résultats sont conformes à ce qui a été rapporté par Dakpogan et al. (2012) qui ont observé que les poussins Cou nu semblaient avoir une meilleure capacité de survie (100%) que les géotypes à plumes Soyeuses (90%) et à plumes Frisées (70%), tandis que les poussins au plumage normal et les poussins Nains avaient le taux de survie le plus faible (60%). Dans une autre étude, Pinard-van der Laan et al. (2009) ont constaté un taux de mortalité élevé de 26% chez les poussins de poulets de chair Leghorn blancs contaminés par *Eimeria*, et aucune mortalité chez les oiseaux Fayoumi égyptiens.

#### 3.2 Excrétion d'oocystes

Comme le montre le tableau 12, les oiseaux commerciaux Cobb500 présentent un nombre moyen d'oocystes fécaux plus élevé ( $960.4 \times 10^3$ ), suivis par les poussins à Tête huppée ( $366.5 \times 10^3$ ) et les poussins au plumage normal ( $305.3 \times 10^3$ ), tandis que les oiseaux Cou nu présentent la plus faible production d'oocystes ( $3.25 \times 10^3$ ). Cependant, aucune excrétion d'oocystes n'est observée dans les groupes non infestés tout au long de la période post-inoculation. Donc, il existe des différences significatives ( $P < 0.001$ ) entre les géotypes pour l'excrétion des oocystes. Les résultats de la présente étude sont conformes à ceux rapportés en Éthiopie par Gari et al. (2008), où le nombre total d'oocystes chez les poulets indigènes était

beaucoup plus faible que chez la race exotique Rhode Island Red. De même, Ayssiwede et al. (2011) ont constaté que la production d'oocystes était significativement plus faible chez les poussins sénégalais élevés en liberté par rapport aux poussins de chair Cobb500 et Hyline W-36. Ojimelukwe et al. (2018) ont rapporté que des poussins de chair de la souche Marshall inoculés par voie orale avec environ  $23 \times 10^4$  oocystes sporulés d'*Eimeria spp* ont produit en moyenne  $1023 \times 10^3$  oocystes par gramme de fèces du 5<sup>ème</sup> au 7<sup>ème</sup> jour après inoculation. Au Nigeria, Adenaike et al. (2016) ont observé une production importante d'oocystes fécaux chez les poulets au plumage normal par rapport à leurs homologues à Cou nu et Frisés, bien que le génotype n'ait pas eu d'effet significatif sur ce paramètre. Dans une autre étude, Dakpogan et al. (2012) ont enregistré un faible nombre d'oocystes excrétés chez les poussins Cou nu par rapport aux poussins au plumage Soyeux, Frisé et normal.

### 3.3 Scores lésionnels

La valeur moyenne du score des lésions intestinales varie de  $0.80 \pm 0.10$  à  $2.82 \pm 0.12$ . Le score lésionnel le plus élevé est observé chez les poussins Cobb500. La plupart de ces derniers (82%) ont présenté des scores lésionnels de 3, tandis que les poussins locaux présentent plus fréquemment (81% en moyenne) des scores lésionnels de 1.

Cependant, il n'y a pas de différences significatives entre les génotypes indigènes pour ce paramètre. Les résultats de la présente étude sont en accord avec ceux d'Ayssiwede et al. (2011) qui ont rapporté les valeurs moyennes les plus élevées des scores lésionnels chez les souches commerciales Cobb500 et Hy-line W-36 ( $1.44 \pm 0.50$  et  $1.20 \pm 0.40$ , respectivement), et un score plus bas chez les poussins indigènes du Sénégal ( $0.83 \pm 0.38$ ). De même, Thakur et al. (2016) ont étudié les différences génétiques dans la sensibilité due au défi coccidien chez cinq lignées commerciales et les races de poulet Kadaknath. Ils ont trouvé un score lésionnel allant jusqu'à 4 chez la souche Cobb et Caribro-91. Chez les souches Cou nu et Hubbard, il était compris entre 1 et 3, tandis que les races bicolores Kadaknath et Jabalpur présentaient une plus grande résistance aux coccidies, avec un score lésionnel le plus bas, compris entre 1 et 2. Dans une autre étude, Qaid et al. (2021) ont enregistré un score lésionnel plus élevé de 2.6 chez les poulets de chair commerciaux Ross 308 soumis à  $10^4$  oocystes sporulés d'*E. tenella*. Cependant, Zulpo et al. (2007) ont constaté que tous les poulets de chair commerciaux Cobb infectés par  $2 \times 10^4$

## Chapitre II. Résultats et discussion

oocystes sporulés d'*E. tenella*, *E. maxima* et *E. acervulina* présentaient un score lésionnel moyen inférieur à 2.

Soutter et al. (2020) n'ont enregistré aucune variation significative dans les scores lésionnels entre les souches de poule pondeuses Lohmann Brown, Hy-line Silver Brown et Hy-line Brown infectées par différentes doses de provocation d'oocystes sporulés d'*E. tenella* (250, 4.000, 8.000 ou 12.000). Dans cette étude, bien qu'il n'y ait pas de différences significatives ( $P > 0.05$ ) entre les groupes génétiques indigènes, les oiseaux Cou nu présentent des lésions moins graves par rapport à leurs homologues au plumage normal et à Tête huppée. Dakpogan et al. (2012) ont constaté que les poussins Cou nu et Huppée présentaient les scores de lésions moyens les plus faibles ( $1.00 \pm 0.5$  et  $1.2 \pm 0.3$ , respectivement) par rapport à leurs homologues Nains ( $2.5 \pm 0.4$ ), tandis que les génotypes au plumage Soyeux et normal présentaient des valeurs revendeurs ( $1.4 \pm 0.5$  et  $1.5 \pm 0.4$ , respectivement). L'effet favorable de certains gènes majeurs sur la résistance à la coccidiose a également été démontré par Adenaike et al. (2016) qui ont déclaré que les génotypes au plumage Frisé et à Cou nu présentaient un potentiel évident de résistance à la maladie avec un score lésionnel de  $1.0 \pm 0.32$  et  $1.58 \pm 0.53$ , respectivement, par rapport aux oiseaux au plumage normal ( $2.50 \pm 0.93$ ).

Selon Chasser et al. (2020), l'OPG et les scores lésionnels fournissent une description globale de la maladie et de connaître la situation de l'élevage.

**Tableau 12 :** Résultats de la résistance à la coccidiose selon les génotypes étudiés

Paramètres étudiés	Génotype			
	Plumage normal	Cou nu	Tête huppée	Cobb500
Survivabilité (%)	90.5	100.0	90.5	71.5
OPG <sup>1</sup>	$305.3 \pm 4.10^b$	$3.248 \pm 0.12^a$	$366.5 \pm 11.70^c$	$960.4 \pm 9.70^d$
SL <sup>2</sup>	$1.00 \pm 0.11^b$	$0.80 \pm 0.10^b$	$1.21 \pm 0.11^b$	$2.82 \pm 0.12^c$
SL (%)				
0	0	20	7	0
1	100	80	64	0
2	0	0	29	18
3	0	0	0	82
4	0	0	0	0

<sup>a-d</sup> Les valeurs entre les lignes sans exposant commun indiquent des différences significatives ( $P < 0.01$ ) entre les génotypes de poulet

<sup>1</sup>10<sup>3</sup> par gramme de fèces. SL<sup>2</sup> : Score lésionnel mesuré 7 jours après l'infestation

ET= Erreur Type

### 3.4 Présence de sang dans les fientes

À l'exception des poussins Cou nu pour lesquels du sang dans les fèces (méléna) est enregistré entre le 4<sup>ème</sup> et le 5<sup>ème</sup> jour après l'infestation, une diarrhée sanguinolente est observée chez tous les oiseaux expérimentaux infectés entre le 4<sup>ème</sup> et le 6<sup>ème</sup> jour après l'infestation (tableau 13). Cependant, la diarrhée sanguinolente n'est pas apparue dans les groupes témoins non infectés tout au long de la période expérimentale. Des résultats divergents ont été rapportés par Ngongeh et al. (2017) qui ont observé que les poulets indigènes nigériens infectés ont émis des fientes diarrhéiques hémorragiques pendant 6 jours, du 8<sup>ème</sup> au 14<sup>ème</sup> jour. Selon Kaingu et al. (2017) les jours 5 et 6 post-infection sont les jours les plus importants dans le cycle de vie d'*E. tenella*.

Dans cette étude, la gravité de la diarrhée hémorragique est plus légère chez les poussins Cou nu que chez les génotypes au plumage normal et à Tête huppée, tandis que les oiseaux exotiques sont associés à une diarrhée hémorragique plus sévère. Néanmoins, les présents résultats sont en contraste avec ceux de Ngongeh et al. (2017) qui ont rapporté que les poulets nigériens indigènes ont révélé des signes cliniques plus sévères par rapport aux exotiques.

Ces différences pourraient être attribuées à différents facteurs, notamment la souche, le sexe et l'âge des oiseaux, la souche d'*Eimeria* et la dose d'infestation de coccidies utilisée.

**Tableau 13** : Niveau de méléna

Génotype	Jours post-infection				
	J3	J4	J5	J6	J7
Plumage normal	-	+	++	+	-
Cou nu	-	+	+	-	-
Tête Huppée	-	+	++	+	-
Cobb500	-	++	+++	++	-

- Normal, + Léger, ++ Modéré, +++ Sévère.

## 4 Évaluation de la qualité des œufs

### 4.1 Qualité externe

Les résultats du tableau 14 montrent des différences significatives entre les trois génotypes de la poule locale en termes de poids de l'œuf et de la coquille ( $\leq 0.001$ ), les poids des

## Chapitre II. Résultats et discussion

œufs blancs et bruns des génotypes Tête huppée, plumage normal et Cou nu sont respectivement de  $49.68 \pm 0.214$  g,  $51.92 \pm 0.113$  g et  $53.86 \pm 0.083$  g contre  $50.24 \pm 0.079$  g,  $51.96 \pm 0.098$  g et  $53.87 \pm 0.162$  g.

Ces résultats sont supérieurs à ceux rapportés par Mohammed et al. (2005), Nonga et al. (2010), et Hussain et al. (2013) dont le poids des œufs de la poule locale variait respectivement de  $37.95 \pm 4.42$  g à  $39.89 \pm 3.94$  g au Soudan, de  $40.8 \pm 5.37$  g en Tanzanie, et de  $41.05 \pm 0.63$  g au Pakistan. En outre, le poids des œufs de la race locale égyptienne (Fayoumi) est de  $48.06 \pm 0.88$  g (Nowier et al., 2018).

Pour le génotype Cou nu, les poids des œufs ( $53.86$  g et  $53.87$  g, pour les œufs blancs et bruns respectivement) et de la coquille ( $6.93$  g et  $7.07$  g, pour les œufs blancs et bruns respectivement) sont significativement plus élevées ( $\leq 0.001$ ) que celles des poules au plumage normal et des poules Tête huppée.

Les résultats de la présente étude sont inférieurs à ceux rapportés par Drizi (2013) et Dahloum et al. (2018), mais supérieurs à ceux illustrés Yakubu et al. (2008). Cependant, aucune interaction significative entre le génotype et la couleur de la coquille d'œuf n'est observée pour ces paramètres.

Le poids des œufs est largement influencé par les facteurs environnementaux (Cary et al., 1993), l'âge des poules (Padhi et al., 2013), l'interaction génotype/ environnement (Gezahegn et al., 2016), et le mode d'élevage (Yakubu et al., 2008 ; Haunshi et al., 2011). D'autre part, Dahloum et al. (2018) ont révélé que le poids de la coquille d'œuf varie en fonction de la couleur du plumage des poules.

L'indice de forme des œufs dans la présente étude est  $72.383 \pm 0.515\%$  et  $72.119 \pm 0.525\%$  pour les œufs blancs et bruns respectivement, donc il n'existe pas de différence significative en termes d'indice de forme des œufs. Ces résultats sont inférieurs aux valeurs rapportées précédemment par Haunshi et al. (2011), Hussain et al. (2013) et Sapkota et al. (2020), mais plus élevées que d'autres valeurs rapportées par Markos et al. (2017) et Assefa et al. (2019b).

Selon Li-Chan et Kim (2008), les œufs de la poule *Gallus gallus domesticus* ont un indice de forme variant généralement entre 65 et 85%, valeur qui se situe au milieu de la gamme des œufs aviaires.

**Tableau 14** : Effets du génotype et de la couleur de la coquille sur la qualité externe de l'œuf  
(moyennes±ET)

Couleur de la coquille	Génotype <sup>1</sup>	POE (g)	IF	PC (g)
Œufs blancs	TH	51.830±0.062	72.383±0.515	6.836±0.034
	CN	49.68±0.214 <sup>a</sup>	70.80±1.464	6.665±0.100 <sup>a</sup>
	NN	53.86±0.083 <sup>c</sup>	73.30±0.571	6.933±0.039 <sup>b</sup>
Œufs bruns	NN	51.92±0.113 <sup>b</sup>	72.84±0.773	6.903±0.053 <sup>b</sup>
	TH	52.036±0.083	72.119±0.525	6.937±0.036
	CN	50.24±0.079 <sup>a</sup>	71.086±0.541	6.779±0.037 <sup>ab</sup>
	CN	53.87±0.162 <sup>c</sup>	72.358±1.107	7.071±0.076 <sup>b</sup>
	NN	51.96±0.098 <sup>b</sup>	73.068±0.672	6.952±0.046 <sup>a</sup>
Source de la variation		Niveau de signification de l'ANOVA [p (F)].		
Couleur de la coquille, C		0.066	0.845	0.050
Génotype, G		≤0.001	0.082	≤0.001
CxG interaction		0.120	0.735	0.702

<sup>abcd</sup> À l'intérieur des colonnes, les moyennes des moindres carrés avec des exposants différents diffèrent à  $p \leq 0.05$  ;  
<sup>1</sup> TH (Tête huppée, n=100) ; CN (Cou nu, n=100) ; NN (plumage normal, n=100) ; POE = Poids de l'Œuf Entier ; IF = Indice de Forme de l'œuf ; PC = Poids de la Coquille.  
 ET : Erreur Type

## 4.2 Qualité interne

Les tableaux 15 et 16 montrent que les œufs issus des poules Cou nu ont enregistré les valeurs les plus élevées du poids d'albumen (29.06 g et 28.93 g, pour les œufs blancs et bruns respectivement), la hauteur d'albumen (0.70 cm et 0.74 cm, pour les œufs blancs et bruns respectivement), l'Unité Haugh (93.93 et 94.29, pour les œufs blancs et bruns respectivement), le poids du jaune (17.86 g et 17.88 g, pour les œufs blancs et bruns respectivement), l'indice du jaune (45.47 et 45.65, pour les œufs blancs et bruns respectivement), et le rapport jaune/ albumen (0.61 et 0.62, pour les œufs blancs et bruns respectivement), à l'exception du pH de l'albumen et du jaune d'œuf. Il existe un effet significatif ( $p \leq 0.001$ ) du génotype sur tous les paramètres de la qualité interne de l'œuf, à l'exception de l'indice du jaune d'œuf ( $p=0.002$ ). Kgwatalala et al. (2016) ont rapporté que les œufs pondus par les poules Cou nu sont les plus sains pour la consommation humaine.

Une étude récente d'Isaac et Obike (2020) a montré que le poids de l'albumen est déterminé par le poids de son œuf, ce résultat a été conclu suite à la corrélation positive entre ces deux traits chez trois génotypes de la poule locale au Nigeria. Dans la présente étude, le poids du blanc d'œuf est similaire aux résultats obtenus par Haunshi et al. (2011) ; Drizi (2013) qui ont



## Chapitre II. Résultats et discussion

rapporté que le poids de l'albumen des œufs de la poule locale Assel en Inde et de la poule locale algérienne est  $28.97 \pm 0.59$  g et  $28.21 \pm 3.96$  g, respectivement.

Ces résultats sont toutefois plus élevés que ceux rapportés par Hussain et al. (2013), Yakubu et al. (2008) et Nowier et al. (2018) pour les poulets indigènes du Pakistan ( $21.56 \pm 0.56$  g), les poulets locaux nigériens du génotype Cou nu et au plumage normal (17.61 et 20.53 g, respectivement) et le poulet Fayoumi d'Égypte ( $27.19 \pm 0.84$  g), respectivement.

La hauteur de l'albumen et l'UH sont plus élevées que celles rapportées par Kejela et al. (2019), Yakubu et al. (2008), Hussain et al. (2013) et Markos et al. (2017). D'après Assefa et al. (2019b), l'Unité Haugh est principalement influencée par la hauteur de l'albumen et le poids des œufs. Selon Liu et al. (2020), la valeur de l'UH diminue pendant le stockage. Récemment, Narushin et al. (2020) ont proposé un nouvel indice de qualité de l'œuf comme alternative à l'Unité de Haugh ; appelé l'Indice de Qualité de l'œuf, il est calculé en fonction de la hauteur de l'albumen épais, du diamètre moyen ou de la hauteur du jaune, et du poids de l'œuf, ce qui pourrait améliorer l'estimation de la qualité des œufs dans l'industrie alimentaire.

La valeur du pH de l'albumen (8.86 et 8.84, pour les œufs blancs et bruns respectivement) et du jaune (6.65 et 6.64, pour les œufs blancs et bruns respectivement) d'œuf est plus élevée pour les œufs des poules à plumage normal, que pour les poules Cou nu et à Tête huppée. Signalant que la fraîcheur des œufs est déterminée en fonction du pH, en particulier le pH de l'albumen qui a une importance significative dans l'industrie alimentaire (Karoui et al., 2006).

Les résultats de la présente étude sont en accord avec les résultats de Yakubu et al. (2008) et Haunshi et al. (2011). Cependant, Sapkota et al. (2020) et Hussain et al. (2013) ont enregistré des valeurs plus faibles du poids du vitellus du poulet indigène au Népal ( $15.13 \pm 0.49$  g) et au Pakistan ( $13.75 \pm 0.32$  g), respectivement. En Algérie, Drizi (2013) a rapporté que les œufs de la poule locale à Cou nu sont plus riches en vitellus ( $21.35 \pm 2.03$  g) que ceux issus de la poule locale à plumage normal ( $16.95 \pm 3.85$  g).

