

RÉPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix-Travail-Patrie

UNIVERSITÉ DE NGAOUNDÉRE

**ÉCOLE DES SCIENCES ET DE MÉDECINE
VÉTÉRINAIRE**

**DÉPARTEMENT DE PHYSIOLOGIE ET
BIOCHIMIE**



REPUBLIC OF CAMEROON

Peace-Work-Fatherland

THE UNIVERSITY OF NGAOUNDERE

**SCHOOL OF VETERINARY MEDICINE
AND SCIENCES**

**DEPARTMENT OF PHYSIOLOGY AND
BIOCHEMISTRY**

EFFETS DU SYSTÈME D'ÉLEVAGE SUR QUELQUES PARAMÈTRES SANGUINS ET LES PERFORMANCES DE PRODUCTION DES POULETS DE CHAIR

**MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE DOCTEUR
EN MÉDECINE VÉTÉRINAIRE**

Par MAMPOM BARING Joseph

07A019MV

Deuxième promotion

Encadreur

Dr MINGOAS KILEKOUNG Jean-Pierre

Chargé de Cours

Superviseur

Pr Julius AWAH NDUKUM

Maître de Conférences

Année 2016

RÉPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix-Travail-Patrie

UNIVERSITÉ DE NGAOUNDÉRE

**ÉCOLE DES SCIENCES ET DE MÉDECINE
VÉTÉRINAIRE**

**DÉPARTEMENT DE PHYSIOLOGIE ET
BIOCHIMIE**



REPUBLIC OF CAMEROON

Peace-Work-Fatherland

THE UNIVERSITY OF NGAOUNDERE

**SCHOOL OF VETERINARY MEDICINE
AND SCIENCES**

**DEPARTMENT OF PHYSIOLOGY AND
BIOCHEMISTRY**

EFFETS DU SYSTÈME D'ÉLEVAGE SUR QUELQUES PARAMÈTRES SANGUINS ET LES PERFORMANCES DE PRODUCTION DES POULETS DE CHAIR

**MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE DOCTEUR
EN MÉDECINE VÉTÉRINAIRE**

Par **MAMPOM BARING Joseph**

07A019MV

Deuxième promotion

Encadreur

Dr MINGOAS KILEKOUNG Jean-Pierre

Chargé de Cours

Superviseur

Pr Julius AWAH NDUKUM

Maître de Conférences

Année 2016

RÉPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix-Travail-Patrie

UNIVERSITÉ DE NGAOUNDÉRE

**ÉCOLE DES SCIENCES ET DE MÉDECINE
VÉTÉRINAIRE**

**DÉPARTEMENT DE PHYSIOLOGIE ET
BIOCHIMIE**



REPUBLIC OF CAMEROON

Peace-Work-Fatherland

THE UNIVERSITY OF NGAOUNDERE

**SCHOOL OF VETERINARY MEDICINE
AND SCIENCES**

**DEPARTMENT OF PHYSIOLOGY AND
BIOCHEMISTRY**

EFFETS DU SYSTÈME D'ÉLEVAGE SUR QUELQUES PARAMÈTRES SANGUINS ET LES PERFORMANCES DE PRODUCTION DES POULETS DE CHAIR

Mémoire présenté le 12 juillet 2016 à l'École des Sciences et de Médecine Vétérinaire.

Par MAMPOM BARING Joseph

07A019MV

Deuxième promotion

Encadreur

Dr MINGOAS KILEKOUNG Jean-Pierre
Chargé de Cours

Superviseur

Pr Julius AWAH NDUKUM
Maître de Conférences

Année 2016

FICHE DE CERTIFICATION D'ORIGINALITÉ DU TRAVAIL

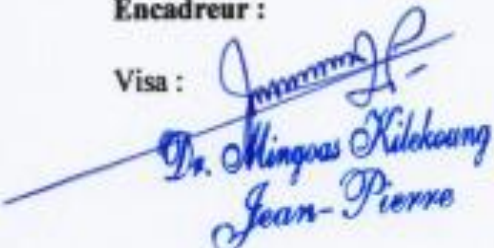
Je soussigné MAMPOM BARING Joseph atteste que le présent mémoire est le fruit de mes propres travaux effectués dans la zone périurbaine de Ngaoundéré et le laboratoire de biochimie de l'IRAD-Wakwa sous la supervision du Pr Julius AWAH NDUKUM et sous l'encadrement du Dr MINGOAS KILEKOUNG Jean-Pierre.

Ce mémoire est authentique et n'a pas été antérieurement présenté pour l'acquisition de quelque grade universitaire que ce soit.

Auteur : MAMPOM BARING Joseph

Visa : 

Encadreur :

Visa : 
Dr. Mingoas Kilekoung
Jean-Pierre

Date : 25 AVR 2016

Superviseur :

Visa : 
Pr. J. Awah Ndikum

Date : 27/04/16

Chef de Département :

Visa : 
Dr. Mingoas Kilekoung
Jean-Pierre

Date : 25 AVR 2016



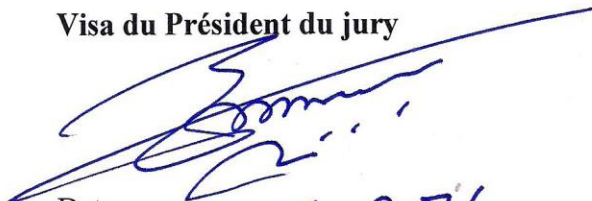
FICHE DE CERTIFICATION DES CORRECTIONS APRÈS SOUTENANCE

Le présent mémoire a été revu et corrigé conformément aux observations du jury.

Visa du superviseur

Date

Visa du Président du jury


Date 28-07-2016

Visa du Chef de Département

Date

DÉDICACE

Je dédie ce mémoire :

À Papa **Jacques NZIMA** et Maman **NZIMA Bernadette**.

REMERCIEMENTS

Nos sincères remerciements :

- À l'Eternel Dieu Trois fois Saint pour Son souffle de vie, et Ses faveurs multipliées dans ma vie ;
- Au Directeur de l'Ecole des Sciences et de Médecine Vétérinaire (ESMV), le Professeur ZOLI PAGNAH André, merci d'avoir accepté tant de sacrifices pour faire de nous des médecins vétérinaires et pour votre patience lors de nos égarements ;
- Au corps enseignant de l'école pour tous les enseignements reçus ;
- À notre superviseur Pr Julius AWAH NDUKUM, pour ses orientations ;
- À notre encadreur Dr MINGOAS KILEKOUNG Jean-Pierre pour sa disponibilité et ses orientations pour faire de ce travail un succès scientifique ;
- M. MFOPIT MOULIOM Youssouf (chercheur à l'IRAD de Wakwa) pour sa disponibilité ;
- À ma famille de la Communauté Missionnaire Chrétienne Internationale de Dang, vous êtes un don immérité du Seigneur, vos prières, vos jeûnes, vos conseils, vos appuis financiers m'ont offert un cadre propice pour mon épanouissement tout au long de ma formation ;
- La famille NZIMA pour votre soutien spirituel, moral, financier et affectif, je vous dois beaucoup ;
- Au Pasteur ANONG G. Robert pour tes prières papa qui m'ont portée au trône de grâce de notre Sauveur ;
- Au Pasteur Emmanuel TALLA et Maman Adeline TALLA, merci pour vos prières et votre assistance ;
- À Papa NENKAM Robert, Maman Yolande NENKAM et tous les enfants NENKAM pour vos prières et votre grand et constant soutien financier et émotionnel ;
- À Papa IBILE et Maman Émilienne IBILE pour toutes vos prières et votre soutien financier ;
- À Papa YAMB Sylvain et Maman YAMB Ophélie pour votre hébergement pendant les stages ;
- À mes enfants : NZIMA Kevin, NZIMA Donald, NZIMA Naomi, NZIMA Emmanuel, NGOTE Ulrich, NGOTE Penda, ATACHA Ahiella, AGNE Jessie, MUDA Chama, NGOP Favor, TIMI Blessng, SEN.
- À mon amie MEDJO Estèle Anita, merci pour tes prières, conseils et encouragements ;
- À mon amie ZAINA Y. Madeleine, merci pour ton soutien financier, tes prières, conseils et encouragements ;
- À mes sœurs chéries : NGON B. Bernadette, WAH Madeleine, NDOKON Jacqueline, TONDIE Ladouce, DJOBA Mensy, NDIUKEN Alix, WOUABOLGA KOLSING Anastasie, SONKENG Anne, TCHOOGNIA F., NANGWO Nicaise ;
- À mes petits frères chéris LAKOATOK Henri, AYOKO MVA José R., DAKA Anatole ;
- À mes frères, sœurs, cousins et cousines ;
- À mes camarades d'école ;
- À mes Amis ;

Et à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail et dont les noms n'ont pas été mentionnés ; qu'ils ne se sentent nullement oubliés.