L'indice du vitellus est également inférieur à ce qui a été rapporté par Yakubu et al. (2008), mais il est supérieur aux résultats de Haunshi et al. (2011), Hussain et al. (2013), Nowier et al. (2018) et Nonga et al. (2010). Contrairement aux résultats de cette étude, Sapkota et al. (2020) ont enregistré une valeur plus faible du rapport jaune d'œuf/albumen ( $0.52 \pm 0.02$ ).

## Chapitre II. Résultats et discussion

**Tableau 15 :** Effets du génotype et de la couleur de la coquille sur la qualité de l'albumen (moyennes± ET)

Couleur de la coquille	Génotype <sup>1</sup>	PA (g)	HA (cm)	HU	pH <sub>A</sub>
Œufs blancs	TH	28.338±0.041	0.665±0.012	92.012±0.647	8.804±0.020
	CN	27.348±0.104 <sup>a</sup>	0.591±0.032 <sup>a</sup>	88.642±1.644 <sup>a</sup>	8.716±0.051 <sup>a</sup>
	NN	29.066±0.039 <sup>c</sup>	0.708±0.012 <sup>b</sup>	93.932±0.613 <sup>b</sup>	8.830±0.019 <sup>b</sup>
Œufs bruns	TH	28.601±0.053 <sup>b</sup>	0.695±0.016 <sup>b</sup>	93.462±0.831 <sup>b</sup>	8.865±0.026 <sup>b</sup>
	TH	28.435±0.035	0.669±0.010	92.069±0.540	8.750±0.015
	CN	27.742±0.040	0.578±0.011 <sup>a</sup>	87.695±0.614 <sup>a</sup>	8.594±0.018 <sup>a</sup>
	CN	28.934±0.084	0.742±0.023 <sup>c</sup>	94.299±1.289 <sup>c</sup>	8.808±0.037 <sup>b</sup>
	NN	28.616±0.050	0.684±0.014 <sup>b</sup>	93.132±0.764 <sup>b</sup>	8.843±0.022 <sup>b</sup>
Source de la variation	Niveau de signification de l'ANOVA [p (F)].				
Couleur de la coquille, C		0.095	0.812	0.988	0.04
Génotype, G		≤0.001	≤0.001	≤0.001	≤0.001
CxG interaction		≤0.001	0.310	0.317	0.333

<sup>abcd</sup> Dans les colonnes, les moyennes des moindres carrés dont les exposants sont différents diffèrent à p ≤ 0.05 ;  
<sup>1</sup> TH (Tête huppée, n=100) ; CN (Cou nu, n=100) ; NN (plumage normal, n=100) ; PA = Poids de l'Albumen ; HA = Hauteur de l'Albumen ; pH<sub>A</sub> = pH de l'Albumen ; HU = Unités Haught.  
 ET : Erreur Type

**Tableau 16 :** Effets du génotype et de la couleur de la coquille sur la qualité du vitellus (moyennes± ET)

Couleur de la coquille	Génotype <sup>1</sup>	PJ (g)	IJ	pH <sub>J</sub>	J/A
Œufs blancs	TH	16.656±0.040	43.890±0.506	6.537±0.018	0.588±0.002
	CN	15.663±0.103 <sup>a</sup>	42.152±1.126 <sup>a</sup>	6.426±0.040 <sup>a</sup>	0.573±0.004 <sup>a</sup>
	NN	17.861±0.040 <sup>c</sup>	45.474±0.439 <sup>b</sup>	6.542±0.015 <sup>b</sup>	0.615±0.001 <sup>b</sup>
Œufs bruns	TH	16.420±0.054 <sup>b</sup>	44.077±0.595 <sup>ab</sup>	6.653±0.021 <sup>c</sup>	0.574±0.002 <sup>a</sup>
	TH	16.663±0.035	44.500±0.337	6.542±0.012	0.586±0.001
	CN	15.71±0.040 <sup>a</sup>	43.495±0.416 <sup>a</sup>	6.42±0.015 <sup>a</sup>	0.56±0.001 <sup>a</sup>
	CN	17.88±0.088 <sup>c</sup>	45.652±0.851 <sup>ab</sup>	6.56±0.030 <sup>b</sup>	0.62±0.003 <sup>b</sup>
	NN	16.38±0.049 <sup>b</sup>	44.249±0.516 <sup>ab</sup>	6.64±0.018 <sup>c</sup>	0.57±0.002 <sup>a</sup>
Source de la variation	Niveau de signification de l'ANOVA [p (F)].				
Couleur de la coquille, C		0.829	0.327	0.965	0.451
Génotype, G		≤0.001	0.002	≤0.001	≤0.001
CxG interaction		0.797	0.686	0.788	0.196

<sup>abcd</sup> Dans les colonnes, les moyennes des moindres carrés avec des exposants différents diffèrent à p ≤ 0.05 ;  
<sup>1</sup> TH (Tête huppée, n=100) ; CN (Cou nu, n=100) ; NN (plumage normal, n=100) ;  
 PJ = Poids du Jaune ; IJ = Indice du Jaune ; pH<sub>J</sub> = pH du Jaune ; J/A = rapport Jaune/Albumen de l'œuf.  
 ET : Erreur Type

### 4.3 Corrélation entre les caractéristiques externes et internes des œufs

Chez les trois génotypes de la poule locale, le poids des œufs est positivement et significativement corrélé avec les autres paramètres biométriques des œufs, Yakubu et al. (2008) et Sapkota et al. (2020) ont aussi signalé des corrélations significatives entre le poids des œufs de la poule local et les autres caractéristiques des œufs ( $r = 0.22-0.7$  et  $r = 0.44-0.92$ , respectivement). En outre, Kgwatalala et al. (2016) ont constaté que le poids des œufs est positivement corrélé avec les autres paramètres de la qualité des œufs. Cependant, contrairement aux résultats des mêmes auteurs, le poids de la coquille d'œuf est négativement corrélé avec la hauteur et le pH de l'albumen, toutefois, il est positivement corrélé avec les traits internes de l'œuf. Selon Kumar et al. (2014), les composants d'un œuf sont proportionnellement corrélés avec le poids de l'œuf entier qui affecte surtout le poids de l'albumen et du jaune d'œuf. L'indice de forme de l'œuf est négativement corrélé avec le poids de la coquille, néanmoins il est positivement corrélé avec tous les paramètres internes de l'œuf.

Le poids de l'albumen est fortement et positivement corrélé avec tous les caractères biométriques de l'œuf. La hauteur de l'albumen est fortement et positivement corrélée avec l'indice du jaune d'œuf, l'UH, le rapport jaune d'œuf/albumen, le pH de l'albumen et du jaune d'œuf. Zhang et al. (2005) ont montré une corrélation génétique positive entre la hauteur du blanc d'œuf et l'UH (0.98). De même, Begli et al. (2010) ont constaté que la hauteur de l'albumen présentait des corrélations génétiques positives élevées avec d'autres caractéristiques liées à l'albumen. Le poids du jaune d'œuf est significativement et positivement corrélé avec l'indice du jaune, le ratio jaune-albumen, la hauteur du blanc, le pH du jaune, le pH de l'albumen et l'UH. Des fortes corrélations ont été observées entre le rapport jaune d'œuf/albumen et le pH de l'albumen, l'indice du jaune et l'UH (tableau 17).

La corrélation positive la plus élevée a été observée entre le poids de l'œuf entier et le poids du jaune d'œuf (0.942), tandis que la plus faible a été trouvée entre l'indice de forme de l'œuf et le rapport jaune/albumen (0.01). Cependant, Liswaniso et al. (2020) ont trouvé une relation plus élevée entre l'indice de forme de l'œuf et le poids de l'œuf.

**Tableau 17 :** Corrélations de Pearson entre certains paramètres internes et externes de l'œuf

	POE	IF	PC	PA	PJ	HA	J/A	IJ	pH <sub>A</sub>	pH <sub>J</sub>	HU
POE	1.00	0.10	0.495**	0.889**	0.942**	0.387**	0.396**	0.786**	0.231**	0.401**	0.262**
IF		1.00	-0.05	0.128*	0.11	0.09	0.01	0.07	0.01	0.11	0.04
PC			1.00	0.263**	0.311**	-0.02	0.11	0.284**	-0.03	0.117*	0.134*
PA				1.00	0.758**	0.423**	0.371**	0.477**	0.242**	0.426**	0.321**
PJ					1.00	0.388**	0.392**	0.934**	0.246**	0.360**	0.185**
HA						1.00	0.224**	0.293**	0.186**	0.214**	0.226**
J/A							1.00	0.326**	0.835**	0.11	0.182**
IJ								1.00	0.199**	0.256**	0.08
pH <sub>A</sub>									1.00	0.07	0.142*
pH <sub>J</sub>										1.00	0.230**
HU											1.00

POE = Poids de l'Œuf Entier ; IF = Indice de Forme de l'œuf ; PC = Poids de la Coquille ; PA = Poids de l'Albumen ; PJ = Poids du Jaune; HA = Hauteur de l'Albumen ; J/A = rapport Jaune/Albumen de l'œuf ; IJ = Indice du Jaune ; pH<sub>A</sub> = pH de l'Albumen ; pH<sub>J</sub> = pH du Jaune ; UH = Unités Haugh.

\*\* valeurs significativement différentes de zéro (p<0.01)

ns : non significativement différentes de zéro

#### 4.4 Analyse en composantes principales de l'œuf

Les valeurs propres et le pourcentage de variation des composantes extraites sont présentés dans le tableau 18. Quatre composantes principales sont extraites et elles ont des valeurs propres de 4.68 (CP1), 1.68 (CP2), 1.53 (CP3) et 1.05 (CP4). Ces valeurs Eigen montrent les quantités de variance représentées par chaque paramètre. Ils représentent chacun 39.06% (CP1), 14.05% (CP2), 12.78% (CP3) et 8.74% (CP4) de la variabilité totale. Cumulativement, les quatre facteurs représentent 74.63% de la variance totale.

La première composante (CP1) qui rend compte du maximum de la variance totale est fortement représentée par le poids de l'œuf entier, le poids du jaune d'œuf, le rapport jaune d'œuf/albumen et le poids de l'albumen. La CP1 a une charge modérée sur le poids de la coquille d'œuf et le pH de l'albumen. De faibles charges du CP1 sont observées sur l'indice de coquille, l'indice de jaune d'œuf et le ratio de coquille.

La deuxième composante (CP2) indique des charges élevées sur les unités de Haugh et la hauteur de l'albumen.

Pour la troisième composante (CP3), celle-ci est presque uniquement représentée par l'indice du vitellus qui peut être estimé comme “facteur spécifique” pour ce trait.

## Chapitre II. Résultats et discussion

La quatrième composante (CP4) présente une charge élevée sur le pH du jaune d'œuf et modérément sur le pH du blanc et une charge faible sur les autres caractères étudiés.

Donc, la CP1 semblait être une description de divers paramètres de la qualité de l'œuf et la CP2 était une description des traits du blanc d'œuf (Unités de Haugh et hauteur de l'albumen). Tandis que, la CP3 représente une description de l'indice du jaune d'œuf et la CP4 était une description du pH du jaune d'œuf. En Zambie, une étude réalisée par Liswaniso et al. (2020), sur les œufs de la poule locale élevée en libre parcours, a révélé trois facteurs qui représentaient 75.80% de la variance totale.

**Tableau 18 :** Variance pour les 11 paramètres mesurés sur les œufs testés

Caractères des œufs	Composantes principales <sup>1</sup>			
	CP1	CP2	CP3	CP4
Poids du jaune	<b>0.93</b>	0.21	0.17	0.06
Poids de l'œufs entier	<b>0.93</b>	0.16	0.15	0.25
Rapport jaune/albumen	<b>0.88</b>	0.14	0.14	-0.12
Poids de l'albumen	<b>0.70</b>	0.25	0.17	0.39
Poids de la coquille d'œuf	0.55	-0.25	-0.10	0.25
Unités de Haugh	0.16	<b>0.96</b>	0.08	0.11
Hauteur de l'albumen	0.20	<b>0.95</b>	0.08	0.13
Indice du jaune d'œuf	0.07	0.08	<b>0.95</b>	0.04
pH du jaune d'œuf	0.02	0.12	0.14	<b>0.85</b>
pH de l'albumen	0.33	0.09	-0.05	0.56
Indice de forme de l'œuf	0.07	0.00	-0.01	0.07
<i>Valeur propre</i>	4.68	1.68	1.53	1.05
<i>% de la variance</i>	39.06	14.05	12.78	8.74
<i>% cumulatif de la variance</i>	39.06	53.10	65.89	74.63

<sup>1</sup>Arbitrairement, les valeurs supérieures à 0.7 indiquant des contributions significatives sur les axes sont présentées en gras.

## *CONCLUSION*



## *Conclusion*

L'élevage des espèces animales à cycle court et en particulier celui de la poule locale constitue une stratégie de survie pour les populations pauvres dans les pays en développement.

En Algérie, l'aviculture traditionnelle, joue un rôle nutritionnel, socioculturel et économique important en milieu rural et contribue en partie à garantir la sécurité alimentaire du pays notamment en protéines animales.

L'objectif général de cette étude est de caractériser les élevages de production de la poule locale dans la zone du Nord-Ouest algérien (Chlef, Mascara et Mostaganem), à travers une typologie et de déterminer le circuit de commercialisation des produits avicoles locaux, et d'étudier l'impact de certains gènes à effets visibles (Cou nu, Tête huppée et plumage normal) sur la résistance à la coccidiose et sur la qualité des œufs. Pour une meilleure connaissance de cette espèce aviaire, afin de générer des oiseaux plus productifs et plus résistants dans des conditions locales de production.

L'enquête effectuée auprès des élevages a permis de décrire le système de production et d'évaluer la productivité de la poule locale, notamment en termes de caractéristiques socioéconomiques, des performances de production et de reproduction de la poule locale, et le système de commercialisation des produits avicoles locaux.

Dans les wilayas de Mascara et de Mostaganem, les femmes sont fortement impliquées dans l'élevage de la poule locale. Dans les trois wilayas d'étude, les éleveurs sont généralement des adultes âgés de 20 à 65 ans, avec plus de 10 ans d'expérience dans l'élevage de la poule locale.

L'objectif principal de l'élevage de la poule locale est la vente des animaux vivants, tandis que les œufs sont destinés à la fois à la vente et à l'autoconsommation, sauf pour la wilaya de Mascara où les œufs sont réservés à l'autoconsommation.

Selon les petits exploitants, seulement 18% fournissent un habitat approprié, l'alimentation complémentaire comprend principalement des déchets ménagers, et des restes (couscous, pain, pâtes) et quelques poignées de grains céréaliers (blé et orge concassé). La poule

locale transforme les déchets de cuisine en protéines (chair et œufs) disponibles pour le consommateur.

En général, même si la taille du troupeau est relativement importante dans certaines familles rurales (allant de 4 à 60 sujets), les conditions de gestion sont rudimentaires (habitat non approprié, manque d'hygiène et d'alimentation), ce qui explique en partie les faibles performances de production observées : retard de la maturité sexuelle des poules locales par rapport aux souches commerciales et une production annuelle d'œufs par poule estimée à 45 œufs/an. Seules la couvaison naturelle et l'éclosion par une poule couveuse sont pratiquées dans la zone d'étude, avec un taux d'éclosion de 73.4%. Un taux élevé de mortalité des poussins de 39.5% est constaté, et causé principalement par les prédateurs (55%), suivis des maladies (19.4%) et du froid (16.2%).

Cette étude apporte des informations complémentaires qui devraient permettre la mise en place d'une stratégie appropriée pour la conservation des ressources génétiques avicoles locales. L'enquête sur le terrain a permis de dégager quelques lacunes, ce qui amène à suggérer quelques propositions techniques, notamment en ce qui concerne l'alimentation, le suivi sanitaire et l'exploitation des produits avicoles. Il apparaît que de meilleures performances peuvent être obtenues chez les poules locales si les contraintes relatives aux conditions du milieu sont levées et que la formation des éleveurs soit assurée.

La commercialisation des produits avicoles locaux est informelle et très peu développée, elle est non réglementée et non organisée dans toutes les wilayas étudiées. Le poids vif (4.60) et le sexe (3.92) de l'oiseau ont été identifiés comme les principaux paramètres qui influencent le choix des consommateurs envers le poulet local. Pour les œufs, les vendeurs interrogés ont jugé que la taille des œufs (3.56) et l'intégrité de la coquille (3.40) sont les traits les plus importants influençant le choix des consommateurs. La connaissance de la préférence des consommateurs est donc cruciale et importante non seulement pour les éleveurs familiaux, mais aussi pour les commerçants et surtout les autorités publiques pour établir des stratégies efficaces qui peuvent être utilisées pour améliorer la production et la commercialisation de la volaille des petits exploitants ruraux.

Il est ainsi nécessaire d'accorder plus d'attention à l'amélioration du circuit de commercialisation, principalement en investissant dans les infrastructures de marché et en



garantissant des conditions d'hygiène, de salubrité optimale et de traçabilité. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux analyser le système de commercialisation des produits avicoles locaux et pour proposer un plan efficace afin d'améliorer la rentabilité des oiseaux autochtones.

Bien que la coccidiose aviaire provoque des pertes énormes, sa gestion est un enjeu économique majeur pour la filière avicole. Ces résultats préliminaires ont démontré que le gène « Cou Nu » semble être associé à une meilleure tolérance à la coccidiose en comparaison aux animaux ne portant pas ce caractère, tandis que la souche commerciale Cobb500 est la plus sensible à la coccidiose avec une mortalité de 28.5%. Cependant, des recherches supplémentaires seront nécessaires non seulement pour étudier le gène « Cou Nu », en particulier pendant les périodes de fortes chaleurs, mais aussi pour identifier d'autres gènes d'adaptation chez la poule locale afin de réduire les dommages causés par certaines pathologies aviaires, et augmenter ainsi la productivité et les revenus des petits éleveurs.

De cette étude, il ressort que les œufs des poules locales Cou nu ont enregistré la moyenne la plus élevée de tous les paramètres de qualité étudiés, à l'exception du pH de l'albumen et du jaune d'œuf. La corrélation positive la plus élevée a été observée entre le poids de l'œuf entier et le poids du jaune d'œuf (0.942), tandis que la plus faible a été trouvée entre l'indice de forme de l'œuf et le rapport jaune/albumen (0.01). Ces résultats peuvent être intéressants pour les industriels de l'agroalimentaire par la création d'une véritable filière de poulet local eu égard à l'engouement du consommateur vis-à-vis de ses produits. La détermination des valeurs nutritionnelles de ces ressources est particulièrement importante.