TABLE DES MATIÈRES

FICHE DE CERTIFICATION D'ORIGINALITÉ DU TRAVAIL	i
FICHE DE CERTIFICATION DES CORRECTIONS APRES SOUTENANCE	ii
DÉDICACE	iii
REMERCIEMENTS	iv
LISTE DES TABLEAUX	vii
LISTE DES FIGURES	viii
LISTE DES PHOTOS	ix
LISTE DES ABRÉVIATIONS	x
RÉSUMÉ	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : REVUE DE LA LITTÉRATURE	3
I. GÉNÉRALITÉS SUR L'AVICULTURE	3
1. SYSTÈMES D'ÉLEVAGE AVICOLES	3
1.1. Aviculture villageoise	5
1.1.1. Système villageois	5
1.1.2. Système sur parcours	7
1.1.3. Élevage traditionnel non conventionnel	8
1.2. Système moderne	8
1.2.1. Élevage industriel	8
1.2.2. Élevage semi-industriel	9
II- PARAMÈTRES SANGUINS CHEZ LES VOLAILLES	11
1. GÉNÉRALITÉS SUR LE SANG DES OISEAUX	11
2. CARACTÉRISTIQUES DES CELLULES SANGUINES	12
2.1. Globules rouges	12
2.2. Globules blancs ou leucocytes	13
1.1. Plaquettes ou thrombocytes	15
2. CARACTÉRISTIQUES BIOCHIMIQUES DU PLASMA SANGUIN DES POULETS	15
2.1. Glucose	16
3.2. Protéines totales	16
3.3. Albumine	17
3.4. Cholestérol total	18
CHAPITRE II: MATÉRIELS ET MÉTHODES	19
1. SITE ET PÉRIODE DE L'ÉTUDE	19
1.1. Site de l'étude	19
1.2. Période de l'étude	20
2. ÉCHANTILLONNAGE	20
3. CONDUITE DE L'ÉLEVAGE	20
3.1. Bâtiment d'élevage	20
3.1.1. Caractéristiques	20
3.1.2. Préparation du bâtiment d'élevage	21

3.1.3. Éclairage et ambiance du bâtiment	21
3.2. Arrivée et mise en place des poussins	22
3.3. Alimentation et abreuvement	22
3.4. Conduite sanitaire et prophylactique	23
4. CONDUITE DE L'ESSAI	24
5. PRÉLÈVEMENT ET TRANSPORT DES ÉCHANTILLONS DE SANG	26
6. MATÉRIEL DE LABORATOIRE	26
7. DONNÉES COLLECTÉES ET PARAMÈTRES ÉTUDIÉS	27
7.1. Performances zootechniques	27
7.1.1. Consommation alimentaire	27
7.1.2. Poids vif	28
7.1.3. Poids carcasse	28
7.1.4. Paramètres zootechniques évalués	29
7.2.1. Hématocrite	30
7.2.2. Dosages biochimiques	31
8. ANALYSE DES DONNÉES	38
CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION	39
I. RÉSULTATS	39
I.1. Performances zootechniques	39
I.1.1. Croissance pondérale	39
I.1.2. Gain moyen quotidien	40
I.1.4. Indice de consommation	41
I.1.5. Rendement carcasse	42
I.1.6. Taux de mortalité	42
I.2. Paramètres sanguins	42
I.2.1. Hématocrite	42
I.2.2. Constantes biologiques	43
II. DISCUSSION	46
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	51
RÉFÉRENCES	53
ANNEXES	59

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Codification des systèmes d'élevage de volailles.....	4
Tableau 2: Performances zootechniques de croissance des poulets de chair produits sur le système semi-industriel en Afrique.	10
Tableau 3: Composition centésimale (%) en matières premières et valeurs bromatologiques calculées des différentes rations en fonction de l'âge.	24
Tableau 4 : Fiche du suivi alimentaire quotidien	25
Tableau 5: Variation du poids vif (g) et du pourcentage du gain de poids des poulets en fonction de l'âge et du système d'élevage.	39
Tableau 6: Effet du système d'élevage sur le poids des organes (g).	41
Tableau 7 : Variation de l'indice de consommation en fonction du système d'élevage.	42
Tableau 8: Rendement carcasse en fonction du système d'élevage.	42
Tableau 9: Hématocrite (%) en fonction du système d'élevage.	43
Tableau 10: Glycémie (mg/dl) en fonction du système d'élevage.	43
Tableau 11: Protéïnémie (mg/dl) en fonction du système d'élevage.	44
Tableau 12: Albuminémie (mg/dl) en fonction du système d'élevage.....	45
Tableau 13: Cholestérolémie (mg/dl) en fonction du système d'élevage.	45
Tableau 14: Comparaison des taux sanguins de quelques constantes biologiques en fonction du système d'élevage aux valeurs de référence à partir de la 4 ^e semaine d'âge...	46

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Cellules sanguines chez les oiseaux exemple du poulet.	12
Figure 2: Lieux d'érythropoïèse chez la poule	13
Figure 3 : Organes immunitaires des oiseaux	15
Figure 4 : Zone d'étude.	19
.Figure 5: Technique du dosage de glucose	32
Figure 6: Technique de dosage de protéines totales	34
Figure 7: Technique de dosage d'albumine.....	35
Figure 8: La technique du dosage de Cholestérol total	37
Figure 9: Évolution du gain moyen quotidien des poulets en fonction du système d'élevage à partir de la 4 ^e semaine.	40

LISTE DES PHOTOS

Photo 1: Dispositif d'éclairage	21
Photo 2: Thermohygromètre.....	21
Photo 3: Chauffage	22
Photo 4: Animaux sur parcours	25
Photo 5: Prélèvement du sang au niveau de la veine alaire.....	26
Photo 6: Ingrédients utilisés pour composer l'aliment au cours de l'essai	27
Photo 7 : Taille des carcasses à 7 semaines d'âge en fonction du système d'élevage	28
Photo 8: Réalisation de l'hématocrite.....	30
Photo 9: Lecture de l'hématocrite.	30
Photo 10 : Aspect des tubes avant la lecture des densités optiques.	32
Photo 11: Aspect des tubes avant la lecture des densités optiques.....	34
Photo 12: Aspect des tubes avant la lecture des densités optiques.....	35
Photo 13: Aspect des tubes avant la lecture des densités optiques.....	37

LISTE DES ABRÉVIATIONS

µl : Microlitre.

ASC : Annuaire statistique du Cameroun.

CAI : Consommation Alimentaire Individuelle.

CIRAD : Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement.

CMAV : Complément minérale, Azoté et Vitaminé.

D.O : Densité Optique.

DSV : Direction Service Vétérinaire.

EB : Eau de Boisson.

EDTA : Ethylene Diamine Tetraacetic Acid.

EM : Energie Métabolique.

FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations.

g/jr : gramme par jour.

GMQ : Gain Moyen Quotidien.

IC : Indice de Consommation.

IEMVT : Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays tropicaux.

IRAD : Institut de la Recherche Agricole pour le Développement.

Itavi : Institut Technique de l'Aviculture.

J : jour.

Kcal : kilocalories.

kDA : Kilodalton

MINEPIA : Ministère de l'Élevage des Pêches et Industries Animales.

mmol : milli mole.

nm : nanomètre.

pH : Potentiel d'Hydrogène.

RC : Rendement Carcasse.

TM : Taux de Mortalité.

trs/min : tours par minute.

U : Unité internationale.

U/l : Unité internationale par litre.

RÉSUMÉ

Les populations afin de répondre au déficit croissant en viande de volaille sur les marchés locaux développent divers systèmes de production dans lesquels les performances, et le bien-être des sujets ne sont pas toujours satisfaisants. Cette étude a été menée afin de déterminer les effets des systèmes d'élevage sur les paramètres zootechniques et sanguins. Pour cela, 225 poussins Cobb 500 d'un jour ont été élevés dans les conditions de l'élevage standard des poulets de chair. Le 25^e jour, ils ont été répartis de manière aléatoire en 3 groupes comparables représentant les systèmes standard (lot A ; logé, alimenté et traité), parcours (lot B ; logé, alimenté, traité et ayant accès au parcours 9h /jour) et villageois (lot C ; en divagation, sans aucun traitement). Les poids corporels et les ingérés alimentaires ont été mesurés toutes les semaines, ce qui a permis de déterminer les gains de poids et l'indice de consommation hebdomadaire. Les prélèvements sanguins étaient effectués une fois par semaine pour déterminer l'hématocrite et les concentrations plasmatiques des constantes biologiques. À la fin de la période expérimentale de 47 jours, 25 poulets de chaque système ont été abattus afin de déterminer les paramètres des carcasses et les poids de certains organes. L'indice de consommation du système sur parcours ($6,76 \pm 0,56$) était plus de deux fois supérieur ($p < 0,001$) à celui du système standard ($2,92 \pm 0,21$) à la sixième semaine. La différence de poids était significative ($p < 0,01$) entre les trois systèmes étudiés avec les poids respectifs de $2100,33 \pm 165,85$ g, $1751,63 \pm 42,52$ g et $1150,33 \pm 36,5$ g à la sixième semaine et de $2463,33 \pm 43,68$ g, $1810 \pm 13,23$ g et $985 \pm 128,16$ g le 47^e jour. Les rendements carcasses entre les trois systèmes d'élevage étaient significativement différents ($p < 0,001$). L'hématocrite a augmenté avec l'âge dans chaque système. De plus il a été supérieur en fonction du degré d'intensification du système, bien que les différences n'aient pas été significatives ($p > 0,05$). La protéinémie, la glycémie et la cholestérolémie étaient significativement différentes entre les systèmes en fonction du degré d'intensification à l'inverse de l'albuminémie qui a augmenté ($p > 0,05$) du système le plus intensif vers le traditionnel. Les différences entre les trois systèmes d'élevage pour la protéinémie, la glycémie et la cholestérolémie étaient significatives ($p < 0,05$) au 47^e jour, tandis que celle de l'albuminémie n'était pas significative ($p > 0,05$). La glycémie, la protéinémie, l'albuminémie et la cholestérolémie ainsi déterminées sont dans un intervalle plus restrictif vers la valeur inférieure des références internationales pour ces constantes. Ces résultats indiquent que les paramètres hématologiques et biochimiques des poulets augmentent avec le degré d'intensification du système de production et l'âge.

Mots clés : Poulet de chair, système d'élevage, paramètres hématologiques, paramètres biochimiques, performances zootechniques.

ABSTRACT

Populations to meet the growing deficit in poultry on local markets develop different production systems where performance and the well-being of subjects are not always satisfactory. This study was conducted to determine the effects of farming systems on animal and blood parameters. A total of 225 Cobb 500 chicks one day old were reared using the conventional poultry conditions for broilers. The 25th day, they have been randomly divided into 3 groups representing comparable systems: standard (lot A, housed, fed and treated), free-range (lot B, housed, fed, treated, and has roaming freely 9 / day) and villagers (lot C; were reared under traditional conditions without any treatment). The body weight and feed intake were measured weekly, which thus permitted determination of the weight gains and the weekly consumption index. Blood samples collection was done once a week to determine haematocrit and plasma concentration of biological constants. At the end of the experimental period of 47 days, 25 chickens of each system were slaughtered to determine certain carcass parameters as well as the weight of certain organs. The consumption index of those reared in free-range system (6.76 ± 0.56) was more than twice ($p < 0.001$) the conventional system (2.92 ± 0.21) by the sixth week. The weight difference was significant ($p < 0.01$) between the three systems studied with the respective weight of 2100.33 ± 165.85 g, 1751.63 ± 42.52 g and 1150.33 ± 36.5 g the sixth week and 2463.33 ± 43.68 g, 1810 ± 13.23 and 985 ± 128.16 g 47th day. The carcass yield between the three farming systems were significantly different ($p < 0.001$). The haematocrit was noted to increase with age in each system. Moreover, it was higher with respect to the degree of the intensification of the system, although the differences were not significant ($p > 0.05$). The difference in total protein, blood sugar and cholesterol levels between the systems were significant with respect to the degree of intensification, contrarily to the albumin level which was least in the most intensive system and highest in the traditional breeding system. The difference in the level of total protein, blood sugar and cholesterol on the 47th day were significant ($p < 0.05$) while the albumin levels were insignificant ($p > 0.05$). The differences between the three breeding systems for total protein, blood sugar and cholesterol levels were significant ($p < 0.05$) on the 47th day, while the albumin levels were insignificant ($p > 0.05$). The determined biological constants ranged in a more restrictive interval toward the inferior international reference values. These results indicate that the haematological and biochemical parameters of chickens varies with respect to the breeding system and age.

Keywords: Broiler, breeding system, hematological parameter, biochemical parameters, zootechnical performances.

INTRODUCTION

Les pays de l'Afrique sub-saharienne souffrent d'un réel manque de protéines animales dans l'alimentation humaine, malgré les efforts et la légère augmentation de 7% de la production de volaille (Ruttan, 2002). Ces dernières décennies, l'écart entre l'offre et la demande des populations ne cesse de croître, au point où les importations en viande de volaille en Afrique sub-saharienne se sont multipliées par 110 en 30 ans. Elles consistent principalement à acheter les résidus de découpe des industries occidentales notamment les ailerons, les croupions, les poules de réforme (Tacher et Letenneur, 2000). Cette situation est en partie imputable à la croissance démographique, qui évolue en sens inverse avec la production animale. Les prévisions démographiques et de la croissance de la consommation individuelle des produits animaux montrent que d'ici 2020, il va falloir produire plus de 100 millions de tonnes de viande dans les pays en voie de développement (Faye et Alary, 2001).

Le Cameroun, avec environ 45 millions de volailles dont 25 000 000 de poulets traditionnels et 20 000 000 de poules des fermes industrielles ou semi-intensives (Ngandeu et Ngatchou, 2006), n'arrive pas à répondre à la demande sans cesse croissante en viande de volaille sur le marché local. Cette situation est bien plus précaire à l'approche des différentes fêtes, périodes pendant lesquelles la demande a presque toujours raison des efforts des producteurs qui ont augmenté la croissance de 5 % de 2000 à 2011 (Ichakou et Feussom, 2013). Pour combler le déficit annuel en viande de volaille estimé à 98 000 tonnes en 2015, il faudrait un apport supplémentaire de 24 millions de volailles sur pied, avec un accroissement annuel de 1,2 million de têtes, l'objectif étant de ne pas recourir aux importations afin d'encourager la production locale (MINEPIA, 2009).

Pour ce faire, différentes stratégies d'élevage sont mises à contribution, une mise en place qui dépend plus des moyens financiers mobilisables des producteurs, que des conditions de production normale des volailles. Ainsi, de nombreux ménages optent pour l'élevage des poulets de 21 jours ayant suivi un programme de vaccination complet. Ces poulets sont élevés autour des concessions avec une supplémentation à la provende commerciale ou aux restes de cuisine. Ce système de production auquel sont soumis les poulets de souche améliorée influencerait les paramètres physiologiques sanguins et biochimiques et même les performances de production par rapport au système d'élevage standard.

En effet, les paramètres hématologiques, notamment l'hématocrite et les constantes biologiques sont révélateurs des conditions d'élevage, et donc du stress environnemental tant

ambiant que microbien. Les paramètres sanguins sont d'ailleurs reconnus comme étant le miroir des conditions sanitaires, alimentaires, environnementales et même génétiques, desquelles dépendent fortement la production et le bien-être des animaux (Olafedehan *et al.*, 2010).

Il est donc évident que pour combler ce grand déficit en viande une maîtrise des systèmes de productions qui sont utilisés comme voies de sortie et leurs performances est nécessaire, de même que la maîtrise des différents paramètres sanguins dans chaque condition d'élevage afin d'avoir les valeurs de références utilisables dans diverses interventions vétérinaires.