Au regard de ces résultats, des travaux sur une grande échelle, des analyses génétiques moléculaires et surtout sur différentes régions, sont cependant indispensables pour établir une base de données plus accomplie sur le cheptel de la poule locale en Algérie. Sachant que la poule locale n'a pas encore bénéficié d'un programme de développement et de sélection pour l'amélioration de sa productivité. Des élevages purs de la poule locale doivent être encouragés pour conserver ces populations en voie de disparition.

*RÉFÉRENCES      BIBLIOGRAPHIQUES*

## Références bibliographiques

1. Abbas, A., Iqbal, Z., Abbas, R. Z., Khan, M. K., & Khan, J. A. (2017). Immunomodulatory activity of *Pinus radiata* extract against coccidiosis in broiler chicken. *Pak Vet J*, *37*, 145-9.
2. Abd El-Wahab, A., Visscher, C. F., Wolken, S., Reperant, J. M., Beineke, A., Beyerbach, M., & Kamphues, J. (2012). Foot-pad dermatitis and experimentally induced coccidiosis in young turkeys fed a diet without anticoccidia. *Poultry Science*, *91*(3), 627-635.
3. Abdelqader, A., Wollny, C. B. A., & Gauly, M. (2007). Characterization of local chicken production systems and their potential under different levels of management practice in Jordan. *Tropical animal health and production*, *39*(3), 155-164.
4. Abed, F., Bachir-Bouiadjra, B., Dahloum, L., Yakubu, A., Haddad, A., & Homrani, A. (2021). Procruste analysis of forewing shape in two endemic honeybee subspecies *Apis mellifera intermissa* and *A. m. sahariensis* from the Northwest of Algeria. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, *22*(1).
5. Aberra, M. (2000). Comparative studies on performance and physiological responses of Ethiopian indigenous ('Angete-melata') chicken and their F1 crosses to long term heat stress. *Berlin*. 9pp.
6. Abou-Emera, O., Ali, U., Galal, A., El-Safty, S., Abdel-Hameid, E., & Fathi, M. (2017). Evaluation of genetic diversity of naked neck and frizzle genotypes. *Int. J. Poult. Sci*, *118*, 124.
7. Addo, A., Hamidu, J. A., Ansah, A. Y., & Adomako, K. (2018). Impact of egg storage duration and temperature on egg quality, fertility, hatchability and chick quality in naked neck chickens. *International Journal of Poultry Science*, *17*(4), 175-183.
8. Adedokun, S. A., & Sonaiya, E. B. (2001). Comparison of the performance of Nigerian indigenous chickens from three agro-ecological zones. *Livestock research for rural development*, *13*(2), 1-6.
9. Adenaike, A. S., Mabunmi, A. O., Takeet, M. I., Adenaike, O. D., & Ikeobi, C. O. N. (2016). Genetic differences in the body weight and haematological traits of Nigerian indigenous chickens infected with *Eimeria tenella*. *Tropical animal health and production*, *48*(7), 1443-1447.
10. Adeogun, I. O., & Amole, F. O. (2004). Some quality parameters of exotic chicken eggs under different storage conditions. *Bulletin of Animal Health and Production in Africa*, *52*, 43-47.
11. Adetoro, B. O. (2021). *QUALITY ATTRIBUTES OF EGGS FROM HENS FED DIETARY Moringa oleifera, Ocimum gratissimum and Vernonia amygdalina LEAF MEAL INCLUSION*. Doctoral dissertation. Université d'Ibadan, Niger, 131p.

12. Ahmed, M. O., & N'Daw, A. (2015). Caractérisation de l'élevage familial de la poule locale (*Gallus gallus*) dans la région de Trarza en Mauritanie. *Animal Genetic Resources/Recursos genéticos animales/Recursos genéticos animales*, 57, 89-97.
13. Akanbi, O. B., & Taiwo, V. O. (2020). The effect of a Local isolate and Houghton strain of *Eimeria tenella* on clinical and growth parameters following challenge in chickens vaccinated with IMMUCOX® and LIVACOX® vaccines. *Journal of Parasitic Diseases*, 44(2), 395-402.
14. Alders, R., & Spradbrow, P. (2001). *Controlling Newcastle disease in Village Chickens: a field manual*. Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR). Available online: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20013116043> (Accessed on 20 January 2023).
15. Alem, T. (2014). Production and reproduction performance of rural poultry in lowland and midland agro-ecological zones of central Tigray, Northern Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research*, 9(49), 3531-3539.
16. Alloui, N., & Sellaoui, S. (2015). Etude socio-économique des élevages de volailles locales dans la région des AURES (Algérie). *Onzièmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Tours, les 25 et 26 mars 2015*.
17. Al-Nasser, A., Al-Khalaifa, H., Al-Saffar, A., Khalil, F., Albahouh, M., Ragheb, G., ... & Mashaly, M. (2007). Overview of chicken taxonomy and domestication. *World's Poultry Science Journal*, 63(2), 285-300.
18. Amao, S. R. (2017). Productive potentials of Nigerian indigenous chickens versus Rhode Island Red chicken reared southern guinea savanna environment of Nigeria. *International Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 2(5), 49-55.
19. Ameer, A. A., Barkaoui, A., Guermoudi, Z., Mellouk, I., & Gaouar, S. B. S. (2020). Comparative study on morphometric traits of local chicken (*Gallus domesticus* L.) in wilaya of Adrar. *Genetics & Biodiversity Journal*, 4(3), 50-59.
20. Anderson, K. E., Tharrington, J. B., Curtis, P. A., & Jones, F. T. (2004). Shell characteristics of eggs from historic strains of single comb white leghorn chickens and the relationship of egg shape to shell strength. *International journal of poultry science*, 3(1), 17-19.
21. Arabkhazaeli, F., Modrisanei, M., Nabian, S., Mansoori, B., & Madani, A. (2013). Evaluating the resistance of *Eimeria* spp. field isolates to anticoccidial drugs using three different indices. *Iranian journal of parasitology*, 8(2), 234.
22. Assefa, H., Melesse, A., & Taye, M. (2019a). Characterization of indigenous chicken production system in Sheka zone, south western Ethiopia. *International Journal for Research in Agricultural and Food Science*, 5(2), 1-16.
23. Assefa, S., Melesse, A., & Banerjee, S. (2019b). Egg production and egg quality traits of local and exotic chicken breeds reared in two agroecologies under traditional management system. *Research Journal of Food and Nutrition*, 3(1), 11-17.

24. Asifo, O. A., & Guèye, E. F. (2004). Approche à plusieurs fins pour l'aviculture familiale en zone péri-urbaine dans les petits pays insulaires de la région du sud Pacifique. *Bulletin RIDAF*, 14 (2): 13-22.
25. Ayssiwede, S. B., N'dri, K. M., Gbati, O., & Missohou, A. (2011). Etude comparée de la sensibilité de différentes souches de poules à la coccidiose aviaire. *Revue Méd. Vét*, 162(3), 138-142.
26. Azoulay, Y., Druyan, S., Yadgary, L., Hadad, Y., & Cahaner, A. (2011). The viability and performance under hot conditions of featherless broilers versus fully feathered broilers. *Poultry Science*, 90(1), 19-29.
27. Baba, E., Furata, T., & Arakawa, A. (1982). Establishment and persistence of Salmonella typhimurium infection stimulated by Eimeria tenella in chickens. *Research in veterinary science*, 33(1), 95-98.
28. Bacon, L. D., Smith, E., Crittenden, L. B., & Havenstein, G. B. (1988). Association of the slow feathering (K) and an endogenous viral (ev 21) gene on the Z chromosome of chickens. *Poultry Science*, 67(2), 191-197.
29. Bartels, T. (2003). Variations in the morphology, distribution, and arrangement of feathers in domesticated birds. *Journal of experimental zoology part B: molecular and developmental evolution*, 298(1), 91-108.
30. Baumung, R., Simianer, H., & Hoffmann, I. (2004). Genetic diversity studies in farm animals—a survey. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 121(6), 361-373.
31. Beacon, T. H., & Davie, J. R. (2021). The chicken model organism for epigenomic research. *Genome*, 64(4), 476-489.
32. Begli, H. E., Zerehdaran, S., Hassani, S., Abbasi, M. A., & Ahmadi, A. K. (2010). Heritability, genetic and phenotypic correlations of egg quality traits in Iranian native fowl. *British Poultry Science*, 51(6), 740-744.
33. Bejaei, M., Wiseman, K., & Cheng, K. M. (2011). Influences of demographic characteristics, attitudes, and preferences of consumers on table egg consumption in British Columbia, Canada. *Poultry science*, 90(5), 1088-1095.
34. Bekuma, A., Asefa, M., & Tadesse, T. (2019). Analysis of Village Chicken Productivity, Egg Quality Traits and Marketing System in Dedo District, Jimma Zone, South West Ethiopia. *Arch. Anim. Poult. Sci*, 1(3), 52-58.
35. Belli, S. I., Smith, N. C., & Ferguson, D. J. (2006). The coccidian oocyst: a tough nut to crack!. *Trends in parasitology*, 22(9), 416-423.
36. Bellott, D. W., Skaletsky, H., Pyntikova, T., Mardis, E. R., Graves, T., Kremitzki, C., ... & Page, D. C. (2010). Convergent evolution of chicken Z and human X chromosomes by expansion and gene acquisition. *Nature*, 466(7306), 612-616.
37. Bembide, C., Touko, B. A. H., Manjeli, Y., & Tiambo, C. K. (2013). Morphobiometric characterization of local chickens in Central African Republic. *Animal Genetic Resources*, 53, 33-44.

38. Benedé, S., & Molina, E. (2020). Chicken egg proteins and derived peptides with antioxidant properties. *Foods*, 9(6), 735.
39. Berrezoug, L., Bouchiba, I., Hedeili, N., Metahri, R., Ameer, A. A., & Gaouar, S. B. S. (2019). Phenotypic and morphometric diversity of local chickens (BRAHMA) from wilaya of Tlemcen, Northwestern of Algeria. *Genetics & Biodiversity Journal*, 3(2), 70-79.
40. Berthouly-Salazar, C., Rognon, X., Nhu Van, T., Gély, M., Vu Chi, C., Tixier-Boichard, M., ... & Michaux, J. R. (2010). Vietnamese chickens: a gate towards Asian genetic diversity. *BMC genetics*, 11(1), 1-11.
41. Besbes, B. (2009). Genotype evaluation and breeding of poultry for performance under sub-optimal village conditions. *World's Poultry Science Journal*, 65(2), 260-271.
42. Besbes, B., Tixier-Boichard, M., Hoffmann, I., & Jain, G. L. (2007, November). Future trends for poultry genetic resources. In *Proceedings of the International conference of poultry in the 21st century: Avian influenza and beyond* (pp. 5-7).
43. Bett, H. K., Peters, K. J., & Bokelmann, W. (2011). Hedonic price analysis to guide in breeding and production of Indigenous chicken in Kenya. *Livestock Research for Rural Development*, 23(6), 2011.
44. Bett, H. K., Peters, K. J., Nwankwo, U. M., & Bokelmann, W. (2013). Estimating consumer preferences and willingness to pay for the underutilised indigenous chicken products. *Food policy*, 41, 218-225.
45. Bettridge, J. M., Psifidi, A., Terfa, Z. G., Desta, T. T., Lozano-Jaramillo, M., Dessie, T., ... & Christley, R. M. (2018). The role of local adaptation in sustainable production of village chickens. *Nature Sustainability*, 1(10), 574-582.
46. Beugnet, F., Polack, B., Dang, H., & ANG, H. (2004). Atlas de coproscopie. Techniques de coproscopie. *Clichy: Ed. Kalianxis, France*, pp. 5-15.
47. Birhanu, M. Y., Bruno, J. E., Alemayehu, T., Esatu, W., Geremew, K., Yemane, T., ... & Dessie, T. (2022). Beyond diffusion to sustained adoption of innovation: A case of smallholder poultry development in sub-Saharan Africa. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 1-19.
48. Blake, D. P. (2015). Eimeria genomics: where are we now and where are we going?. *Veterinary Parasitology*, 212(1-2), 68-74.
49. Blake, D. P., Knox, J., Dehaeck, B., Huntington, B., Rathinam, T., Ravipati, V., ... & Tomley, F. M. (2020). Re-calculating the cost of coccidiosis in chickens. *Veterinary Research*, 51(1), 1-14.
50. Blake, D. P., Marugan-Hernandez, V., & Tomley, F. M. (2021). Spotlight on avian pathology: Eimeria and the disease coccidiosis. *Avian Pathology*, 50(3), 209-213.
51. Blasco, A. (2008). Breeds in danger of extinction and biodiversity. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37, 101-109.

52. Bobbo, A. G., Yahaya, M. S., & Baba, S. S. (2013). Comparative assessment of fertility and hatchability traits of three phenotypes of local chickens in Adamawa State. *IOSR J. Agric. Vet. Sci*, 4(2), 22-28.
53. Boer, E. F., Van Hollebeke, H. F., & Shapiro, M. D. (2017). Genomic determinants of epidermal appendage patterning and structure in domestic birds. *Developmental Biology*, 429(2), 409-419.
54. Bordas, A., Mérat, P., Sergent, D., Ricard, F. H., Coquerelle, G., & Marche, G. (1978). Influence du gène Na («Cou-nu») sur la croissance, la consommation alimentaire et la composition corporelle du poulet selon la température ambiante. In *Annales de génétique et de Sélection animale* (Vol. 10, No. 2, pp. 209-231). EDP Sciences.
55. Boudali, S. F., Al-Jumaili, A. S., Bouandas, A., Mahammi, F. Z., Tabet Aoul, N., Hanotte, O., & Gaouar, S. B. S. (2022). Maternal origin and genetic diversity of Algerian domestic chicken (*Gallus gallus domesticus*) from North-Western Africa based on mitochondrial DNA analysis. *Animal biotechnology*, 33(3), 457-467.
56. Boukabene, F. B., Homrani, A., & Ammam, A. (2017). Population structure and genetic diversity using microsatellite markers of four Algerian rabbit populations precludes hybridization with foreign breeds. *South Asian Journal of Experimental Biology*, 7(5), 191-200.
57. Boulliou, A., Le Penneç, J. P., Hubert, G., Donal, R., & Smiley, M. (1992). The Endogenous Retroviral ev 21 Locus in Commercial Chicken Lines and its Relationship with the Slow-Feathering Phenotype (K). *Poultry science*, 71(1), 38-46.
58. Bourtov, Y. Z., Goldin, Y. S., & Krivonichin, I. P. (1990). *Incubation de l'œuf. Agroizdat. 239p* (Vol. 91). ISBN5-10-0006900.
59. Brady, D., Gaines, S., Fenelon, L., McPartlin, J., & O'farrelly, C. (2002). A lipoprotein-derived antimicrobial factor from hen-egg yolk is active against *Streptococcus* species. *Journal of Food science*, 67(8), 3096-3103.
60. Brandt, A. E. (1936). A note on Dominant White and Crest in poultry. *Journal of Heredity*, 27(2), 79-82.
61. Brasil. (1999). Instrução Normativa n° 20, de 21 de julho de 1999. Métodos analíticos físico-químicos para controle de produtos cárneos e seus ingredientes: sal e salmoura. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*.
62. Brothwell, D. (1997). Interpreting the immature chicken bones from the Romano-British ritual complex on West Hill, Uley. *International Journal of Osteoarchaeology*, 7(4), 330-332.
63. Brown, W. R., Hubbard, S. J., Tickle, C., & Wilson, S. A. (2003). The chicken as a model for large-scale analysis of vertebrate gene function. *Nature Reviews Genetics*, 4(2), 87-98.

64. Bu, G., Huang, G., Fu, H., Li, J., Huang, S., & Wang, Y. (2013a). Characterization of the novel duplicated PRLR gene at the late-feathering K locus in Lohmann chickens. *Journal of molecular endocrinology*, 51(2), 261-276.
65. Bu, G., Wang, C. Y., Cai, G., Leung, F. C., Xu, M., Wang, H., ... & Wang, Y. (2013b). Molecular characterization of prolactin receptor (cPRLR) gene in chickens: gene structure, tissue expression, promoter analysis, and its interaction with chicken prolactin (cPRL) and prolactin-like protein (cPRL-L). *Molecular and cellular endocrinology*, 370(1-2), 149-162.
66. Burrell, A., Tomley, F. M., Vaughan, S., & Marugan-Hernandez, V. (2020). Life cycle stages, specific organelles and invasion mechanisms of *Eimeria* species. *Parasitology*, 147(3), 263-278.
67. Burt, D. W. (2002). Applications of biotechnology in the poultry industry. *World's Poultry Science Journal*, 58(1), 5-13.
68. Burt, D. W., Bruley, C., Dunn, I. C., Jones, C. T., Ramage, A., Law, A. S., ... & Waddington, D. (1999). The dynamics of chromosome evolution in birds and mammals. *Nature*, 402(6760), 411-413.
69. Bushra, S. R. (2012). EVALUATION OF TWO CHICKEN WEIGHTS ON PERCENTAGE OF PARTS AND DRESSING OF COBB 700 BROILER AT AGE 42 DAYS 1-PARTS AND DRESSING PERCENTAGE. *Diyala Journal of Agricultural Sciences*, 4(1).
70. Bwalya, R., & Kalinda, T. (2014). An analysis of the value chain for indigenous chickens in Zambia's Lusaka and Central Provinces. *Journal of Agricultural Studies*, 2(2), 32-51.
71. Byarugaba, D. K., Olsen, J. E., & Katunguka-Rwakishaya, E. (2002). Production, Management and Marketing Dynamics of the Rural Scavenging Poultry in Uganda. Second FAO/INFPD Electronic Conference on Family Poultry 2002 on Bangladesh Model Retrieved April 5, 2012.
72. Carter, H. (1923). An ostrakon depicting a red jungle-fowl. *The Journal of Egyptian Archaeology*, 9(1), 1-4.
73. Cary, N.C., Shaler, B.A., & Pasternak, H. (1993). Increment of egg weight with hen age in various commercial avian species, *Br. Poult. Sci*, 34, 915-924.
74. Ceccobelli, S. (2013). Genetic diversity of Mediterranean autochthonous chicken breeds. *Genetic diversity of Mediterranean autochthonous chicken breeds*.
75. Chapman, H. D., & Jeffers, T. K. (2014). Vaccination of chickens against coccidiosis ameliorates drug resistance in commercial poultry production. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, 4(3), 214-217.
76. Chapman, H. D., Jeffers, T. K., & Williams, R. B. (2010). Forty years of monensin for the control of coccidiosis in poultry. *Poultry science*, 89(9), 1788-1801.