C'est ainsi que l'objectif général de l'étude sera d'évaluer les performances zootechniques et la biochimie des poulets de chair élevés dans trois systèmes : standard, parcours et villageois. De manière spécifique, il s'agit de :

- déterminer les performances zootechniques dans les trois systèmes de production,
- déterminer l'hématocrite et les concentrations sanguines du glucose ; des protéines totales, de l'albumine et du cholestérol total.

CHAPITRE I : REVUE DE LA LITTÉRATURE

I. GÉNÉRALITÉS SUR L'AVICULTURE

L'aviculture est le terme employé lorsqu'on élève des oiseaux ou des volailles. Le terme volaille s'applique aux animaux de la basse-cour vivants à l'état domestique (Ngandeu et Ngatchou, 2006). Ce sont pour la plupart des oiseaux, mais les lapins entrent également dans cette classification.

La volaille tient une place importante dans l'alimentation, car c'est un produit bon marché, mais également un produit de bonne qualité sur le plan diététique, car riche en protéines et pauvre en graisses (Itavi, 2003). Toutes les espèces (poulets, canards, dindons, oies...) sont élevées dans différentes zones écologiques. L'élevage des volailles présente plusieurs avantages, notamment leur petite taille qui convient à un élevage intensif dans les espaces limités, le taux de conversion élevé des aliments qui permet une production rapide de viande, un taux de multiplication rapide permettant l'accroissement rapide du nombre de sujets en un temps très court, la consommation qui ne souffre d'aucun tabou contrairement aux porcs et aux bœufs du fait de certaines pratiques religieuses comme l'islam et l'hindouisme Fotsa (2008).

Du fait de ses nombreuses potentialités (espèce à cycle court, production plus facile et nécessitant peu d'investissements, accessible à tous), l'aviculture occupe aujourd'hui une place de choix dans les stratégies de développement gouvernementales et de lutte contre la pauvreté dans la plupart des pays en développement (Sonaiya et Swan, 2004).

1. SYSTÈMES D'ÉLEVAGE AVICOLES

La classification des systèmes d'élevage est fonction de plusieurs critères (Fotsa, 2008) qui sont entre autres, la race, qui peut être à croissance rapide ou lente, locale ou exotique, le mode d'alimentation, le suivi sanitaire, le type de logement et le degré de concentration par unité de surface, le degré de liberté que l'on accorde aux oiseaux, leur accès au soleil, les objectifs de production (consommation ou commercialisation). La FAO (FAO, 2013) a établi une classification des différents systèmes d'élevage (tableau 1).

Tableau 1: Codification des systèmes d'élevage de volailles.

Critères	Système d'élevage			
	Industriel et intégré	Production aviaire commerciale		Villageois ou de basse-cour
	Système 1	Système 2	Système 3	Système 4
Biosécurité	Élevée	Moyenne	Faible	Faible
Destination des Produits avicoles	Exportation (Œufs) Urbaine (œufs et chair)	Urbaine et Périurbaine	Urbaine et périurbaine	Rurale et urbaine
Importance des intrants	Élevée	Moyenne	Faible	Faible
Importance de la qualité des voies de communication	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Faible
Implantation	En périphérie des grandes villes	En périphérie des grandes villes	villes moyennes ou zones rurales	Partout, essentiellement dans des zones rurales éloignées ou enclavées
Mode d'élevage	Enfermés	Enfermés	Enfermés et semi-divagation	Essentiellement en divagation
Bâtiment	Ferme	Ferme	Ferme/ouvert	Ouvert
Contact avec d'autres poulets	Aucun	Aucun	Oui	Oui
Contact avec les Canards	Aucun	Aucun	Oui	Oui
Contact avec d'autres volailles domestiques	Aucun	Aucun	Oui	Oui
Contact avec la faune	Aucun	Aucun	Oui	Oui
Soins et conseils vétérinaires	Internes	Externes	Externes ou inexistants	inexistants
Approvisionnement en vaccins	Marché (libéral)	Marché (libéral)	Marché (libéral)	Néant
Source d'informations à caractère technique	Multinationales nationales spécialisées	Vendeurs d'intrants	Vendeurs d'intrants	Services de vulgarisation
Financement	Banques/fonds Propres	Micro finance et circuit informel	circuit informel	Néant
Race	Améliorée	Améliorée	Améliorée	Rustique et hybride
Niveau de sécurité Alimentaire des producteurs	Élevé	Bon	Bon	Bon ou faible

Source : FAO (2013)

Système 2 = Système standard, **Système 3**= Système sur parcours et **Système 4**= Système villageois dans notre essai.

1.1. Aviculture villageoise

En Afrique de manière générale, l'aviculture villageoise est pratiquée par plus de 80% des populations pour la plupart rurales (Fanou, 2006). Elle joue un rôle important dans l'économie tant rurale qu'urbaine. En Afrique les effectifs s'élevaient à 1 068 millions de poules, 16 millions de canards et 7 millions de dindons en 1995 (Sonaiya, 2004). En 2004, le cheptel mondial des volailles familiales a été estimé à 16 194,9 millions de poulets, 1 019,5 millions de canards, 262,2 millions d'oies et 276,2 millions de dindons (Guèye, 2005), soit une augmentation de 93,40 %; 98,43 % et 97,47 % respectivement chez la poule, le canard et le dindon. Les aptitudes de ces populations résultent des effets combinés de la dérive génétique, des mutations, de la sélection naturelle et de l'action de l'homme, qui se sont cumulés depuis leur domestication dans différentes conditions de milieu.

Au Cameroun en particulier, l'aviculture villageoise est constituée de 56 à 70 % des poules locales de petit format ayant une faible productivité, et d'environ 24 % de souches sélectionnées et 6 % d'autres espèces dites non conventionnelles (Ngandeu et Ngatchou, 2006 ; Fotsa *et al.*, 2007a). Le cheptel local est passé de 13 millions en 1990 à 24,5 millions en 2001, soit un taux d'accroissement d'environ 88,44 %, avec un investissement minimal et sans dépendance vis-à-vis de l'extérieur en intrants (MINEPIA-IEMVT-CIRAD, 1995). Bien que numériquement importante, l'aviculture villageoise ne bénéficie pas toujours de financement suffisant et d'encadrement, ce qui est souvent la cause de lourdes pertes pouvant atteindre jusqu'à 80 % de l'effectif en fonction des variations climatiques (Ekue *et al.*, 2002). Ceci explique la faible productivité souvent rapportée (Fotsa, 2008) qui pourrait être due non seulement au système d'élevage, mais aussi à un potentiel génétique limité ou insuffisamment exploité dans le contexte d'une sélection mal maîtrisée (Fotsa et Poné, 2001; Keambou *et al.*, 2007).

1.1.1. Système villageois

Le système villageois est essentiellement à caractère rural et regroupe de petites unités de type familial à faible production, et qui utilisent le mode extensif avec des effectifs faibles par ferme (Dossou, 2008). Ce système villageois correspond au secteur 4 de la FAO (tableau 1) et utilise principalement la race locale *Gallus gallus domesticus*.

a. Définition et importance

C'est un système dans lequel les poules, les canards, les pintades et/ou autres basses-cours sont élevés ensemble autour des concessions en divagation totale. Ce système est un moyen intéressant pour gagner de l'argent, lutter contre la pauvreté, assurer une gestion écologique saine des ressources naturelles (Khan, 2004) et produire des protéines animales alimentaires pour les populations rurales (Gondwe *et al.*, 2005 ; Guèye, 2005 ; Emuron *et al.*, 2010). Il joue un rôle important non seulement dans la subsistance du ménage, mais aussi dans l'économie des populations des zones rurales (Sonaiya et Swan, 2004). La commercialisation des volailles est l'une des rares occasions pour les ruraux, de générer rapidement des revenus en espèces pour subvenir à leurs besoins (Issa *et al.*, 2012).