77. Chapman, H., Cherry, T. E., Danforth, H. D., Richards, G., Shirley, M. W., & Williams, R. B. (2002). Sustainable coccidiosis control in poultry production: the role of live vaccines. *International Journal for Parasitology*, 32(5), 617-629.
78. Chasser, K. M., Duff, A. F., Wilson, K. M., Briggs, W. N., Latorre, J. D., Barta, J. R., & Bielke, L. R. (2020). Research Note: Evaluating fecal shedding of oocysts in relation to body weight gain and lesion scores during *Eimeria* infection. *Poultry science*, 99(2), 886-892.
79. Chebo, C., & Nigussie, H. (2016). Performances, breeding practices and trait preferences of local chicken ecotypes in southern zone of Tigray, Northern Ethiopia. *Asian J. Poult. Sci*, 10, 158-164.
80. Chen, C. F., Bordas, A., Gourichon, D., & Tixier-Boichard, M. (2004). Effect of high ambient temperature and naked neck genotype on performance of dwarf brown-egg layers selected for improved clutch length. *British poultry science*, 45(3), 346-354.
81. Chen, J., Tellez, G., Richards, J. D., & Escobar, J. (2015). Identification of potential biomarkers for gut barrier failure in broiler chickens. *Frontiers in veterinary science*, 2, 14.
82. Chesoo, B. K., & Oduho, G. W. (2015). Evaluation of Growth Performance of Kuchi Indigenous Chicken Ecotype Fed with Three Levels of Energy Diets in Three Different Systems of Management. *African Journal of Education, Science and Technology*, 2(4), 72-79.
83. Chesoo, B. K., Wanga, J. O., & Omega, J. A. (2020). Comparative Evaluation of Carcass Traits of Male and Female Kuchi Indigenous Chicken Ecotype of Kenya. *Africa Journal of Technical and Vocational Education and Training*, 5(1), 131-140.
84. Cisman, M., Ahmed, Z., & Mohamoud, H. (2020). Scope specification of coccidiosis in the poultry on researchers. *Int J Avian Wildl Biol*, 5(2), 32-7.
85. Clark, E. L., & Blake, D. P. (2012). Genetic mapping and coccidial parasites: past achievements and future prospects. *Journal of biosciences*, 37(5), 879-886.
86. Clark, E. L., Macdonald, S. E., Thenmozhi, V., Kundu, K., Garg, R., Kumar, S., ... & Blake, D. P. (2016). Cryptic *Eimeria* genotypes are common across the southern but not northern hemisphere. *International journal for parasitology*, 46(9), 537-544.
87. Clutton-Brock, J. (1992). The process of domestication. *Mammal review*, 22(2), 79-85.
88. Conway, D. P., & McKenzie, M. E. (1991). Poultry coccidiosis. *Diagnostic and testing procedures*, 64.
89. Conway, D. P., & McKenzie, M. E. (2007). *Poultry coccidiosis: diagnostic and testing procedures*. John Wiley & Sons. Available online: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470344620> (Accessed on 20 January 2023).
90. Coutts, J. A., & Wilson, G. C. (1990). *Egg quality handbook*. Queensland Department of Primary Industries. Available online:

- <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19910188373> (Accessed on 20 January 2023).
91. Coutts, J. A., Wilson, G. C., Fernandez, S., Rasales, E., Weber, G., & Hernandez, J. M. (2006). Optimum Egg Quality -A Practical Approach. 5M Publishing, Sheffield UK. pp. 63.
  92. Crawford, R. D. (1984). Assessment and conservation of animal genetic resources in Canada. *Canadian Journal of Animal Science*, 64(2), 235-251.
  93. Crawford, R.D. (1990). Origin and History of Poultry Species. In: Crawford. R.D., Ed., Poultry Breeding and Genetics. Elsevier, Amsterdam.
  94. Dahloum, L. (2017). *Caractérisation phénotypique de la poule locale (Gallus gallus) dans le Nord-Ouest algérien. Gènes majeurs et thermotolérance*. Doctoral dissertation. Université de Mostaganem, 146p.
  95. Dahloum, L., Didi, M., & Halbouche, M. (2017). Effects of feeding locally grown whole barley on broiler performance. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 7(12), 20-26.
  96. Dahloum, L., Moula, N., Halbouche, M., & Mignon-Grasteau, S. (2016). Phenotypic characterization of the indigenous chickens (*Gallus gallus*) in the northwest of Algeria. *Archives Animal Breeding*, 59(1), 79-90.
  97. Dahloum, L., Yakubu, A., & Halbouche, M. (2018). Effects of housing system and plumage colour on egg quality characteristics of indigenous naked-neck chickens. *Livestock Research for Rural Development*, 30, 206.
  98. Dakpogan, H. B., Salifou, S., Muriel, N., & Gbangbotche, A. (2012). Comparative sensitivity of different phenotypes of free-range chicks to *Eimeria tenella* coccidiosis in Benin. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 14(3), 1978-1984.
  99. Dalloul, R. A., & Lillehoj, H. S. (2006). Poultry coccidiosis: recent advancements in control measures and vaccine development. *Expert review of vaccines*, 5(1), 143-163.
  100. Damas, J., Kim, J., Farré, M., Griffin, D. K., & Larkin, D. M. (2018). Reconstruction of avian ancestral karyotypes reveals differences in the evolutionary history of macro-and microchromosomes. *Genome biology*, 19(1), 1-16.
  101. Damaziak, K., Riedel, J., Gozdowski, D., Niemiec, J., Siennicka, A., & Róg, D. (2017). Productive performance and egg quality of laying hens fed diets supplemented with garlic and onion extracts. *Journal of Applied Poultry Research*, 26(3), 337-349.
  102. Dana, N., Van der Waaij, L. H., Dessie, T., & Van Arendonk, J. A. (2010). Production objectives and trait preferences of village poultry producers of Ethiopia: implications for designing breeding schemes utilizing indigenous chicken genetic resources. *Tropical animal health and production*, 42(7), 1519-1529.
  103. Darwin, C. (1868). *The variation of animals and plants under domestication* (Vol. 2). J. murray. Available online: <http://public-library.uk/pdfs/1/234.pdf> (Accessed on 20 January 2023).
  104. Davenport, C. B. (1914). The bare necks. *Journal of Heredity*, 5(8), 374-374.

105. David, S. A., Vitorino Carvalho, A., Gimonnet, C., Brionne, A., Hennequet-Antier, C., Piégu, B., ... & Coustham, V. (2019). Thermal manipulation during embryogenesis impacts H3K4me3 and H3K27me3 histone marks in chicken hypothalamus. *Frontiers in genetics, 10*, 1207.
106. De Jong, I. C., Gunnink, H., & Van Harn, J. (2014). Wet litter not only induces footpad dermatitis but also reduces overall welfare, technical performance, and carcass yield in broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research, 23*(1), 51-58.
107. Demeke, S. (2007). Suitability of hay-box brooding technology to rural household poultry production system. *Livestock research for rural development, 19*(1), 1-9.
108. Derks, M. F., Herrero-Medrano, J. M., Crooijmans, R. P., Vereijken, A., Long, J. A., Megens, H. J., & Groenen, M. A. (2018). Early and late feathering in turkey and chicken: same gene but different mutations. *Genetics Selection Evolution, 50*(1), 1-7.
109. Desalew, T., Harpal, S., Ashenafi, M. W. E., & Tadelle, D. (2013). Study on productive performances and egg quality traits of exotic chickens under village production system in East Shewa, Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research, 8*(13), 1123-1128.
110. Dessie, T., & Ogle, B. (2001). Village poultry production systems in the central highlands of Ethiopia. *Tropical Animal health and production, 33*(6), 521-537.
111. Dessie, Y., Wurzinger, M., & Hauser, M. (2012). The role of social learning for soil conservation: the case of Amba Zuria land management, Ethiopia. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 19*(3), 258-267.
112. Desta, T. T. (2021). The genetic basis and robustness of naked neck mutation in chicken. *Tropical Animal Health and Production, 53*(1), 1-13.
113. Diamond, J. (2002). Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. *Nature, 418*(6898), 700-707.
114. Djitie, F. K., Megueni, C., Teguaia, A., & Bitom, D. L. (2015). Socioeconomic and technical investigation on family poultry in the Adamawa region of Cameroon. *Livestock Research for Rural Development, 27*(2).
115. Domyan, E. T., & Shapiro, M. D. (2017). Pigeonetics takes flight: evolution, development, and genetics of intraspecific variation. *Developmental Biology, 427*(2), 241-250.
116. Doutressoulle, G. (1947). Elevage en Afrique occidentale française. Available online: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2018000982> (Accessed on 20 January 2023).
117. Drizi, N. (2013). *Caractérisation morpho-pondérale et qualité nutritionnelle des oeufs de volaille locale; Influence du gène Na sur les profils lipidiques et protéiques*. Mémoire de Magister en sciences Agronomiques. Université de Mostaganem-Abdelhamid Ibn Badis, Algérie, 68p.
118. Dueppen, S. A. (2011). Early evidence for chickens at Iron Age Kirikongo (c. AD 100–1450), Burkina Faso. *Antiquity, 85*(327), 142-157.

119. Dunnington, E. A., & Siegel, P. B. (1986). Sex-linked Feathering Alleles (K, K+) in Chicks of Diverse Genetic Backgrounds: 1. Body Temperatures and Body Weights. *Poultry Science*, 65(2), 209-214.
120. Dwinger, R.H., Bell, J.G., & Permin, A. (2003). A program to improve family poultry production in Africa. B.P. 6268, Rabat-Institutes, Morocco. . Available online: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20046700320> (Accessed on 20 January 2023).
121. Ebsa, Y. A., Harpal, S., & Negia, G. G. (2019). Challenges and chicken production status of poultry producers in Bishoftu, Ethiopia. *Poultry science*, 98(11), 5452-5455.
122. Edgar, S. A., King, D. A., & Flanagan, C. (1952). Breeding and immunizing chickens for resistance to coccidiosis. *Annual Report of the Alabama Polytechnic Institute of the Agricultural Experiment Station 62&63*, 36-37.
123. Eisen, E. J., Bohren, B. B., & McKean, H. E. (1962). The Haugh unit as a measure of egg albumen quality. *Poultry Science*, 41(5), 1461-1468.
124. Ekou, D. C., Mabeki, R. M., Ngatse, S. D., & Akouango, P. (2022). Diversité génétique et performances zootechniques du poulet local Gallus gallus en milieu traditionnel à Ewo au Congo. *Journal of Applied Biosciences*, 173(1), 17938-17952.
125. Elferink, M. G., Megens, H. J., Vereijken, A., Hu, X., Crooijmans, R. P., & Groenen, M. A. (2012). Signatures of selection in the genomes of commercial and non-commercial chicken breeds. *PloS one*, 7(2), e32720.
126. Elferink, M. G., Vallée, A. A., Jungerius, A. P., Crooijmans, R. P., & Groenen, M. A. (2008). Partial duplication of the PRLR and SPEF2 genes at the late feathering locus in chicken. *BMC genomics*, 9(1), 1-9.
127. Elnagar, S. A., & Abd-Elhady, A. M. (2009). Exogenous estradiol: productive and reproductive performance and physiological profile of Japanese quail hens. *International Journal of Poultry Science*, 8(7), 634-641.
128. Emuron, N., Magala, H., Kyazze, F. B., Kugonza, D. R., & Kyarisiima, C. C. (2010). Factors influencing the trade of local chickens in Kampala city markets. *Livestock research for rural development*, 22(4), 1-14.
129. FAO (Food and Agriculture Organization). (2012). Phenotypic characterization of animal genetic resources. FAO Animal Production and Health Guidelines No.11. Rome.
130. FAO (Food and Agriculture Organization). (2000). Small-scale poultry production.
131. FAO (Food and Agriculture Organization). (2019). The Future of Livestock in Ethiopia. Opportunities and Challenges in the Face of Uncertainty.
132. Fathi, M. M., Galal, A., El-Safty, S., & Mahrous, M. (2013). Naked neck and frizzle genes for improving chickens raised under high ambient temperature: I. Growth performance and egg production. *World's Poultry Science Journal*, 69(4), 813-832.

133. Fathi, M. M., Galal, A., El-Safty, S., & Mahrous, M. (2014). Naked neck and frizzle genes for improving chickens raised under high ambient temperature: II. Blood parameters and immunity. *World's Poultry Science Journal*, 70(1), 165-172.
134. Fatoba, A. J., & Adeleke, M. A. (2018). Diagnosis and control of chicken coccidiosis: a recent update. *Journal of Parasitic Diseases*, 42(4), 483-493.
135. Fisher, R. A. (1934). Crest and hernia in fowls due to a single gene without dominance. *Science*, 80(2074), 288-289.
136. Fisinin, V. I., & Konopleva, A. P. (2015). About physiological and morphological processes in poultry at natural and induced molting. *Сельскохозяйственная биология*, (6 (eng)), 719-728.
137. Fisseha, M., Abera, M., & Tadelle, D. (2010). Assessment of village chicken production system and evaluation of the productive and reproductive performance of local chicken ecotype in Bure district, North West Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research*, 5(13), 1739-1748.
138. Fitsum, M. (2015). *Phenotypic characterization of local chicken ecotypes in the central zone of Tigray in Northern Ethiopia* (Doctoral dissertation, Jimma University).
139. Fotsa, J. C. (2008). *Characterization of local chicken populations (Gallus gallus) in Cameroon*. Doctoral dissertation. AgroParisTech, Université de Dschang, Cameroun. 301p.
140. Fotsa, J. C., Bordas, A., Rognon, X., Tixier-Boichard, M., Kamdem, D. P., & Manjeli, Y. (2007, March). Caractérisation des élevages et des poules locales et comparaison en station de leurs performances à celles d'une souche commerciale de type label au Cameroun. In 7. *Journées de la Recherche Avicoles*.
141. Fournier, A. (2005). *L'élevage des poules*. Editions Artémis.
142. Frahm, H. D., & Rehkämper, G. (1998). Allometric comparison of the brain and brain structures in the white crested polish chicken with uncrested domestic chicken breeds. *Brain, Behavior and Evolution*, 52(6), 292-307.
143. Frahm, H. D., Rehkämper, G., & Werner, C. W. (2001). Brain alterations in crested versus non-crested breeds of domestic ducks (*Anas platyrhynchos* fd). *Poultry science*, 80(9), 1249-1257.
144. Fumihito, A., Miyake, T., Sumi, S. I., Takada, M., Ohno, S., & Kondo, N. (1994). One subspecies of the red junglefowl (*Gallus gallus gallus*) suffices as the matriarchic ancestor of all domestic breeds. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91(26), 12505-12509.
145. Gál, E., Csippán, P., Daróczi-Szabó, L., & Daróczi-Szabó, M. (2010). Evidence of the crested form of domestic hen (*Gallus gallus* f. *domestica*) from three post-medieval sites in Hungary. *Journal of Archaeological Science*, 37(5), 1065-1072.
146. Ganabadi, S., Mutuviren, S., Hilmi, M. A., Babjee, S. M. A., Yaakub, H., & Fakurazi, S. (2009). Carcass composition of jungle fowl in comparison with broilers and indigenous chicken. *Asian Journal of Animal Sciences*, 3(1), 13-17.

147. Gari, G., Tilahun, G., & Dorchie, P. H. (2008). Study on poultry coccidiosis in Tiyo District, Arsi zone, Ethiopia. *International Journal of Poultry Science*, 7(3), 251-256.
148. Getu, A., & Birhan, M. (2014). Chicken production systems, performance and associated constraints in North Gondar Zone, Ethiopia. *British J. Poultry Sci*, 3, 27-35.
149. Gezahegn, T., Ashenafi, M., & Berhan, T. (2016). Evaluation of the egg production performance in Bovans brown and Koekoek Chicken Breeds under varied seasons and feeding regimes in South Wollo zone, Ethiopia. *Global Veterinaria*, 17(4), 318-324.
150. Gharekhani, J., Sadeghi-Dehkordi, Z., & Bahrami, M. (2014). Prevalence of coccidiosis in broiler chicken farms in Western Iran. *Journal of veterinary medicine*, 2014.
151. Gifford-Gonzalez, D., & Hanotte, O. (2011). Domesticating animals in Africa: implications of genetic and archaeological findings. *Journal of World Prehistory*, 24(1), 1-23.
152. Glenneis, K. (2020). Indigenous Chicken Breeds. . Available online: <https://southafrica.co.za/indigenous-chicken-breeds.html> (Accessed on 20 January 2023).
153. Gondwe, T. N., Wollny, C. B. A., & Kaumbata, W. (2005). Marketing system and channels for scavenging local chickens in Lilongwe, Malawi. *Livestock Research for Rural Development*, 17(3).
154. Goromela, E. H., Kwakkel, R. P., Verstegen, M. W. A., & Katule, A. M. (2006). Strategies to optimize the use of scavengeable feed resource base by smallholders in traditional poultry production systems in Africa: A review. *African Journal of Agricultural Research*, 1(4), 91-100.
155. Guèye, E. F. (2000). The role of family poultry in poverty alleviation, food security and the promotion of gender equality in rural Africa. *Outlook on agriculture*, 29(2), 129-136.
156. Guèye, E. H. F. (1998). Village egg and fowl meat production in Africa. *World's Poultry Science Journal*, 54(1), 73-86.
157. Guni, F. S., Katule, A. M., & Mwakilembe, P. A. A. (2013). Characterization of local chickens in selected districts of the Southern Highlands of Tanzania: II. Production and Morphometric traits. *Livestock Research for Rural Development*, 25(11), 25-190.
158. Gunya, B., Muchenje, V., Gxasheka, M., Tyasi, T., & Masika, P. (2020). Management practices and contribution of village chickens to livelihoods of communal farmers: The case of Centane and Mount Frere in Eastern Cape, South Africa. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(4).
159. Hagan, J. K., Bosompem, M., & Adjei, I. A. (2013). The productive performance of local chickens in three ecological zones of Ghana. *Journal of Agricultural and Biological Science*, 8(1), 51-6.
160. Hailu, A., Wuletaw, Z., & Mazengia, H. (2014). Breeding practice and objective of indigenous chicken in North Wollo, Amhara regional State, Ethiopia. *International Journal of livestock production*, 5(1), 15-22.