Du fait qu'elle fournit la plus grande partie de viande et d'œufs consommés en milieu villageois comme cela est reconnu dans plusieurs pays africains et asiatiques (Aini, 2004), l'aviculture villageoise est étroitement liée à la vie religieuse et socioculturelle des fermiers dotés de peu de ressources. Elle leur assure une stabilité économique en minimisant les risques et en renforçant la cohésion au sein de la communauté traditionnelle. Dans le Sud du Bhoutan en Chine, les volailles jouent un rôle important dans le culte des déités locales (Alders, 2005). Chez les Mossi, les poulets sont donnés à une relation pour transmettre son estime ou en signe de remerciement pour une faveur ou une aide (à un personnage officiel par exemple). Dans le cas d'événements socioculturels et religieux, la couleur et le sexe des volailles sont imposés. Une famille fournira un coquelet blanc lorsqu'un accord aura été conclu pour un mariage (Sonaiya et Swan, 2004).

b. Caractéristiques et production

Selon de nombreux auteurs (Ngandeu et Ngatchou, 2006 ; Fotsa *et al.*, 2007b ; Keambou *et al.*, 2007) le système villageois se caractérise essentiellement par :

- des animaux de petit format avec une vitesse de croissance faible ;
- la reproduction se fait de façon naturelle, les poules locales avec des coqs locaux ou quelquefois avec des coqs de race améliorée sous forme de croisement ;
- des techniques et matériels d'élevage rudimentaires qui traduisent une certaine adaptation des oiseaux à leur milieu ;
- une alimentation très sommaire à partir des aliments disponibles dans la nature ;
- une vulnérabilité des sujets aux épizooties et aux prédateurs ;
- une production en grande partie autoconsommée ou vendue occasionnellement ;
- un effectif restreint (généralement moins de 150 animaux) ;

- un mode d'élevage de type extensif recourant à un minimum d'intrants (pas d'achat de poussins notamment) ;
- une production souvent mixte (les mêmes animaux produisent œufs et chair). La production d'œufs est cependant moins fréquente que celle des volailles de chair ;
- l'utilisation quasi exclusive des races locales.

La production de l'aviculture villageoise s'apparente plus à un « système de cueillette », car la survie des volailles aux prédateurs, aux accidents et aux besoins alimentaires dépend de leurs capacités à s'adapter aux contraintes.

Les principales performances sont les suivantes :

- poids vif à l'âge adulte (1 an et plus): 1,80 kg chez le mâle et 1,35 kg chez la femelle (Fotsa et Poné, 2001) ;
- Rendement obtenu à l'abattage à 25 semaines d'âge: 79 % chez le coq et 67 % chez la poule;
- Âge à la première ponte : 25 semaines, avec une production 40 -50 œufs/an, pour trois couvées/poule/an. Le taux d'éclosion est d'environ 90 % dont 6 poussins sur 10 éclos sont sevrés à deux mois (Ngandeu et Ngatchou, 2006).

1.1.2. Système sur parcours

a. Définition et importance

L'élevage sur parcours est aussi appelé élevage du secteur 3 de la FAO (FAO, 2013). Il consiste à élever les poulets de chair à croissance rapide sur un parcours, avec un apport réduit en médicaments et en facteurs de croissance dans l'aliment, il s'apparente à l'élevage « bio » de plus en plus répandu dans les pays européens et qui utilise les poulets à croissance lente sur parcours avec une valeur économique supérieure (Remignon, 2007).

Ce système compile les avantages des systèmes villageois et semi-intensif par le degré de liberté accordé aux animaux, la souche utilisée et les soins vétérinaires (Lennstra, 2013). Ce qui fait de ce système un recours pour les personnes peu expérimentées et ayant peu de moyens, créant ainsi un véritable marché parallèle de « poulets de 21 jours ».

b. Caractéristiques et production

Les principales caractéristiques du système sur parcours (Ngandeu, 2008 ; Hanyani, 2012) sont entre autres:

- l'utilisation des sujets préalablement vaccinés dans les fermes standards ;

- les animaux qui ont un format moyen avec une vitesse de croissance assez rapide pour une production de 1,6 à 1,8 kg à 45 – 70 jours ;
- une production spécialisée viande ;
- les oiseaux ont suffisamment d'espace où ils peuvent trouver de l'herbe, des grains, des insectes et des vers de terre ;
- leur alimentation est essentiellement constituée de la provende commerciale ou fabriquée par les producteurs eux-mêmes, ou alors de grains ;
- l'existence d'un logement pour abriter les sujets la nuit et permettant une protection contre les intempéries et les prédateurs ;
- une faible demande en main-d'œuvre et en intrants, les oiseaux se nourrissent plus d'aliments sur parcours, supplémentés par la provende.

1.1.3. Élevage traditionnel non conventionnel

L'élevage non conventionnel est celui des espèces autres que la poule locale. Il s'agit au Cameroun notamment de l'élevage des oies, des pigeons, des dindons, des cailles et des pintades qui représentent environ 6% de l'effectif national avicole (Fotsa *et al.*, 2007a).

1.2. Système moderne

L'aviculture, comme les autres productions agricoles, a évolué vers la recherche d'une plus grande maîtrise du processus productif en vue d'abaisser les coûts de production. Ce changement a caractérisé le processus d'industrialisation de l'aviculture conduisant à ce que l'on a appelé le modèle productiviste, non sans écorcher beaucoup de conditions du bien-être des sujets. On distingue deux types d'élevage dans le système moderne : l'élevage industriel et l'élevage semi-industriel ou amélioré (Ngandeu, 2008).

1.2.1. Élevage industriel

a. Définition et importance

L'élevage industriel est aussi appelé élevage du secteur 1 de la FAO (FAO, 2013). Le groupe d'élevage industriel comprend les accoueurs, les producteurs de poulets de chair qui élèvent des effectifs variant entre 25 000 et 50 000 et les producteurs d'œufs qui disposent d'effectifs allant de 50 000 à 450 000 (Ngandeu et Ngatchou, 2006). Ce système est un pourvoyeur d'emplois stables et assez bien rémunérés et est en amont des autres sources

d'emplois. Il nécessite une organisation sur toute la filière c'est-à-dire à tous les niveaux de la chaîne de production.

b. Caractéristiques et production

Dans le système de production industrielle, les principaux intervenants sont des entreprises locales. Ils utilisent des bâtiments fonctionnels où les normes zootechniques de production sont maîtrisées et les conditions de biosécurité assurées. Le personnel utilisé est qualifié et spécialisé. Les races des poules exploitées sont améliorées, de ce fait, les rendements obtenus sont proches de ceux des pays industrialisés : 2,76 à 3,01 kg en 45 jours d'âge associés à un indice de consommation alimentaire d'environ 2 (Ngandeu et Ngatchou, 2006). Les produits sont vendus suivant une filière commerciale. Les taux de mortalité varient entre 3 et 5 % pour les poulets de chair et de 15 à 25 % chez les pondeuses (Fotsa *et al.*, 2007a). Au Cameroun, l'élevage du secteur 1 se trouve dans les grands centres de production, notamment les régions de l'Ouest, du Centre, du Littoral et du Nord-Ouest (Bebay, 2006).

1.2.2. Élevage semi-industriel

a. Définition et importance

L'élevage semi-industriel appartient au groupe de l'élevage du secteur 2 de la FAO (FAO, 2013). Il est caractérisé par des effectifs plus réduits, 500 à 1000 sujets comparés à ceux de l'élevage industriel. Il est surtout pratiqué à titre d'activité secondaire par des salariés du secteur public ou privé. Dans la plupart des cas, ce sont les épouses qui sont chargées de la gestion des fermes (Fanou, 2006).

b. Caractéristiques et production

Dans l'élevage semi-industriel, les conditions de biosécurité ne sont guère suffisantes, car les poulaillers sont situés dans les concessions familiales, avec des risques d'apparition des zoonoses. Les éleveurs de cette catégorie ne font appel aux vétérinaires qu'en cas de fortes mortalités.

Tableau 2: Performances zootechniques de croissance des poulets de chair produits sur le système semi-industriel en Afrique.

Paramètres		Ayssiwèdé <i>et al.</i> , (2009) Sénégal	Muktar (2007) Soudan	Diaw <i>et al.</i> , (2010) Sénégal	Sogunle <i>et al.</i> , (2010) Nigéria	Ayessou <i>et al.</i> , (2009)	Atakoun (2012) Sénégal
Poids vif (g)	Jour 1	-----	39.5	43	--	--	--
	à 3 semaines	475,76	--	353	--	905	607.56
	À 4 semaines	877,69	--		--	1312	956.56
	À 5 semaines	1292,1	--		--	1700	1381.83
	À 6 semaines	1871,91	1356.9	991	1520	2210	1780.64
GMQ de 3 à 6 semaines (g)		67,08	32.3 (0 à 42 j)	30.4	--	--	50.77±6.69
Consommation alimentaire (g/jr) de 3 à 6 semaines		129,04	59.4 (0 à 42 j)	82.51	99.46	158.4	123.94±1.43
Indice de consommation à 3-6 semaines		2,01	1.8 (0 à 42 j)	2.72	--	2.28	2.49±0.36
Rendement carcasse (%)		84,85	--	--	--	88.7	86.03±1.39
Mortalité (%)		----	--	16.16	9.70	--	--

GMQ : gain moyen quotidien

Ils fabriquent pour la plupart eux-mêmes leurs aliments qui ne répondent pas toujours aux normes en matière d'apport en énergie, protéines, vitamines et minéraux. Les races exploitées sont les races améliorées et la vente des produits se fait soit par filière commerciale, soit dans des marchés locaux où les poulets sont parfois vendus sur pied (FAO, 2013).

Dans cet élevage, le niveau des performances varie énormément d'une bande à l'autre dans la même exploitation et entre exploitations (Téguia *et al.*, 1992). Les performances zootechniques des poulets de chair élevés sur système semi-intensif en Afrique sont résumées dans le tableau 2 ci-dessus.

II- PARAMÈTRES SANGUINS CHEZ LES VOLAILLES

1. GÉNÉRALITÉS SUR LE SANG DES OISEAUX

L'appareil circulatoire des oiseaux comprend un cœur à quatre cavités, une crosse aortique à droite et trois veines caves. Il y a séparation entre la grande circulation et la petite circulation, entre « cœur gauche et cœur droit » comme chez les mammifères (Guérin *et al.*, 2011).

La fréquence cardiaque chez les oiseaux est supérieure (350-470 battements/minute) à celle des mammifères de format identique. Elle traduit un métabolisme très actif. Ainsi, les espèces de petite taille ont une fréquence cardiaque plus élevée que celles de grande taille (Guérin *et al.*, 2011). Elle peut doubler, voire tripler lors d'efforts importants comme le vol. Un stress violent, comme une peur intense peut provoquer un désamorçage de la pompe cardiaque entraînant souvent une syncope mortelle. Il est nécessaire de maîtriser les stress violents chez toutes les espèces à croissance rapide (Guérin *et al.*, 2011)

Le sang des oiseaux présente des différences avec celui des mammifères : la plus remarquable d'entre elles, sur le plan anatomique, est la présence des globules rouges et des thrombocytes nucléés, et sur le plan fonctionnel l'activité phagocytaire des thrombocytes (Samour, 2007 ; Guérin *et al.*, 2011).

On ne rencontre pas de nœuds lymphatiques différenciés chez les galliformes ni chez les columbiformes contrairement aux ansériformes qui possèdent quelques amas lymphatiques (Guérin *et al.*, 2011).

2. CARACTÉRISTIQUES DES CELLULES SANGUINES

2.1. Globules rouges

Les érythrocytes aviaires au nombre de 3-4 millions/mm³ avec une dimension 6x12 µ sont l'équivalent des hématies des mammifères, mais sont nucléés, elliptiques, plus volumineux que ceux des mammifères et ont une durée de vie d'environ 30 jours (figure 1), soit 3 fois inférieures à la durée de vie des hématies des mammifères qui est d'environ 120 jours. Le noyau des érythrocytes des oiseaux n'a pas de fonction qui lui soit reconnue, de plus ce dernier diminue le volume du cytosol donc, de l'hémoglobine utilisable ; ce qui a pour conséquence la réduction de la capacité de transport des gaz respiratoires. Ceci expliquerait d'une part l'élévation de la fréquence respiratoire. Le rôle essentiel des hématies est le transport de l'oxygène et du gaz carbonique (Isaac *et al.*, 2013).

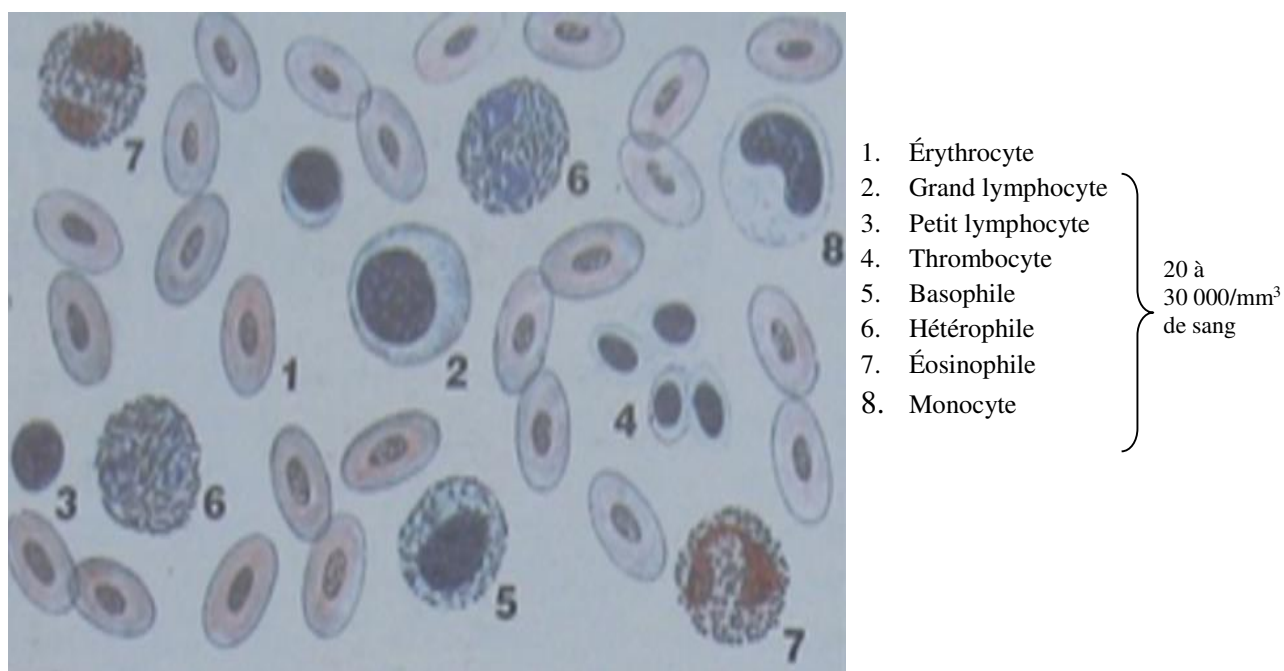


Figure 1: Cellules sanguines chez les oiseaux exemple du poulet.
Source : (Guérin *et al.*, 2011).

L'évaluation de l'état des hématies et du bon fonctionnement des organes hématopoïétiques est faite par divers paramètres parmi lesquels l'hématocrite. L'hématocrite (Ht) qui est également connu comme la fraction volumique des érythrocytes (FVE), est la proportion de globules rouges dans le sang (Purves *et al.*, 2003). Selon Isaac *et al.*, (2013) l'hématocrite est impliqué dans le transport de l'oxygène et des nutriments absorbés.

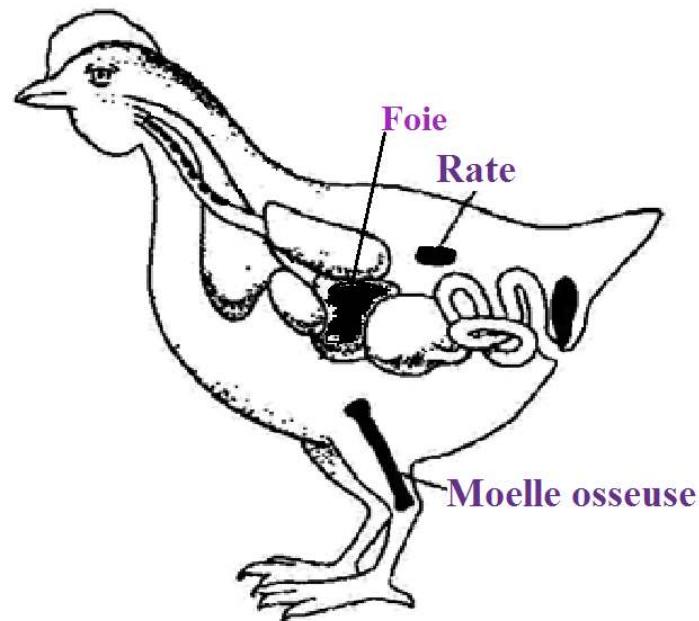


Figure 2: Lieux d'érythropoïèse chez la poule
Source : Bourgeon (2006).