161. Halbouche, M., Dahloum, L., Mouats, A., Didi, M., Ghali, S., Boudjenah, W., & Fellahi, A. (2009). Inventaire phénotypique des populations avicoles locales dans le Nord-Ouest algérien, caractérisation morphologique des animaux et des œufs. *Des Premières Journées D'étude Ressources Génétiques Avicoles Locales: Potentiel Et Perspectives De Valorisation*, 23, 7-12.
162. Halima, H. (2007). Phenotypic and genetic characterization of indigenous chicken populations in Northwest Ethiopia. Doctoral dissertation. Université de l'État-Libre, Afrique du Sud, 175p.
163. Hall, S. J., & Bradley, D. G. (1995). Conserving livestock breed biodiversity. *Trends in ecology & evolution*, 10(7), 267-270.
164. Hamilton, R. M. G. (1982). Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. *Poultry science*, 61(10), 2022-2039.
165. Hammerle, J. R. (1969). An engineering appraisal of egg shell strength evaluation techniques. *Poultry Science*, 48(5), 1708-1717.
166. Hantanirina, H. I., Rabearimisa, R. N., Andrianantenaina, N. A. R. R., & Rakotozandriny, J. N. (2019). Indigenous Race of Hen: Egg Physical Characteristics and Laying Performance-Case of a Family Poultry Farm in Madagascar. *Poultry Science Journal*, 7(2), 171-181.
167. Haoua, M. T., Keambou, C. T., Poutougnigni, M. Y., & Manjeli, Y. (2015). Characterisation of indigenous chicken production systems in the Sudano-sahelian zone of Cameroon. *Livestock Research for Rural Development*, 27(2).
168. Harms, R. H., & Hussein, S. M. (1993). Variations in yolk: albumen ratio in hen eggs from commercial flocks. *Journal of Applied Poultry Research*, 2(2), 166-170.
169. Harris, D. L., Garwood, V. A., Lowe, P. C., Hester, P. Y., Crittenden, L. B., & Fadly, A. M. (1984). Influence of sex-linked feathering phenotypes of parents and progeny upon lymphoid leukosis virus infection status and egg production. *Poultry science*, 63(3), 401-413.
170. Hassaballah, K., Zeuh, V., Mopate, L. Y., & Sembene, M. (2015). Caractérisation morpho-biométrique de poule (*Gallus gallus*) locales dans trois zones agro-écologiques du Tchad. *Livestock Research for Rural Development*, 27(3), 1989-1993.
171. Hata, A., Nunome, M., Suwanasopee, T., Duengkae, P., Chaiwatana, S., Chamchumroon, W., ... & Srikulnath, K. (2021). Origin and evolutionary history of domestic chickens inferred from a large population study of Thai red junglefowl and indigenous chickens. *Scientific reports*, 11(1), 1-15.
172. Hauck, R., Carrisosa, M., McCrea, B. A., Dormitorio, T., & Macklin, K. S. (2019). Evaluation of next-generation amplicon sequencing to identify *Eimeria* spp. of chickens. *Avian diseases*, 63(4), 577-583.
173. Haug, A., Gjevre, A. G., Thebo, P., Mattsson, J. G., & Kaldhusdal, M. (2008). Coccidial infections in commercial broilers: epidemiological aspects and comparison of *Eimeria*

- species identification by morphometric and polymerase chain reaction techniques. *Avian pathology*, 37(2), 161-170.
174. Haugh, R. R. (1937). The Haugh unit for measuring egg quality. *United States egg and poultry magazine*, 43, 522-555.
175. Haunshi, S., Niranjana, M., Shanmugam, M., Padhi, M. K., Reddy, M. R., Sunitha, R., ... & Panda, A. K. (2011). Characterization of two Indian native chicken breeds for production, egg and semen quality, and welfare traits. *Poultry Science*, 90(2), 314-320.
176. Haunshi, S., Sharma, D., Nayal, L. M. S., Singh, D. P., & Singh, R. V. (2002). Effect of naked neck gene (NA) and frizzle gene (F) on immunocompetence in chickens. *British Poultry Science*, 43(1), 28-32.
177. Henry, H. (2019). Analysis of Rwandan Smallholder Poultry Farmer Needs in Production Manuals. Undergraduate Honors Thesis. University of Arkansas, United States, 20p.
178. Hertwig, P., & Rittershaus, T. (1929). Die Erbfaktoren der Haushühner. *Zeitschrift für Induktive Abstammungs- und Vererbungslehre*, 51(1), 354-372.
179. Hillier, L. W., Miller, W., Birney, E., Warren, W., Hardison, R. C., Ponting, C. P., ... & von Mering, C. (2004). International Chicken Genome Sequencing Consortium: Sequence and comparative analysis of the chicken genome provide unique perspectives on vertebrate evolution. *Nature*, 432(7018), 69-716.
180. Hirwa, C. D., Kugonza, R. D., Kayitesi, A., Murekezi, T., Semahoro, F., Uwimana, G., & Habimana, R. (2019). Phenotypes, production systems and reproductive performance of indigenous chickens in contemporary Rwanda. *International Journal of Livestock Production*, 10(10), 213–231.
181. Holmdahl, O. J. M., & Mattsson, J. G. (1996). Rapid and sensitive identification of *Neospora caninum* by in vitro amplification of the internal transcribed spacer 1. *Parasitology*, 112(2), 177-182.
182. Horst, P. (1989). Native fowl as reservoir for genomes and major genes with direct and indirect effects on the adaptability and their potential for tropically orientated breeding plans. *Archiv fuer Gefluegelkunde (Germany, FR)*. Available online: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=DE91A0063> (Accessed on 20 January 2023).
183. Hughes, B. O. (2012). Alternative Systems for Poultry–Health, Welfare and Productivity. Poultry Science Symposium Series Volume 30. Edited by Victoria Sandilands and Paul M. Hocking.
184. Hussain, S., Ahmed, Z., Khan, M. N., & Khan, T. A. (2013). A study on quality traits of chicken eggs collected from different areas of Karachi. *Sarhad Journal of Agriculture*, 29(2), 255-259.
185. Ibrahim, B. M., Iya, S. B., Mbassi, L. S., Madi, M. A., Abdoullahi, I., Vondou, S. V., ... & Miegoue, E. (2022). Influence du type génétique sur les caractéristiques physiques et



- les performances d'incubation des œufs de poules villageoises (*Gallus gallus*) au Cameroun. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 75(2), 41-45.
186. ICGSC (International Chicken Genome Sequencing Consortium). (2004). Sequence and comparative analysis of the chicken genome provide unique perspectives on vertebrate evolution. *Nature*, 432(7018), 695-716.
  187. Idriss, M., Haruna, A., Isah, A., Karamba, H., Sondhi, S., Kaur, L. (2019). The prevalence of chicken coccidiosis among local breeds in Geidam Local Government Area of Yobe State, North Eastern Nigeria. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 8(3):711–725.
  188. Ikani, E. I., & Annette, A. I. (2000). Improving the performance of local chickens. National Agricultural Extension Liason Services, Ahmadu Bello University, Zaria. *Extension Bulletin*, (92).
  189. Iqbal, A., Akram, M., Sahota, A. W., Javed, K., Hussain, J., Sarfraz, Z., & Mehmood, S. (2012). Laying characteristics and egg geometry of four varieties of indigenous Aseel chicken in Pakistan. *J. Anim. Plant Sci*, 22(4), 848-852.
  190. Irwin, D. E. (2018). Sex chromosomes and speciation in birds and other ZW systems. *Molecular Ecology*, 27(19), 3831-3851.
  191. Isaac, U. C., & Obike, M. O. (2020). Phenotypic correlations between body weight and egg production traits of local chicken genotypes in humid tropical rain forest of Umudike. *International Journal of Agriculture and Biosciences*, 9(3), 128-133.
  192. Islam, M. A., & Nishibori, M. (2009). Indigenous naked neck chicken: a valuable genetic resource for Bangladesh. *World's Poultry Science Journal*, 65(1), 125-138.
  193. Jacob, J. P., Miles, R. D., & Mather, F. B. (2000). Egg quality. *Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS), University of Florida PS*, 24.
  194. Jadhav, B. N., Nikam, S. V., Bhamre, S. N., & Jaid, E. L. (2011). Study of *Eimeria necatrix* in broiler chicken from Aurangabad District of Maharashtra state India. *International Multidisciplinary Research Journal*, 1(11).
  195. Jang, S. I., Jun, M. H., Lillehoj, H. S., Dalloul, R. A., Kong, I. K., Kim, S., & Min, W. (2007). Anticoccidial effect of green tea-based diets against *Eimeria maxima*. *Veterinary Parasitology*, 144(1-2), 172-175.
  196. Jarvis, E. D., Mirarab, S., Aberer, A. J., Li, B., Houde, P., Li, C., ... & Zhang, G. (2014). Whole-genome analyses resolve early branches in the tree of life of modern birds. *Science*, 346(6215), 1320-1331.
  197. Johnson, J., & Reid, W. M. (1970). Anticoccidial drugs: lesion scoring techniques in battery and floor-pen experiments with chickens. *Experimental parasitology*, 28(1), 30-36.
  198. Jordan, F., Pattison, M., Alexander, D., & Faragher, T. (2002). Parasitic diseases. In: *Poultry Disease* (5th ed.) (pp. 405-420). Hong Kong: W.B. Saunders.
  199. Kahn, C. M. (2008). *The Merck Veterinary Manual* 9th ed. White house station, N.J., USA, Merck &CO, Inc pp. 2201-2206.

200. Kaingu, F., Liu, D., Wang, L., Tao, J., Waihenya, R., & Kutima, H. (2017). Anticoccidial effects of *Aloe secundiflora* leaf extract against *Eimeria tenella* in broiler chicken. *Tropical animal health and production*, 49(4), 823-828.
201. Kamau, C. N. (2018). Impact of improved poultry production technologies among smallholder indigenous chicken farmers in Kakamega and Makeni-Kenya. Doctoral dissertation. Kenyatta University, Nairobi, Kenya. 115p.
202. Kansaku, N., Guémené, D., Nakamura, A., & Uchida, M. (2011). Sequence characterization of K-gene linked region in various chicken breeds. *The journal of poultry science*, 1104270110-1104270110.
203. Karoui, R., Kemps, B., Bamelis, F., De Ketelaere, B., Decuyper, E., & De Baerdemaeker, J. (2006). Methods to evaluate egg freshness in research and industry: A review. *European Food Research and Technology*, 222(5), 727-732.
204. Kaspers, B. (2016). An egg a day—the physiology of egg formation. *Lohmann information*, 50(2), 13-15.
205. Kassambara, A. I. (1989, November). La production avicole au Mali: problèmes et perspectives. In *Proceedings of an International* (pp. 140-150).
206. Katunga, M., Balemirwe, K., Masheka, F., & Zamukulu, P. (2020). Production Systems and Contribution on Characterization of Local Chickens in Smallholder Farmer in Sud-Kivu Province, Democratic Republic of the Congo (DRC). *Open Access Library Journal*, 7, 1-12.
207. Kejela, Y. (2020). Production Performance of Chicken under Farmers' Management and Their Roles at Urban Household Economy in Southern Ethiopia. *Agricultural Sciences*, 11(2), 178-190.
208. Kejela, Y., Banerjee, S., & Taye, M. (2019). Some internal and external egg quality characteristics of local and exotic chickens reared in Yirgalem and Hawassa towns, Ethiopia. *International Journal of Livestock Production*, 10(5), 135-142.
209. Kgwatalala, P. M., Molapisi, M., Thutwa, K., Sekgopi, B., Selemoge, T. P., & Nsoso, S. J. (2016). Egg quality characteristics and phenotypic correlations among egg quality traits in the naked neck, normal and dwarf strains of Tswana chickens raised under intensive management system. *International Journal of Environmental & Agriculture Research*, 2(8), 96-105.
210. Khalafalla, A. I., Awad, S., & Hass, W. (2000). Village poultry production in the Sudan. *Department of micro biology, Faculty of veterinary science, University of Khartoum, Khartoum, North Sudan*, 20.
211. Khan, S. H. (2018). Recent advances in role of insects as alternative protein source in poultry nutrition. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), 1144-1157.
212. King'ori, A. M. (2004). *The protein and energy requirements of indigenous chickens (Gallus domesticus) of Kenya*. Doctoral dissertation. Egerton University, Kenya.

213. King' Ori, A. M. (2011). Review of the factors that influence egg fertility and hatchability in poultry. *International Journal of poultry science*, 10(6), 483-492.
214. Kirunda, D. F., Scheideler, S. E., & McKee, S. R. (2001). The efficacy of vitamin E (DL- $\alpha$ -tocopheryl acetate) supplementation in hen diets to alleviate egg quality deterioration associated with high temperature exposure. *Poultry Science*, 80(9), 1378-1383.
215. Kolawole, R. (2010). *Frequency and Effect of Spur Gene on Metric Parameters in the Nigerian Local Chicken in a Southern Guinea Savannah Area of Nigeria* (Doctoral dissertation, Department of Animal Production, Federal University of Technology Minna).
216. Kouadio, K. E., Kreman, K., Kouadja, G. S., Kouao, B. J., & Fantodji, A. (2013). Influence du système d'élevage sur la reproduction de la poule locale *Gallus domesticus* en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 72, 5830-5837.
217. Kovacs-Nolan, J., Phillips, M., & Mine, Y. (2005). Advances in the value of eggs and egg components for human health. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(22), 8421-8431.
218. Kugonza, D. R., Kyarisiima, C. C., & Iisa, A. (2004). Indigenous chicken flocks of Eastern Uganda: I. Productivity, management and strategies for better performance. Available online: <http://196.43.133.114/bitstream/handle/10570/1387/kugonza-kyarisiima-lisa-agric-res.pdf?sequence=1> (Accessed on 20 January 2023).
219. Kumar, S., Garg, R., Moftah, A., Clark, E. L., Macdonald, S. E., Chaudhry, A. S., ... & Blake, D. P. (2014). An optimised protocol for molecular identification of *Eimeria* from chickens. *Veterinary parasitology*, 199(1-2), 24-31.
220. Kyarisiima, C. C., Kugonza, D. R., & Twesigye, C. K. (2004). The potential role of Ugandan indigenous chicken in poverty alleviation. Available online: <https://kyuspace.kyu.ac.ug/handle/20.500.12504/357> (Accessed on 20 January 2023).
221. Lal, K., Bromley, E., Oakes, R., Prieto, J. H., Sanderson, S. J., Kurian, D., ... & Tomley, F. M. (2009). Proteomic comparison of four *Eimeria tenella* life-cycle stages: Unsporulated oocyst, sporulated oocyst, sporozoite and second-generation merozoite. *Proteomics*, 9(19), 4566-4576.
222. Lammie, D., Bain, M. M., & Wess, T. J. (2005). Microfocus X-ray scattering investigations of eggshell nanotexture. *Journal of synchrotron radiation*, 12(6), 721-726.
223. Lawal, R. A., Al-Atiyat, R. M., Aljumaah, R. S., Silva, P., Mwacharo, J. M., & Hanotte, O. (2018). Whole-genome resequencing of red junglefowl and indigenous village chicken reveal new insights on the genome dynamics of the species. *Frontiers in genetics*, 9, 264.
224. Lawal, R. A., Martin, S. H., Vanmechelen, K., Vereijken, A., Silva, P., Al-Atiyat, R. M., ... & Hanotte, O. (2020). The wild species genome ancestry of domestic chickens. *BMC biology*, 18(1), 1-18.

225. Lawler, A. (2016). *Why did the chicken cross the world?: the epic saga of the bird that powers civilization*. Simon and Schuster. *The Auk*, Volume 134, Issue 4, 1 October 2017, Pages 919–921.
226. Letebrhan, G., Aberra, M., Sandip, B., & Gebremedhn, B. (2015). Characterization of village chicken production system under traditional management in Gantaafeshum district of Eastern Tigray, Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*, 27(9).
227. Levin, I., & Smith, E. J. (1990). Molecular Analysis of Endogenous Virus ev 21-Slow Feathering Complex of Chickens.: 1. Cloning of Proviral-Cell Junction Fragment and Unoccupied Integration Site. *Poultry Science*, 69(11), 2017-2026.
228. Li, J., Lee, M. O., Davis, B. W., Wu, P., Hsieh Li, S. M., Chuong, C. M., & Andersson, L. (2021). The crest phenotype in domestic chicken is caused by a 195 bp duplication in the intron of HOXC10. *G3*, 11(2), jkaa048.
229. Li-Chan, E. C., & Kim, H. O. (2008). Structure and chemical composition of eggs. *Egg bioscience and biotechnology*, 10, 9780470181249.
230. Lien, Y. Y., Sheu, S. C., Liu, H. J., Chen, S. C., Tsai, M. Y., Luo, S. C., ... & Su, H. Y. (2007). Cloning and nucleotide sequencing of the second internal transcribed spacer of ribosomal DNA for three species of Eimeria from chickens in Taiwan. *The Veterinary Journal*, 173(1), 184-189.
231. Lillehoj, H. S., & Trout, J. M. (1993). Coccidia: a review of recent advances on immunity and vaccine development. *Avian Pathology*, 22(1), 3-31.
232. Lindahl, J. F., Young, J., Wyatt, A., Young, M., Alders, R., Bagnol, B., ... & Grace, D. (2019). Do vaccination interventions have effects? A study on how poultry vaccination interventions change smallholder farmer knowledge, attitudes, and practice in villages in Kenya and Tanzania. *Tropical animal health and production*, 51(1), 213-220.
233. Linnaeus, C. (1758). *Systema naturae* (Vol. 1, No. part 1, p. 532). Holmiae (Laurentii Salvii): Stockholm. Available online: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/10277#page/3/mode/1up> (Accessed on 20 January 2023).
234. Liswaniso, S., Ning, Q. I. N., Xuesong, S. H. A. N., Chimbaka, I. M., Xue, S. U. N., & Rifu, X. U. (2020). Quality Characteristics, Phenotypic correlations and Principal Component Analysis of Indigenous Free Range Chicken Eggs in Lusaka; Zambia. *Int. J. Agric. Res*, 6, 29-35.
235. Liu, X., Wang, J., Huang, Q., Cheng, L., Gan, R., Liu, L., ... & Geng, F. (2020). Underlying mechanism for the differences in heat-induced gel properties between thick egg whites and thin egg whites: Gel properties, structure and quantitative proteome analysis. *Food Hydrocolloids*, 106, 105873.
236. Liu, Y. P., Wu, G. S., Yao, Y. G., Miao, Y. W., Luikart, G., Baig, M., ... & Zhang, Y. P. (2006). Multiple maternal origins of chickens: out of the Asian jungles. *Molecular phylogenetics and evolution*, 38(1), 12-19.

237. Long, P. L., Millard, B. J., Joyner, L. P., & Norton, C. C. (1976). A guide to laboratory techniques used in the study and diagnosis of avian coccidiosis. *Folia Veterinaria Latina*, 6(3), 201-217.
238. Lordelo, M., Cid, J., Cordovil, C. M., Alves, S. P., Bessa, R. J., & Carolino, I. (2020). A comparison between the quality of eggs from indigenous chicken breeds and that from commercial layers. *Poultry Science*, 99(3), 1768-1776.
239. Loukou, N. G. E. (2013). *Caractérisation phénotypique et moléculaire des poulets locaux (Gallus gallus domesticus Linné, 1758) de deux zones agro-écologiques de la Côte-d'Ivoire*. Doctoral dissertation. Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire, 205p.
240. Luo, C., Shen, X., Rao, Y., Xu, H., Tang, J., Sun, L., ... & Zhang, X. (2012). Differences of Z chromosome and genomic expression between early-and late-feathering chickens. *Molecular biology reports*, 39(5), 6283-6288.
241. MacDonald, K. C., & Edwards, D. N. (1993). Chickens in Africa: the importance of Qasr Ibrim. *Antiquity*, 67(256), 584-590.
242. MacDonald, S. E., Nolan, M. J., Harman, K., Boulton, K., Hume, D. A., Tomley, F. M., ... & Blake, D. P. (2017). Effects of *Eimeria tenella* infection on chicken caecal microbiome diversity, exploring variation associated with severity of pathology. *PLoS one*, 12(9), e0184890.
243. MacDonald, S. E., van Diemen, P. M., Martineau, H., Stevens, M. P., Tomley, F. M., Stabler, R. A., & Blake, D. P. (2019). Impact of *Eimeria tenella* coinfection on *Campylobacter jejuni* colonization of the chicken. *Infection and immunity*, 87(2), e00772-18.
244. Machete, J. B., Nsoso, S. J., Kgwatalala, P. M., Moreki, J. C., & Aganga, A. O. (2017). Phenotypic characterization of Tswana chickens based on quantitative traits in Kweneng and Southern Districts, Botswana. *Livestock Research for Rural Development*, 29(7).
245. Mafeni, M. J., Horst, P., Vershulst, A., & Pone, K. D. (2005). Production performance and exploitation of heterosis in Cameroon indigenous and German Dahlem Red chickens and their crossbreds. *Bulletin of Animal Health and Production in Africa*, 53, 266-272.
246. Magothe, T. M., Muhuyi, W. B., & Kahi, A. K. (2011). Genetic parameters for egg and body weights of indigenous chicken in Kenya. *Animal Production Society of Kenya*, 36.
247. Mahammi, F. Z., Gaouar, S. B. S., Bouri, S. M., Aidouni, H., & Tabet-Aoul, N. (2021). Study of zootechnical performances of 4 genotypes of local Algerian chickens in experimental station. *Livestock Research for Rural Development*, 33(2), 29.
248. Mahammi, F. Z. (2015). *Caractérisation phénotypique et moléculaire des populations de poules locales (Gallus gallus domesticus) de l'Ouest Algérien*. Doctoral dissertation. Université d'Oran, Algérie, 184p.
249. Mahammi, F. Z., Gaouar, S. B. S., Tabet-Aoul, N., Tixier-Boichard, M., & Saïdi-Mehtar, N. (2014). Caractéristiques morpho-biométriques et systèmes d'élevage des poules locales en Algérie occidentale (Oranie). *Cah. Agric.*, 23, 382-392.

250. Mahoro, J., Muasya, T. K., Mbuza, F., Habimana, R., & Kahi, A. K. (2017). Characterization of indigenous chicken production systems in Rwanda. *Poultry Science*, 96(12), 4245-4252.
251. Mahrous, M., Galal, A., Fathi, M. M., & Zein El-Dein, A. (2008). Impact of naked neck (Na) and frizzle (F) genes on growth performance and immunocompetence in chickens. *International Journal of Poultry Science*, 7(1), 45-54.
252. Mai, K., Sharman, P. A., Walker, R. A., Katrib, M., Souza, D. D., McConville, M. J., ... & Smith, N. C. (2009). Oocyst wall formation and composition in coccidian parasites. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 104, 281-289.
253. Mailu, S. K., Wachira, M. A., Munyasi, J. W., Nzioka, M., Kibiru, S. K., Mwangi, D. M., ... & Kithome, L. (2012). Influence of prices on market participation decisions of indigenous poultry farmers in four districts of Eastern Province, Kenya. *Journal of Agriculture and Social Research (JASR)*, 12(1), 1-10.
254. Mammo, M., Berhan, T., & Dessie, T. (2008). Socio-economical contribution and labor allocation of village chicken production of Jamma district, South Wollo, Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*, 20(10).
255. Mann, K. (2008). Proteomic analysis of the chicken egg vitelline membrane. *Proteomics*, 8(11), 2322-2332.
256. Mansoori, B., & Modirsanei, M. (2012). Effects of dietary tannic acid and vaccination on the course of coccidiosis in experimentally challenged broiler chicken. *Veterinary Parasitology*, 187(1-2), 119-122.
257. Manyelo, T. G., Selaledi, L., Hassan, Z. M., & Mabelebele, M. (2020). Local chicken breeds of Africa: Their description, uses and conservation methods. *Animals*, 10(12), 2257.
258. Mapiye, C., & Sibanda, S. (2005). Constraints and opportunities of village chicken production systems in the smallholder sector of Rushinga district of Zimbabwe. *Livestock Research for Rural Development*, 17(10), 2005.
259. Markos, S., Belay, B., & Astatkie, T. (2017). Evaluation of egg quality traits of three indigenous chicken ecotypes kept under farmers' management conditions. *Int. J. Poult. Sci*, 16, 180-188.
260. Markos, S., Belay, B., & Dessie, T. (2014). Incubation and Brooding Practices of Local Chicken Producers in Ethiopia: The Case of Western Zone of Tigray. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 4(25).
261. Masabanda, J. S., Burt, D. W., O'Brien, P. C., Vignal, A., Fillon, V., Walsh, P. S., ... & Griffin, D. K. (2004). Molecular cytogenetic definition of the chicken genome: the first complete avian karyotype. *Genetics*, 166(3), 1367-1373.
262. Mathis, G. F., Washburn, K. W., & McDougald, L. R. (1984). Genetic variability of resistance to *Eimeria acervulina* and *E. tenella* in chickens. *Theoretical and applied genetics*, 68(5), 385-389.

263. Matoba, N., Yamada, Y., Usui, H., Nakagiri, R., & Yoshikawa, M. (2001). Designing potent derivatives of ovokinin (2-7), an anti-hypertensive peptide derived from ovalbumin. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 65(3), 736-739.
264. Mbuza, F., Denis, M., January, M., & Xavier, R. (2016). Characterization of low cost village Poultry production in Rwanda. *International Journal of livestock production*, 7(9), 76-82.
265. McCullough, C. (2017). Chickens Can Provide a Nice Boost to Income. Available online: <https://www.poultryworld.net/Home/General/2017/10/Chickens-can-provide-a-nice-boost-to-income-204536E/> (Accessed on 31 October 2022).
266. McDougald, L. R. (2003). Coccidiosis In "Disease of Poultry" Ed. By YM Saif, HJ Barnes, AM Fadly, JR Glisson, LR McDougald, DE Swayne, 974-991.
267. McDougald, L., Fitz-Coy, S., & Swayne, D. E. (2013). Coccidiosis: protozoal infections. *Diseases of poultry, 13th ed.; Blackwell: New York, NY, USA*, 1148-1166.
268. Mebratu, G. Y. (1997). Experiences from an FAO poultry development project in Ethiopia. In *Proceedings of the International Workshop on Sustainable Rural Poultry Production in Africa* (pp. 57-65).
269. Mekonnen, G. (2007). *Characterization of smallholder poultry production and marketing system of Dale, Wonsho and Loka Abaya Weredas of southern Ethiopia*. Doctoral dissertation. Université de Hawassa, Éthiopie, 95p.
270. Melesse, A., & Negesse, T. (2011). Phenotypic and morphological characterization of indigenous chicken populations in southern region of Ethiopia. *Animal Genetic Resources/Recursos genéticos animales/Recursos genéticos animales*, 49, 19-31.
271. Melesse, A., Worku, Z., & Teklegiorgis, Y. (2013). Assessment of the prevailing handling and quality of eggs from scavenging indigenous chickens reared in different agro-ecological zones of Ethiopia. *Journal of Environmental and Occupational Health*, 2(1), 1-8.
272. Mengesha, M. (2012). Indigenous chicken production and the innate characteristics. *Asian Journal of Poultry Science*, 6(2), 56-64.
273. Merat, P. (1986). Potential usefulness of the Na (naked neck) gene in poultry production. *World's Poultry Science Journal*, 42(2), 124-142.
274. Merat, P. (1990). Pleiotropic and associated effects of major genes. *Developments in Animal and Veterinary Sciences (Netherlands)*. Available online: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=NL9000983> (Accessed on 20 January 2023).
275. Miao, Y. W., Peng, M. S., Wu, G. S., Ouyang, Y. N., Yang, Z. Y., Yu, N., ... & Zhang, Y. P. (2013). Chicken domestication: an updated perspective based on mitochondrial genomes. *Heredity*, 110(3), 277-282.

276. Michels, M. G., Bertolini, L. C. T., Esteves, A. F., Moreira, P., & Franca, S. C. (2011). Anticoccidial effects of coumestans from *Eclipta alba* for sustainable control of *Eimeria tenella* parasitosis in poultry production. *Veterinary Parasitology*, 177(1-2), 55-60.
277. Milkias, M. (2018). Productive and reproductive performance of indigenous chickens in Ethiopia. *International journal of livestock production*, 9(10), 253-259.
278. Mine, Y. (1995). Recent advances in the understanding of egg white protein functionality. *Trends in Food Science & Technology*, 6(7), 225-232.
279. Minga, U. M., Msoffe, P. L., & Gwakisa, P. S. (2004). Biodiversity (variation) in disease resistance and in pathogens within rural chicken populations. In *International Health Network for Family Poultry (INFD). World Poultry Congress* (pp. 8-13).
280. Mlozi, M. R. S., Kakengi, A. V. M., Minga, U. M., Mtambo, A. M., & Olsen, J. E. (2003). Marketing of free range local chickens in Morogoro and Kilosa urban markets, Tanzania. *Livestock Research for Rural Development*, 15(2), 2003.
281. Moazami-Goudarzi, K., Furet, J. P., Grosclaude, F., & Laloë, D. (1997). Analysis of genetic relationships between 10 cattle breeds with 17 microsatellites. *Animal Genetics*, 28(5), 338-345.
282. Mohammed, B. R., & Sunday, O. S. (2015). An overview of the prevalence of avian coccidiosis in poultry production and its economic importance in Nigeria. *Veterinary Research International*, 3(3), 35-45.
283. Mohammed, M. D., Abdalsalam, Y. I., Kheir, A. M., Jin-yu, W., & Hussein, M. H. (2005). Growth performance of indigenous x exotic crosses of chicken and evaluation of general and specific combining ability under Sudan condition. *International Journal of Poultry Science*, 4(7), 468-471.
284. Mohiti-Asli, M., & Ghanaatparast-Rashti, M. (2015). Dietary oregano essential oil alleviates experimentally induced coccidiosis in broilers. *Preventive veterinary medicine*, 120(2), 195-202.
285. Molla, M. (2010). *Characterization of village chicken production and marketing system in Gomma Wereda, Jimma Zone, Ethiopia*. Doctoral dissertation. Université de Jimma Éthiopie, 92p.
286. Molnár, S., & Szöllösi, L. (2020). Sustainability and quality aspects of different table egg production systems: a literature review. *Sustainability*, 12(19), 7884.
287. Monira, K. N., Salahuddin, M., & Miah, G. J. I. J. P. S. (2003). Effect of breed and holding period on egg quality characteristics of chicken. *International Journal of Poultry Science*, 2, 261-263.
288. Moreki, J. C. (2010). Village poultry production in Serowe-Palapye sub-district of Botswana. *Livestock Research for Rural Development*, 22(3), 46.
289. Morris, G. M., & Gasser, R. B. (2006). Biotechnological advances in the diagnosis of avian coccidiosis and the analysis of genetic variation in *Eimeria*. *Biotechnology Advances*, 24(6), 590-603.



290. Morsli, S., Zeghdoudi, M., Merdaci, L., Tahri, M., & Aoun, L. (2019). Morphology and body indexes of indigenous fowls in Northeastern Algeria. *Livestock Research for Rural Development*, 31(11).
291. Mou, C., Pitel, F., Gourichon, D., Vignoles, F., Tzika, A., Tato, P., ... & Headon, D. J. (2011). Cryptic patterning of avian skin confers a developmental facility for loss of neck feathering. *PLoS biology*, 9(3), e1001028.
292. Mouffok, C., Semara, L., Ghoualmi, N., & Belkasmi, F. (2019). Comparison of some nonlinear functions for describing broiler growth curves of Cobb 500 strain. *Poultry Science Journal*, 7(1), 51-61.
293. Moula, N., Antoine-Moussiaux, N., Decuypere, E., Farnir, F., Mertens, K., De Baerdemaeker, J., & Leroy, P. (2010). Comparative study of egg quality traits in two Belgian local breeds and two commercial lines of chickens. *Arch. Geflügelkunde*, 74, 164-171.
294. Moula, N., Antoine-Moussiaux, N., Farnir, F., Detilleux, J., & Leroy, P. (2009). Réhabilitation socio-économique d'une poule locale en voie d'extinction: la poule Kabyle (Thayazit lekvayel). In *Annales de Médecine vétérinaire* (Vol. 153). ULg-Université de Liège, Liège, Belgium.
295. Moula, N., Detiffe, N., Farnir, F., Antoine-Moussiaux, N., & Leroy, P. (2012). Aviculture familiale au Bas-Congo, République Démocratique du Congo (RDC). *Livestock Research for Rural Development*, 24(5).
296. Mpenda, F. N., Schilling, M. A., Campbell, Z., Mngumi, E. B., & Buza, J. (2019). The genetic diversity of local African chickens: A potential for selection of chickens resistant to viral infections. *Journal of Applied Poultry Research*, 28(1), 1-12.
297. Mtileni, B. J., Muchadeyi, F. C., Maiwashe, A., Phitsane, P. M., Halimani, T. E., Chimonyo, M., & Dzama, K. (2009). Characterisation of production systems for indigenous chicken genetic resources of South Africa. *Applied Animal Husbandry & Rural Development*, 2(1), 18-22.
298. Muchadeyi, F. C., Eding, H., Simianer, H., Wollny, C. B. A., Groeneveld, E., & Weigend, S. (2008). Mitochondrial DNA D-loop sequences suggest a Southeast Asian and Indian origin of Zimbabwean village chickens. *Animal genetics*, 39(6), 615-622.
299. Muchadeyi, F. C., Sibanda, S., Kusina, N. T., Kusina, J., & Makuza, S. (2004). The village chicken production system in Rushinga District of Zimbabwe. *Livestock Research for Rural Development*, 16(6), 2004.
300. Muchenje, V., & Sibanda, S. (1997). Informal surveys report on village chicken production systems in Nharira-Lancashire and Sanyati farming areas. *Unpublished*.
301. Mugumaarhahama, Y., Ayagirwe, R. B. B., Mutwedu, V. B., Sadiki, J. M., Baenyi, P., Mushagalusa, A. C., & Bisimwa, E. B. (2016). Caractérisation des systèmes de production de poule locale dans deux zones agro-écologiques du Sud-Kivu (République Démocratique du Congo). *Livestock Research for Rural Development*, 28(1).