L'augmentation de l'hématocrite montre un meilleur transport et conduit donc à une polyglobulie primaire et secondaire. L'hémoglobine a la fonction physiologique de transporteur de l'oxygène aux tissus de l'animal pour l'oxydation des aliments ingérés de façon à libérer de l'énergie pour les autres fonctions de l'organisme, ainsi que le transport du dioxyde de carbone des tissus vers les poumons pour l'épuration de l'organisme (Isaac *et al.*, 2013).

L'hématocrite est important pour le diagnostic de l'anémie et sert également d'indice pour évaluer la capacité de la moelle osseuse à produire des globules rouges chez les vertébrés (Chineke *et al.*, 2006). Chez les poulets de chair, la valeur de référence de l'hématocrite est comprise entre 24 et 45 % (Samour, 2007). Plusieurs facteurs peuvent faire varier l'hématocrite, notamment les facteurs intrinsèques (l'espèce, la race, l'âge, le sexe et l'état physiologique). Peters *et al.*, (2011) ont rapporté que les moyennes des paramètres sanguins des coqs sont supérieures à celles des poules dans tous les génotypes, et les facteurs extrinsèques (système d'élevage, l'alimentation et le suivi sanitaire) (Adedokun *et al.*, 2001).

2.2. Globules blancs ou leucocytes

L'organisme des oiseaux comme celui des mammifères est exposé à plusieurs agressions microbiennes : bactériennes, virales, mycosiques et parasitaires, et pour se protéger ou au pire se défendre, l'organisme des oiseaux dispose d'un système immunitaire qui lui

permet de reconnaître les éléments exogènes et de s'en débarrasser si nécessaire. Ce système est constitué entre autres par les globules blancs qui sont de plusieurs types, avec les fonctions différentes et parfois spécifiques pour d'autres. Le système immunitaire met en jeu deux processus qui sont étroitement intriqués chez les vertébrés : l'immunité innée et l'immunité acquise (Roitt *et al.* 1998).

- Lymphocytes (60% des globules blancs).
 - o Grands lymphocytes 14 à 16 μ ,
 - o Petits lymphocytes 7 à 8 μ .

Les lymphocytes Burso-dépendant participent à l'immunité humorale (anticorps), tandis que les lymphocytes Thymo-dépendants participent à l'immunité cellulaire (mémoire cellulaire).

- Microphages (30 % des globules blancs).
 - o Basophile = 1 %,
 - o Neutrophile = 27 %,
 - o Éosinophile = 2 % Pseudo-éosinophile (Neutrophile).
- Macrophage (10% des globules blancs).
 - o Monocytes (10-14 μ).

Le système immunitaire des oiseaux se distingue de celui des mammifères par la présence d'une bourse de Fabricius (organe lymphoïde primaire où a lieu la maturation des lymphocytes B), qui est localisée dans la partie dorsale du cloaque, et également par l'absence de ganglions lymphatiques anatomiquement individualisés (on retrouve seulement des nodules lymphatiques). En dehors des particularités anatomiques, il est fort semblable à celui des mammifères. (Bourgeon, 2006).

Chez le poulet, la moelle osseuse, le thymus et la bourse de Fabricius constituent les organes lymphoïdes primaires (en bleu). La rate (en jaune) et les nodules lymphatiques (non représentés) représentent les organes lymphoïdes secondaires (figure 3) (Bourgeon, 2006).

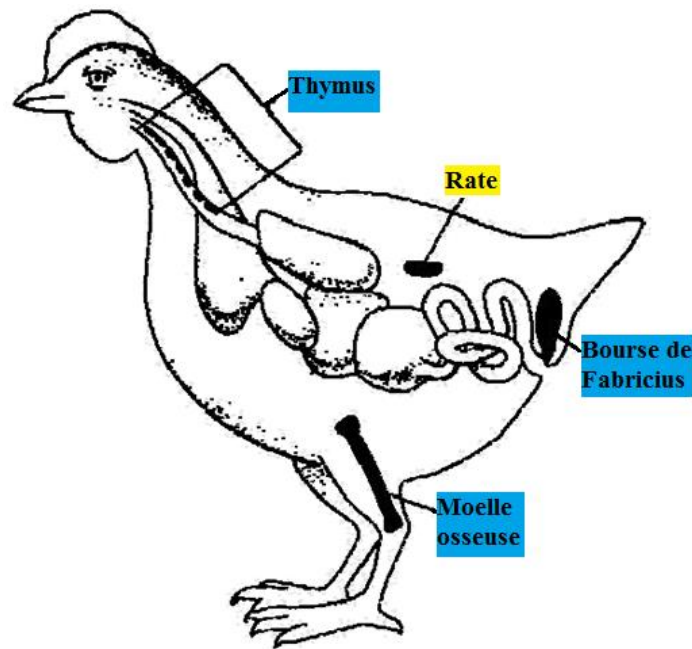


Figure 3 : Organes immunitaires des oiseaux
Source : (Bourgeon, 2006).

1.1. Plaquettes ou thrombocytes

Au nombre de 25 000/mm³ avec une taille 4 à 6 μ les plaquettes sanguines des oiseaux possèdent un noyau. Elles jouent un grand rôle dans la coagulation du sang et possèdent une activité phagocytaire plus importante que les macrophages et les microphages (Guérin *et al.*, 2011).

Les différentes cellules sanguines baignent dans du plasma qui se présente pour ainsi dire comme une «nourrice», car il transporte les éléments nutritifs des cellules sanguines, et les déchets métaboliques de ces cellules y sont déversés ; d'où son importance dans l'évaluation du sang.

2. CARACTÉRISTIQUES BIOCHIMIQUES DU PLASMA SANGUIN DES POULETS

Le plasma sanguin est le liquide dans lequel baignent les cellules du sang et dans lequel sont dissoutes toutes les substances que le sang transporte. Il contient en fait toutes les molécules qui permettent aux organes éloignés de communiquer entre eux (en particulier les hormones, et les enzymes). Il s'y trouve également toutes les molécules issues de la digestion des protides, des glucides, des lipides, ainsi que les sels minéraux.

2.1. Glucose

Le glucose est un sucre simple, le principal représentant des sucres. De formule chimique $C_6H_{12}O_6$, il est présent à l'état naturel dans l'organisme. Son taux dans le sang est maintenu stable grâce à une régulation en fonction des besoins. Il peut aussi être appelé Dextrose ou Célerose (Stryer *et al.*, 2003a).

2.1.1. Rôle biologique

Son principal rôle biologique est de produire l'énergie métabolique aux cellules du corps pour leurs différentes fonctions.

Chez les poulets, la valeur de référence est comprise entre 200-350 mg/dl (Samour, 2007) et peut varier en fonction de plusieurs facteurs, notamment l'âge, la race, le sexe, l'état physiologique, l'environnement et la conduite de l'élevage (Addass *et al.*, 2012).

3.2. Protéines totales

Les protéines sont des macromolécules constituées de chaînes d'acides aminés (20 AA) liés l'un à l'autre par des liaisons peptidiques, dont huit sont dits essentiels (AAE) ou indispensables, c'est-à-dire non synthétisés par l'organisme animal. L'azote étant indispensable à la vie, ce sont les seules sources d'azote (N) que les vertébrés peuvent utiliser. En général, on parle de protéine lorsque la chaîne contient 100 acides aminés ; dans le cas contraire, on parle de peptides et polypeptides (Stryer *et al.*, 2003a).