302. Mujyambere, V., Adomako, K., Olympio, S. O., Ntawubizi, M., Nyinawamwiza, L., Mahoro, J., & Conroy, A. (2022). Local chickens in East African region: Their production and potential. *Poultry Science*, *101*(1), 101547.
303. Mukharjee, T. K. (1990). Breeding and selection programs in developing countries. *Poultry Breeding and Genetics*. Ed. RD Crawford (Elsevier), 1049-1060.
304. Musa, I. W., Sa'idu, L., Jatau, I. D., Adamu, J., Otu, M. O., & Abdu, P. A. (2010). Outbreak of coccidiosis in 5-day old commercial broiler breeder flock in Zaria, Nigeria. *International Journal of Poultry Science*, *9*(12), 1112-1115.
305. Mushi, E. Z., Binta, M. G., Chabo, R. G., Ndebele, R. T., & Ramathodi, T. (2000). Diseases and management of indigenous chickens in Oodi, Kgatleng, Botswana. *World's Poultry Science Journal*, *56*(2), 153-157.
306. Mutibvu, T., Chimonyo, M., & Halimani, T. E. (2018). Effects of strain and sex on the behaviour of free-range slow-growing chickens raised in a hot environment. *Journal of Applied Animal Research*, *46*(1), 224-231.
307. Mwalusanya, N. A., Katule, A. M., Mutayoba, S. K., Mtambo, M. M. A., Olsen, J. E., & Minga, U. M. (2002). Productivity of local chickens under village management conditions. *Tropical Animal health and production*, *34*(5), 405-416.
308. Nahimana, G., Missohou, A., Ayssiwede, S. B., Cissé, P., Butore, J., & Touré, A. (2016). Pratiques de l'aviculture familiale au Sénégal oriental et en Haute-Casamance. *Livestock Research for Rural Development*, *28*(5).
309. Nanda, I., Karl, E., Griffin, D. K., Schartl, M., & Schmid, M. (2007). Chromosome repatterning in three representative parrots (Psittaciformes) inferred from comparative chromosome painting. *Cytogenetic and genome research*, *117*(1-4), 43-53.
310. Narushin, V. G., Romanov, M. N., & Griffin, D. K. (2021). A novel egg quality index as an alternative to Haugh unit score. *Journal of Food Engineering*, *289*, 110176.
311. Natukunda, K., Kugonza, D. R., & Kyarisiima, C. C. (2011a). Indigenous chickens of the Kamuli Plains in Uganda: II. Factors affecting their marketing and profitability. *Livestock Research for Rural Development*, *23*(10), 1-8.
312. Natukunda, K., Kugonza, D. R., & Kyarisiima, C. C. (2011b). Indigenous chickens of the Kamuli Plains in Uganda: I. Production system and flock dynamics. *Livestock Research for Rural Development*, *23*(10), 1-13.
313. Nau, F., Anton, M., & Nys, Y. (2003). L'œuf de poule: une mine de molécules a activités biologiques. *Cinquiemes Journ Rech Avic*, *8*, 20-22.
314. Ndenga, C., Kabuage, L. W., & Bett, E. K. (2017). Analysis of consumer preference in product attributes: a case of indigenous chicken eggs in Kenya. *J. Econ. Sustain. Dev*, *8*, 145-151.
315. Nebiyu, Y. A. (2016). Assessment of urban poultry production practices in Addis Ababa with emphasis on egg production, product marketing, feed quality and waste management. Doctoral dissertation. Université d'Addis Ababa, Éthiopie, 157p.

316. Nebiyu, Y., Berhan, T., & Kelay, B. (2013). Characterization of village chicken production performance under scavenging system in Halaba district of southern Ethiopia. *Ethiopian Veterinary Journal*, 17(1), 68-80.
317. Nematinia, E., & Abdanan Mehdizadeh, S. (2018). Assessment of egg freshness by prediction of Haugh unit and albumen pH using an artificial neural network. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(3), 1449-1459.
318. Nematollahi, A., Moghaddam, G., & Pourabad, R. F. (2009). Prevalence of Eimeria species among broiler chicks in Tabriz (Northwest of Iran). *Mun. Ent. Zool*, 4(1), 53-58.
319. Ngeno, K. (2017). Indigenous chicken meat and egg consumers are sensitive to sex, weight, tenderness, fat, meat part, plumage colour, age, egg size, egg yolk colour and price. *Age*, 377, 68-5.
320. Ngongeh, L. A., Onyeabor, A., Nzenwata, E., & Samson, G. K. (2017). Comparative Response of the Nigerian Indigenous and Broiler Chickens to a Field Caecal Isolate of Eimeria Oocysts. *Journal of Pathogens*, Article ID 267407, 9 p.
321. Nguyen Van, D., Moula, N., Moyses, E., Do Duc, L., Vu Dinh, T., & Farnir, F. (2020). Productive performance and egg and meat quality of two indigenous poultry breeds in Vietnam, Ho and Dong Tao, fed on commercial feed. *Animals*, 10(3), 408.
322. Nhara, R.B., Gombarume, T., Hungwe, T., & Sakadzo, N. (2020). Phenotypic Characterisation of Indigenous Chickens in Rushinga District Tonderai. *Acta Scientifica Agriculture*, 4(4), 20–24.
323. Nhleko, M. J., Slippers, S. C., & Nsahlai, I. V. (2003). A preliminary report of on-farm performance of rural chickens kept under farmers' management. In *The potential of free-ranging poultry development in improving the livelihoods and food security of rural households. Proceedings of the 1st National Workshop on indigenous poultry development, Pietermaritzburg, South Africa, 29-30 October 2003* (pp. 79-83). Nature and Development Group of Africa.
324. Nigussie, D., Van der Waaij, L. H., Tadelle, D., & Van Arendonk, J. A. M. (2010). Production objectives and trait preferences of village poultry producers of Ethiopia: implications for designing breeding schemes utilizing indigenous chicken genetic resources. *Tropical Animal Health and Production*, 42(7), 1519-1529.
325. Nimalaratne, C., Bandara, N., & Wu, J. (2015). Purification and characterization of antioxidant peptides from enzymatically hydrolyzed chicken egg white. *Food chemistry*, 188, 467-472.
326. Njenga, S. K. (2005). *Productivity and socio-cultural aspects of local poultry phenotypes in coastal Kenya* (Doctoral dissertation, Royal Veterinary and Agricultural University, Network for Smallholder Poultry Development).
327. Nonga, H. E., Kajuna, F. F., Ngowi, H. A., & Karimuribo, E. D. (2010). Physical egg quality characteristics of free-range local chickens in Morogoro municipality, Tanzania. *Livestock Research for Rural Development*, 22(12), 1-19.

328. Notter, D. R. (1999). The importance of genetic diversity in livestock populations of the future. *Journal of animal science*, 77(1), 61-69.
329. Nowier, A. M., Ramadan, S. I., Mahrous, M. Y., Belgasim, S. S. H., & El-Denary, M. E. (2018). Genetic and productive studies on Egyptian local and exotic laying hen breeds. *Egypt. Poult. Sci*, 38(1), 179-194.
330. Núñez-León, D., Aguirre-Fernández, G., Steiner, A., Nagashima, H., Jensen, P., Stoeckli, E., ... & Sánchez-Villagra, M. R. (2019). Morphological diversity of integumentary traits in fowl domestication: insights from disparity analysis and embryonic development. *Developmental Dynamics*, 248(11), 1044-1058.
331. Nys, Y., & Guyot, N. (2011). Egg formation and chemistry. In *Improving the safety and quality of eggs and egg products* (pp. 83-132). Woodhead publishing.
332. Nys, Y., & Sauveur, B. (2004). The nutritional value of eggs. *INRA Prod. Anim*, 17(5), 385-393.
333. Ochieng, J., Owuor, G., & Bebe, B. O. (2013). Management practices and challenges in smallholder indigenous chicken production in Western Kenya. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics (JARTS)*, 114(1), 51-58.
334. Oguro, T. (2001). Ultrastructural and immunohistochemical characterization on the effect of ovomucin in tumor angiogenesis. *Japanese Journal of Clinical and Electron Microscopy*, 33, 89-99.
335. Ojimelukwe, A. E., Emedhem, D. E., Agu, G. O., Nduka, F. O., & Abah, A. E. (2018). Populations of *Eimeria tenella* express resistance to commonly used anticoccidial drugs in southern Nigeria. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*, 6(2), 192-200.
336. Olwande, P. O., Ogara, W. O., Okuthe, S. O., Muchemi, G., Okoth, E., Odindo, M. O., & Adhiambo, R. F. (2010). Assessing the productivity of indigenous chickens in an extensive management system in southern Nyanza, Kenya. *Tropical animal health and production*, 42(2), 283-288.
337. Ostrom, J. H. (1975). The origin of birds. *Annual review of earth and Planetary Sciences*, 3(1), 55-77.
338. Padhi, M. K. (2016). Importance of indigenous breeds of chicken for rural economy and their improvements for higher production performance. *Scientifica*, 2016. . 2016; 2016:2604685.
339. Padhi, M. K., Chatterjee, R. N., Haunshi, S., & Rajkumar, U. (2013). Effect of age on egg quality in chicken. *Indian Journal of Poultry Science*, 48(1), 122-125.
340. Pedersen, C. V. (2002a). Farmer-driven research on village chicken production in Sanyati, Zimbabwe. *Characteristics and parameters of family poultry production in Africa*. Available online: [https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig\\_q=RN:37062496](https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:37062496) (Accessed on 20 October 2022).

341. Pedersen, C. V. (2002b). Productivity of semi-scavenging chickens in Zimbabwe. *Unpublished PhD thesis, The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen*. Available online: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=DK2002001643> (Accessed on 20 October 2022).
342. Peek, H. W., & Landman, W. J. M. (2011). Coccidiosis in poultry: anticoccidial products, vaccines and other prevention strategies. *Veterinary quarterly*, *31*(3), 143-161.
343. Pellegrini, A., Hülsmeier, A. J., Hunziker, P., & Thomas, U. (2004). Proteolytic fragments of ovalbumin display antimicrobial activity. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, *1672*(2), 76-85.
344. Perry-Gal, L., Erlich, A., Gilboa, A., & Bar-Oz, G. (2015). Earliest economic exploitation of chicken outside East Asia: Evidence from the Hellenistic Southern Levant. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *112*(32), 9849-9854.
345. Peters, J., Lebrasseur, O., Best, J., Miller, H., Fothergill, T., Dobney, K., ... & Larson, G. (2015). Questioning new answers regarding Holocene chicken domestication in China. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *112*(19), E2415-E2415.
346. Pinard-van der Laan, M. H., Bed'Hom, B., Coville, J. L., Pitel, F., Feve, K., Leroux, S., ... & Rault, P. (2009). Microsatellite mapping of QTLs affecting resistance to coccidiosis (*Eimeria tenella*) in a Fayoumi × White Leghorn cross. *BMC genomics*, *10*(1), 1-13.
347. Pisenti, J., Delany, M., Lamont, S., Taylor, R., Abbott, U., Abplanalp, H., ... & Wilson, B. (1999). Avian genetic resources at risk: an assessment and proposal for conservation of genetic stocks in the USA and Canada. *Avian and Poultry Biology Reviews*, *12*(1), 102.
348. Pitel, F., Bergé, R., Coquerelle, G., Crooijmans, R. P., Groenen, M. A., Vignal, A., & Tixier-Boichard, M. (2000). Mapping the naked neck (NA) and polydactyly (PO) mutants of the chicken with microsatellite molecular markers. *Genetics Selection Evolution*, *32*(1), 1-14.
349. Punnett, R. C. (1923). *Heredity in poultry*. Macmillan and Company, limited.
350. Pym, R. (2013). Poultry genetics and breeding in developing countries. *Poultry Development Review FAO*, 80-83.
351. Pym, R. A. E., Guerne Bleich, E., & Hoffmann, I. (2006, September). The relative contribution of indigenous chicken breeds to poultry meat and egg production and consumption in the developing countries of Africa and Asia. In *Proceedings of the XII European Poultry Conference* (Vol. 1014).
352. Qaid, M. M., Al-Mufarrej, S. I., Azzam, M. M., Al-Garadi, M. A., Albaadani, H. H., Alhidary, I. A., & Aljumaah, R. S. (2021). Anti-coccidial effect of rumex nervosus leaf powder on broiler chickens infected with eimeria tenella oocyst. *Animals*, *11*(1), 167.
353. Queenan, K., Alders, R., Maulaga, W., Lumbwe, H., Rukambile, E., Zulu, E., ... & Rushton, J. (2016). An appraisal of the indigenous chicken market in Tanzania and Zambia. Are the markets ready for improved outputs from village production systems?. *Livestock Research for Rural Development*, *28*(10).

354. Quiroz-Castañeda, R. E. (2018). Avian coccidiosis, new strategies of treatment. *Farm Animals Diseases, Recent Omic Trends and New Strategies of Treatment*, 119. Available online: <https://www.intechopen.com/chapters/59305> (Accessed on 20 January 2023).
355. Quiroz-Castañeda, R. E., & Dantán-González, E. (2015). Control of avian coccidiosis: future and present natural alternatives. *BioMed research international*, 2015; 2015:430610.
356. Radi, M. H., & Warren, D. C. (1944). Studies on the physiology and inheritance of feathering in the growing chick. *J Agric Res*, 56, 679-705.
357. Rajkumar, U., Reddy, M. R., Rao, S. V., Radhika, K., & Shanmugam, M. (2011). Evaluation of growth, carcass, immune response and stress parameters in naked neck chicken and their normal siblings under tropical winter and summer temperatures. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(4), 509-516.
358. Razakavololona, A. N. C. (2017). *Caractéristiques morpho-biométriques et performances des poules locales de Kianjasoa*. Doctoral dissertation, Université d'Antananarivo, Madagascar, 120p.
359. Redding, R. W. (2015). The pig and the chicken in the Middle East: Modeling human subsistence behavior in the archaeological record using historical and animal husbandry data. *Journal of Archaeological Research*, 23(4), 325-368.
360. Réhault-Godbert, S., Guyot, N., & Nys, Y. (2019). The golden egg: nutritional value, bioactivities, and emerging benefits for human health. *Nutrients*, 11(3), 684.
361. Reid, A. J., Blake, D. P., Ansari, H. R., Billington, K., Browne, H. P., Bryant, J., ... & Pain, A. (2014). Genomic analysis of the causative agents of coccidiosis in domestic chickens. *Genome research*, 24(10), 1676-1685.
362. Roberts, J. R. (2004). Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. *The Journal of Poultry Science*, 41(3), 161-177.
363. Rout, P. K., Bishop, S. C., Chauhan, K. K., & Singh, S. K. (2015). Genetic resistance to natural coccidiosis infection in goats in a semi-arid region of India. *Cogent Food & Agriculture*, 1(1), 1071928.
364. Rubin, C. J., Zody, M. C., Eriksson, J., Meadows, J. R., Sherwood, E., Webster, M. T., ... & Andersson, L. (2010). Whole-genome resequencing reveals loci under selection during chicken domestication. *Nature*, 464(7288), 587-591.
365. Ryley, J. F., Meade, R., Hazelhurst, J., & Robinson, T. E. (1976). Methods in coccidiosis research: separation of oocysts from faeces. *Parasitology*, 73(3), 311-326.
366. Saidou Alzouma, A. (2005). contribution à l'étude de la qualité des œufs de consommation vendus au Niger: cas de la communauté urbaine de Niamey Th. *Th.: Méd. Vét.: Dakar*, 17.
367. Samli, H. E., Agma, A., & Senkoylu, N. (2005). Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 14(3), 548-553.

368. Sankara, F., Pousga, S., Dao, N. C. A., Gbemavo, D. S. J. C., Clottey, V. A., Coulibaly, K., ... & Kenis, M. (2018). Indigenous knowledge and potential of termites as poultry feed in Burkina Faso. *Journal of Insects as Food and Feed*, 4(4), 211-218.
369. Sapkota, S., Kolakshyapati, M. R., Devkota, N. R., Bhattarai, N., & Gorkhali, N. A. (2020). Selective breeding to improve productive and reproductive performances and survivability of indigenous Sakini chicken. *Journal of Nepal Agricultural Research Council*, 6, 62-69.
370. Sapkota, S., Kolakshyapati, M. R., Devkota, N. R., Gorkhali, N. A., & Bhattarai, N. (2020). Evaluation of external and internal egg quality traits of indigenous sakini chicken in different generations of selection. *Int. J. Agric. For*, 10(2), 41-48.
371. Scanes, C. G. (2007). Contribution of poultry to quality of life and economic development in the developing world. *Poultry science*, 86(11), 2289-2290.
372. Schmid, M., Enderle, E., Schindler, D., & Schempp, W. (1989). Chromosome banding and DNA replication patterns in bird karyotypes. *Cytogenetic and Genome Research*, 52(3-4), 139-146.
373. Schnitzler, B. E., Thebo, P. L., Tomley, F. M., Ugglá, A., & Shirley, M. W. (1999). PCR identification of chicken Eimeria: a simplified read-out. *Avian Pathology*, 28(1), 89-93.
374. Scott, T., & Crawford, R. D. (1977). Feather number and distribution in the throat tuft of Naked Neck chicks. *Poultry Science*, 56(2), 686-688.
375. Selam, M., & Kelay, B. (2013). Causes of village chicken mortality and interventions by farmers in Adaá™ a District, Ethiopia. *International Journal of Livestock Production*, 4(6), 88-94.
376. Serebrovsky, A. S. (1922). Crossing-over involving three sex-linked genes in chickens. *The American Naturalist*, 56(647), 571-572.
377. Sereno, P. C. (1999). The evolution of dinosaurs. *Science*, 284(5423), 2137-2147.
378. Shahjahan, M., & Bhuiyan, A. K. F. H. (2016). Socio-economic condition and indigenous poultry production scenario in a selected cluster area of Bangladesh. *Asian-Australasian Journal of Bioscience and Biotechnology*, 1(3), 557-563.
379. Shanawany, M. M., & Banerjee, A. K. (1991). Indigenous chicken genotypes of Ethiopia. *Animal Genetic Resources/Recursos génétiques animales/Recursos genéticos animales*, 8, 79-82.
380. Sharaban, H., Seadawy, M., El-khayat, F., & El-Gohary, A. E. G. (2021). Evaluation of coccidiosis vaccines in chicken. *Kafrelsheikh Veterinary Medical Journal*, 19(1), 13-19.
381. Sharman, P. A., Smith, N. C., Wallach, M. G., & Katrib, M. (2010). Chasing the golden egg: vaccination against poultry coccidiosis. *Parasite immunology*, 32(8), 590-598.
382. Shirley, M. W. (1995). Eimeria species and strains of chickens. *Guidelines on techniques in coccidiosis research*, 1-25.

383. Shirley, M. W., & Bedrnik, P. (1997). Live attenuated vaccines against avian coccidiosis: success with precocious and egg-adapted lines of *Eimeria*. *Parasitology Today*, 13(12), 481-484.
384. Shivaramaiah, C., Barta, J. R., Hernandez-Velasco, X., Téllez, G., & Hargis, B. M. (2014). Coccidiosis: recent advancements in the immunobiology of *Eimeria* species, preventive measures, and the importance of vaccination as a control tool against these Apicomplexan parasites. *Veterinary Medicine: Research and Reports*, 5, 23.
385. Shuma, S., & Gurmessa, K. (2021). A study on management systems and performances of local chicken kept under smallholder farmers: The case of Jimmahorro district of Kelem Wollega Zone Western Oromia, Ethiopia. *International Journal of Agricultural Science and Food Technology*, 7(1), 092-098.
386. Siegel, P. B., Mueller, C. D., & Craig, J. V. (1957). Some phenotypic differences among homozygous, heterozygous, and hemizygous late feathering chicks. *Poultry Science*, 36(2), 232-239.
387. Silversides, F. G., & Villeneuve, P. (1994). Is the Haugh unit correction for egg weight valid for eggs stored at room temperature?. *Poultry science*, 73(1), 50-55.
388. Singh, S.S., Agarwal, S.K., Verma, S., Siddiqui, M.S. & Kumar, S. (1998) Chemistry of garlic (*Allium sativum*) with special reference to alliin and allicin—a review. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, 20: 93–100.
389. Sinoya, K. S. (2017). *Genetic diversity of indigenous chicken (gallus domesticus) population in Kenya*. Masters dissertation. Université de Nairobi, Kenya, 80p.
390. Siyaya, B. J. J., & Masuku, M. B. (2013). Factors affecting commercialisation of indigenous chickens in Swaziland. *J. Agric. Stud*, 1, 86.
391. Smith, A. J. (1990). *Agriculturist Series*. CTA, Macmillan Publishers, London, pp 179-184.
392. Smith, E. J., & Fadly, A. M. (1988). Influence of congenital transmission of endogenous virus-21 on the immune response to avian leukosis virus infection and the incidence of tumors in chickens. *Poultry Science*, 67(12), 1674-1679.
393. Smith, J., Gheyas, A., & Burt, D. W. (2016). Animal genomics and infectious disease resistance in poultry. *Rev Sci Tech*, 35(1), 105-19.
394. Smith, A. J. (1996). *Poultry*. Macmillan Education Ltd, London and Oxford. pp.130.
395. Sodjinou, E., Henningsen, A., Koudande, D. O., Biaou, G., & Mensah, G. A. (2014). *Consumers' Preferences for " Bicycle Poultry" in Benin: Implications for the Design of Breeding Schemes* (No. 2014/05). IFRO Working Paper.
396. Somes Jr, R. G. (1988). International registry of poultry genetic stocks. Available online: <https://opencommons.uconn.edu/saes/29/> (Accessed on 20 January 2023).
397. Sonaiya, E.B. & Swan, S.E.J. (2004). Small-scale poultry production technical guide. *Animal Production and Health Paper* No. 1, Food and Agricultural Organization



- of the United Nations, Rome, Italy. Available online: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2015039046> (Accessed on 20 January 2023).
398. Song, K. T., Choi, S. H., & Oh, H. R. (2000). A comparison of egg quality of pheasant, chukar, quail and guinea fowl. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *13*(7), 986-990.
399. Soulsby, E. J. L. (1982). Helminth Arthropods and Protozoa of Domesticated Animals. 7th edn, Bailliere Tindal and Cassell Ltd. London. *Veterinarski Archiv*, *80*(2), 323-328.
400. Soutter, F., Werling, D., Tomley, F. M., & Blake, D. P. (2020). Poultry coccidiosis: design and interpretation of vaccine studies. *Frontiers in veterinary science*, *7*, 101.
401. Sparks, N. H. C. (2006). The hen's egg—is its role in human nutrition changing?. *World's Poultry Science Journal*, *62*(2), 308-315.
402. Ssewanyana, E., Onyait, A. O., OGWAL OKOT, J., & Masaba, J. (2008a). Strategies for improving the meat and egg productivity of indigenous chickens in Kumi and Apac districts, Uganda. *Uganda Journal of Agricultural Sciences*, *12*(2), 31-35.
403. Ssewanyana, E., Ssali, A., Kasadha, T., Dhikusooka, M., Kasoma, P., Kalema, J., ... & Aziku, L. (2008b). On-farm characterization of indigenous chickens in Uganda. *J. Anim. Plant Sci*, *1*(2), 33-37.
404. Sugita-Konishi, Y., Sakanaka, S., Sasaki, K., Juneja, L. R., Noda, T., & Amano, F. (2002). Inhibition of bacterial adhesion and Salmonella infection in BALB/c mice by sialyloligosaccharides and their derivatives from chicken egg yolk. *Journal of agricultural and food chemistry*, *50*(12), 3607-3613.
405. Swinkels, W. J. C., Post, J., Cornelissen, J. B., Engel, B., Boersma, W. J. A., & Rebel, J. M. J. (2006). Immune responses in Eimeria acervulina infected one-day-old broilers compared to amount of Eimeria in the duodenum, measured by real-time PCR. *Veterinary parasitology*, *138*(3-4), 223-233.
406. Sykes, N. (2012). A social perspective on the introduction of exotic animals: The case of the chicken. *World Archaeology*, *44*(1), 158-169.
407. Tadano, R., Nishibori, M., Nagasaka, N., & Tsudzuki, M. (2007). Assessing genetic diversity and population structure for commercial chicken lines based on forty microsatellite analyses. *Poultry science*, *86*(11), 2301-2308.
408. Tadelles, D. (1996). Studies on village poultry production systems in the central highlands of Ethiopia. Available online: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=SE9710408> (Accessed on 20 January 2023).
409. Tadelles, D., & Ogle, B. (2001). Village poultry production systems in the central highlands of Ethiopia. *Tropical Animal health and production*, *33*(6), 521-537.
410. Tadesse, S., Ashenafi, H., & Aschalew, Z. (2005). Seroprevalence study of Newcastle disease in local chickens in central Ethiopia. *Int. J. Appl. Res. Vet. Med*, *3*(1), 25-29.

411. Tamiru, H., Duguma, M., Furgasa, W., & Yimer, L. (2019). Review on chicken egg quality determination, grading and affecting factors. *Asian Journal of Medical Science Research & Review*, 1(1), 1-9.
412. Taylor, M. A., Coop, R. L., & Wall, R. L. (2007). *Veterinary parasitology*, 3rd edn. Black Well. Available online: [https://www.academia.edu/18798912/Veterinary\\_Parasitology\\_3rd\\_Edition](https://www.academia.edu/18798912/Veterinary_Parasitology_3rd_Edition) (Accessed on 20 January 2023).
413. Thakur, A., Malik, D. S., Kaswan, S., & Saini, A. L. (2016). Effect of floor space allowances on growth, coccidiosis and economics of Beetal kids under stall feeding. *Indian Journal of Small Ruminants (The)*, 22(2), 264-266.
414. Tiefenbacher, K. F. (2019). Chapter Ten-Glossary of terms in wafers, waffles and adjuncts. *The Technology of Wafers and Waffles II Recipes, Product Development, and Know-how*. Academic Press, Massachusetts, 325-411.
415. Tirawattanawanich, C., Chantakru, S., Nimitsantiwong, W., & Tongyai, S. (2011). The effects of tropical environmental conditions on the stress and immune responses of commercial broilers, Thai indigenous chickens, and crossbred chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 20(4), 409-420.
416. Traore, M. (2005). *Evaluation de l'impact d'un transfert de paquet technique (amélioration génétique et des conditions d'élevage) sur la génération de revenus en aviculture traditionnelle dans les Niayes (Sénégal)*. Doctoral dissertation. Université de Dakar, Sénégal, 96p.
417. Travel, A., Nys, Y., & Bain, M. (2011). Effect of hen age, moult, laying environment and egg storage on egg quality. In *Improving the safety and quality of eggs and egg products* (pp. 300-329). Woodhead Publishing.
418. Travel, A., Nys, Y., & Lopes, E. (2010). Physiological and environmental factors affecting egg quality. *INRA Productions Animales*, 23(2), 155-166.
419. Tyzzer, E. E. (1929). Coccidiosis in gallinaceous birds. *American Journal of Epidemiology*, 10(2), 269-383.
420. USDA (United States Department of Agriculture). (2000). United States standards, grades, and weight classes for shell eggs, Washington, USA, ams 56.
421. Vali, N. (2008). Indigenous chicken production in Iran: a review. *Pakistan Journal of Biological Sciences: PJBS*, 11(22), 2525-2531.
422. Vlčková, J., Tůmová, E., Míková, K., Englmaierová, M., Okrouhlá, M., & Chodová, D. (2019). Changes in the quality of eggs during storage depending on the housing system and the age of hens. *Poultry Science*, 98(11), 6187-6193.
423. Vrba, V., & Pakandl, M. (2015). Host specificity of turkey and chicken *Eimeria*: controlled cross-transmission studies and a phylogenetic view. *Veterinary Parasitology*, 208(3-4), 118-124.

424. Waktole, H., Almaw, M., & Taweya, D. (2018). Opportunities and challenges of indigenous chicken in Asella district, Arsi zone, Oromia, Ethiopia: implications for designing improved productivity schemes. *Journal Bacteriology and Mycology: Open Access*, 6(3), 229-235.
425. Wallach, M., Smith, N. C., Petracca, M., Miller, C. M., Eckert, J., & Braun, R. (1995). *Eimeria maxima* gametocyte antigens: potential use in a subunit maternal vaccine against coccidiosis in chickens. *Vaccine*, 13(4), 347-354.
426. Walugembe, M., Bertolini, F., Dematawewa, C. M. B., Reis, M. P., Elbeltagy, A. R., Schmidt, C. J., ... & Rothschild, M. F. (2019). Detection of selection signatures among Brazilian, Sri Lankan, and Egyptian chicken populations under different environmental conditions. *Frontiers in Genetics*, 9, 737.
427. Wang, M. S., Thakur, M., Peng, M. S., Jiang, Y. U., Frantz, L. A. F., Li, M., ... & Zhang, Y. P. (2020). 863 genomes reveal the origin and domestication of chicken. *Cell research*, 30(8), 693-701.
428. Wang, X., Yang, G., Feng, Y., Ren, G., & Han, X. (2012). Optimizing feeding composition and carbon–nitrogen ratios for improved methane yield during anaerobic co-digestion of dairy, chicken manure and wheat straw. *Bioresource technology*, 120, 78-83.
429. Warren, D. C. (1925). Inheritance of rate of feathering in poultry. *Journal of Heredity*, 16(1), 13-18.
430. Warren, D. C. (1930). The inheritance of two standard disqualifications in White Leghorn chickens. *Poultry Science*, 9(5), 271-282.
431. Warren, D. C. (1933). Inheritance of albinism in the domestic fowl. *Journal of Heredity*, 24(10), 379-383.
432. West, B., & Zhou, B. X. (1988). Did chickens go north? New evidence for domestication. *Journal of archaeological science*, 15(5), 515-533.
433. Williams, R. B. (2002). Anticoccidial vaccines for broiler chickens: pathways to success. *Avian Pathology*, 31(4), 317-353.
434. Williams, R. B., Marshall, R. N., Pagès, M., Dardi, M., & del Cacho, E. (2009). Pathogenesis of *Eimeria praecox* in chickens: virulence of field strains compared with laboratory strains of *E. praecox* and *Eimeria acervulina*. *Avian Pathology*, 38(5), 359-366.
435. Wilson, R. T., Traore, A., Kuit, H. G., & Slingerland, M. (1987). Livestock production in central Mali: Reproduction, growth and mortality of domestic fowl under traditional management. *Tropical animal health and production*, 19(4), 229-236.
436. Woldekiros, H. S., & D'Andrea, A. C. (2017). Early evidence for domestic chickens (*Gallus gallus domesticus*) in the Horn of Africa. *International Journal of Osteoarchaeology*, 27(3), 329-341.
437. Woldekiros, H. S., D'Andrea, A. C., Thomas, R., Foster, A., Lebrasseur, O., Miller, H., ... & Sykes, N. (2019). Archaeological and biometric perspectives on the development of

- chicken landraces in the Horn of Africa. *International Journal of Osteoarchaeology*, 29(5), 728-735.
438. Wondmeneh, E., Van der Waaij, E. H., Udo, H. M. J., Tadelle, D., & Van Arendonk, J. A. M. (2016). Village poultry production system: Perception of farmers and simulation of impacts of interventions. *African Journal of Agricultural Research*, 11(24), 2075-2081.
439. Xie, H., Huff, G. R., Huff, W. E., Balog, J. M., & Rath, N. C. (2002). Effects of ovotransferrin on chicken macrophages and heterophil-granulocytes. *Developmental & Comparative Immunology*, 26(9), 805-815.
440. Yakubu, A. (2010). Indigenous chicken flocks of Nasarawa State, Nigeria: their characteristics, husbandry and productivity. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12(1), 69-76.
441. Yakubu, A., Bamidele, O., Hassan, W. A., Ajayi, F. O., Ogundu, U. E., Alabi, O., ... & Adebambo, O. A. (2020). Farmers' choice of genotypes and trait preferences in tropically adapted chickens in five agro-ecological zones in Nigeria. *Tropical Animal Health and Production*, 52(1), 95-107.
442. Yakubu, A., Dahloun, L., & Gimba, E. G. (2019). Smallholder cattle farmers' breeding practices and trait preferences in a tropical Guinea savanna agro-ecological zone. *Tropical animal health and production*, 51(6), 1497-1506.
443. Yakubu, A., Ogah, D. M., & Barde, R. E. (2008). Productivity and egg quality characteristics of free range naked neck and normal feathered Nigerian indigenous chickens. *International Journal of Poultry Science*, 7(6), 579-585.
444. Yalcin, S. E. R. V. E. T., Settari, P., Ozkan, S., & Cahaner, A. (1997). Comparative evaluation of three commercial broiler stocks in hot versus temperate climates. *Poultry Science*, 76(7), 921-929.
445. Yaman, M. A., Usman, Y., Fitri, C. A., & Latif, H. (2020). Increase in egg production, egg quality and immunity of local chicken resulted by cross-breeding. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 425, No. 1, p. 012043).
446. Yameogo, N. (2003). Etude de la contribution de l'aviculture traditionnelle urbaine et péri urbaine dans la lutte contre les pathologies. Available online: <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/33248/119960.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Accessed on 20 January 2023).
447. Yemane, N., Tamir, B., & Belihu, K. (2013). Characterization of village chicken production performance under scavenging system in Halaba district of southern Ethiopia. *Ethiopian Veterinary Journal*, 17(1), 68-80.
448. Yousif, I. A., & Eltayeb, N. M. (2011). Performance of Sudanese native dwarf and bare neck chicken raised under improved traditional production system. *Agric. Biol. JN Am*, 2(5), 860-866.

449. Yusuf, S. F. G., Lategan, F. S., & Masika, P. J. (2014). Characterization of indigenous poultry production systems in the Nkonkobe municipality, Eastern Cape Province South Africa. *Journal of Agricultural Sciences*, 5(1-2), 31-44.
450. Zander, D. V. (1997). Principles of disease prevention: diagnosis and control. *Diseases of poultry*, 3-45.
451. Zegeye, D. M. (2020). Nutritional evaluation of insect's pupae-larvae and its utilization in poultry compound feed. *The Open Agriculture Journal*, 14(1).
452. Zemelak, G., Luizinho, C., Cassio, W., & Gudrun, A. B. (2016). Characterization of village chicken production systems and challenges across agro-climatic zones in Ethiopia. *International Journal of Livestock Production*, 7(11), 94-105.
453. Zeuner, F. E. (1963). A history of domesticated animals. *A history of domesticated animals*. London: Hutchinson & Co.(Publishers) Ltd.
454. Zewdu, S., Kassa, B., Agza, B., & Alemu, F. (2013). Village chicken production systems in Metekel zone, Northwest Ethiopia. *Wudpecker Journal of Agricultural Research*, 2(9), 256-262.
455. Zhang, L. C., Ning, Z. H., Xu, G. Y., Hou, Z. C., & Yang, A. N. (2005). Heritabilities and genetic and phenotypic correlations of egg quality traits in brown-egg dwarf layers. *Poultry science*, 84(8), 1209-1213.
456. Zou, W., Yu, H., Wang, X., Dai, G., Sun, M., Zhang, G., ... & Wang, J. (2019). Establishing a model for evaluating chicken coccidiosis resistance based on principal component analysis. *Animals*, 9(11), 926.
457. Zulpo, D. L., Peretti, J., Ono, L. M., Longhi, E., Oliveira, M. R., Guimarães, I. G., ... & Garcia, J. L. (2007). Pathogenicity and histopathological observations of commercial broiler chicks experimentally infected with isolates of *Eimeria tenella*, *E. acervulina* and *E. maxima*. *Semina: Ciências Agrárias*, 28(1), 97-1

# *ANNEXES*

## Annexe. I : Questionnaire sur la conduite des élevages avicoles locaux

Date : .....

Région : .....wilaya : .....

Nom de l'éleveur : .....N°: .....

Sexe : .....Age : ..... Formation : .....

Expérience : .....

Nombre totale : .....

Poule : ..... Coq : ..... Poussin : .....

Intervalle d'âge : .....

Mode d'élevage :  Intensif  Extensif

Semi-intensif

Habitat: .....

.....

✓ Abri: .....

✓ Nature du sol: .....

✓ Type de litière: .....

✓ Mode et fréquence de désinfection : .....

Alimentation: .....

.....

Fréquence de distribution : .....

Origine de l'eau d'abreuvement : .....

Performances de production et de reproduction :

Âge au premier œuf: .....

Période de ponte : .....

Nombre d'œufs /poule/couvée : .....

Nombre de couvaillon /an : .....

Taille de couvée : ..... œufs

Taux d'éclosion /couvaillon : .....

Nombre des œufs non éclos : .....

Cause : .....

Rythme du taux de ponte : ↘ ou ↗

Hiver  Printemps

Automne  Été

Nombre des poussins à j1 : .....

Nombre des mortalités : .....

Cause :

Prédateurs  Maladies

Froid  Autres

Destiné des œufs : .....

Destiné des animaux : .....

Suivi sanitaire :

Vaccination :  Oui  Non

Si oui la (les) quelle(s) : .....

Les maladies :

.....  
.....  
.....

Traitement :

.....  
.....  
.....



Annexe. 2 : Questionnaire sur le circuit de commercialisation

Date : .....

Région : ..... wilaya : .....

Marché  Elevage

En moyenne, combien de fois par semaine vendiez-vous des produits avicoles ?

- 1 fois
- 2 fois
- 3 fois
- Plus que 3 fois

Critères de choix des œufs à vendre :

.....  
.....  
.....

Nombre des œufs vendus par jour : .....

Prix d'un œuf : .....

Facteurs de variation des prix :

.....  
.....  
.....  
.....

Nombre des animaux vendus par jour :

✓ Coq : .....

✓ Poule : .....

*Prix:*

✓ *Coq* : .....

✓ *Poule* : .....

*Critères de choix des animaux à vendre :*

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

*Facteurs de variation des prix :*

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....