3.2.1. Rôle biologique

Leurs principaux rôles biologiques (Weinman et Méhul, 2000 ; Stryer *et al.*, 2003a) sont les suivants :

- Elles entrent dans la formation des enzymes qui sont des catalyseurs qui accélèrent la vitesse des réactions biologiques.
- Elles interviennent dans la régulation en donnant la capacité à d'autres protéines de réaliser leurs fonctions physiologiques :
 - l'insuline (petite protéine (5 à 7 kDa), formée de 2 chaînes polypeptidiques liées ensemble par des ponts disulfures), est une hormone qui régule le métabolisme du glucose chez les animaux.
 - La somatotropine (11 kDa) et la thyrotropine sont des hormones qui stimulent la glande thyroïde.

- Elles servent de transport : les protéines transportent des substances spécifiques d'un endroit à un autre. L'hémoglobine transporte l'oxygène des poumons aux tissus. L'albumine plasmatique transporte les acides gras des tissus adipeux à différents organes. Certaines protéines membranaires transportent des molécules métabolisées à travers la membrane. Ainsi, grâce à ces protéines, des produits tels que le glucose et les acides aminés traversent la membrane cellulaire.
- Elles jouent le rôle de stockage : ce sont les protéines de réserve qu'on trouve dans l'ovalbumine, la protéine du blanc d'œuf qui fournit à l'embryon d'oiseau de l'azote durant sa présence dans l'œuf.
- Elles permettent la protection et la défense à travers les immunoglobulines ou anticorps produits par les lymphocytes.
- Les protéines entrent dans la constitution de la thrombine et du fibrinogène qui empêchent la perte de sang lorsque le système circulatoire est endommagé.
- Les protéines permettent le mouvement et la contraction : elles se présentent sous forme de filaments d'actine et la myosine qui forment le système musculaire. (Stryer *et al.*, 2003b)

Chez les poulets de chair, la valeur de référence des protéines sanguines est comprise entre 3-4,9 mg/dl (Samour, 2007). Cette valeur peut varier en fonction de plusieurs facteurs, notamment les facteurs intrinsèques tels que l'espèce, l'âge, la souche, l'état physiologique, et extrinsèques tels que le système d'élevage, la conduite de la bande, l'alimentation (Olayemi *et al.*, 2000).

3.3. Albumine

L'albumine est une protéine fabriquée par le foie. L'albumine est une protéine très importante constituée de plusieurs classes. Elles sont d'ailleurs d'une importance vitale pour la santé et le bien-être de nombreux organismes. Le mot « albumine » est un terme générique qui désigne un type de protéine soluble dans l'eau, il est la plus abondante des protéines plasmatiques (Weinman et Méhul, 2000).

3.3.1. Rôle biologique

Sa fonction principale est le maintien de la pression osmotique entre les espaces vasculaires et extravasculaires. L'albumine a la capacité de transporter une grande variété de substances (acides gras, phospholipides, ions métalliques, acides aminés, médicaments, hormones...) à travers le sang. Chez les poulets de chair, sa valeur de référence est comprise entre 1,75-2,5 mg/dl qui varie en fonction des conditions climatiques extrêmes, de logement,

de stress, de l'alimentation, du suivi sanitaire, du sexe, de l'âge, de la race et de l'état physiologique (Samour, 2007).

3.4. Cholestérol total

Le cholestérol est une graisse fabriquée aux deux tiers par le foie et apportée pour un tiers par l'alimentation (Stryer *et al.*, 2003a).

3.4.1. Rôle biologique

Le cholestérol est un constituant indispensable aux cellules. Il assure un double rôle (Stryer *et al.*, 2003a). :

- Comme élément structural : le cholestérol est l'un des constituants lipidiques des membranes cellulaires ; de nature amphiphique, il s'intercale entre les phospholipides dans la bicouche lipidique, la tête polaire orientée vers le milieu externe aqueux, et la partie non polaire plongée dans la membrane ;
- Comme précurseur des composés biologiques : toutes les molécules de l'organisme animal comportant le noyau cyclopentanoperhydrophénantrénique sont synthétisées à partir du cholestérol ; c'est le cas des acides biliaires, des hormones stéroïdes et du calcitriol. C'est aussi un constituant de la bile.

Chez les poulets, sa valeur de référence est comprise entre 129-297 mg/dl (Samour, 2007). Cette valeur de référence peut varier en fonction de plusieurs facteurs, notamment la qualité de l'alimentation, l'âge, l'espèce, le mode d'élevage, et l'état de santé (Huston, 1974).

CHAPITRE II: MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. SITE ET PÉRIODE DE L'ÉTUDE

1.1. Site de l'étude

L'étude s'est déroulée en zone périurbaine de Ngaoundéré, chef-lieu de la région de l'Adamaoua au Cameroun. C'est une ville cosmopolite dont le processus d'urbanisation va sans cesse grandissant, ce qui implique une demande croissante en protéines animales. La région de l'Adamaoua est située entre le 6^e et le 8^e degré de latitude Nord et entre le 11^e et le 15^e degré de longitude Est sur la dorsale de l'Adamaoua (figure 4), Ngaoundéré est une zone de transition entre les basses terres du Nord et le plateau du Sud camerounais (Amou'ou *et al.*, 1987).

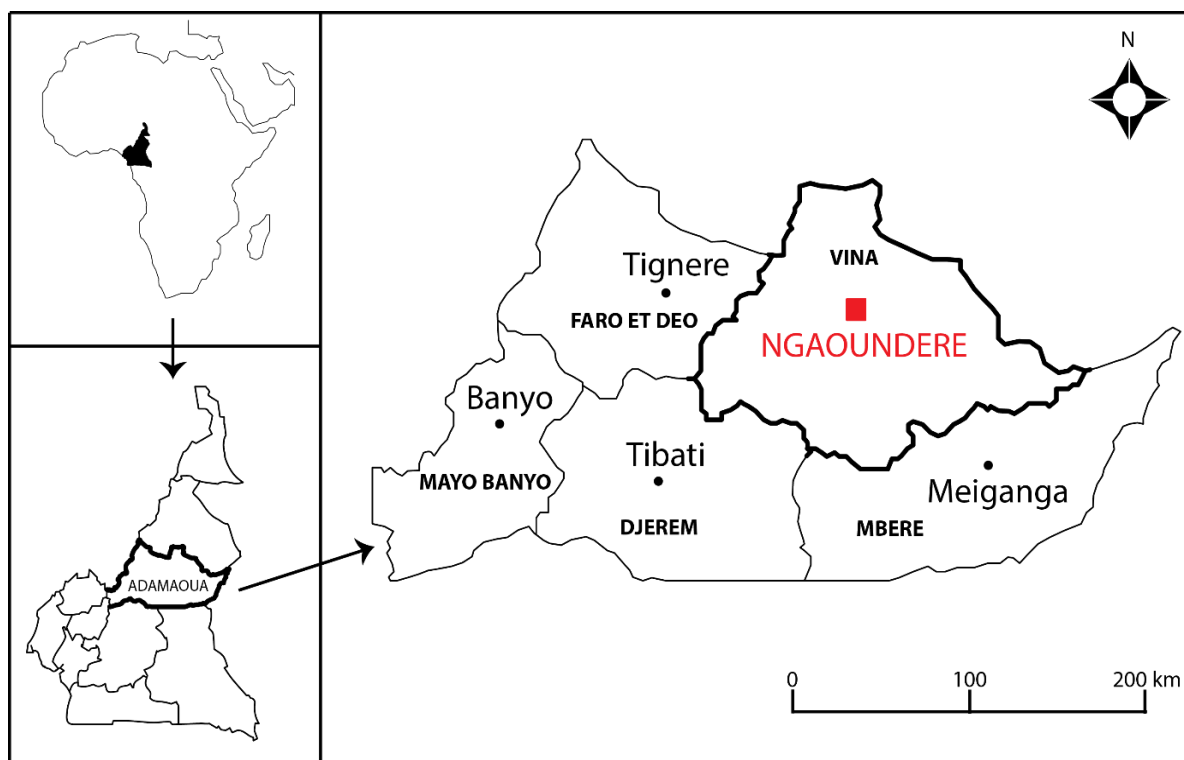


Figure 4 : Zone d'étude.

Source : Carte administrative du Cameroun

Cette position lui confère un climat de type soudano-guinéen avec une saison pluvieuse de 8 mois, allant d'avril à novembre et une saison sèche de 4 mois, de décembre à mars.

Le couvert végétal est constitué de savane arbustive soudano-guinéenne. Les précipitations annuelles oscillent entre 900 et 1 500 mm. Les températures moyennes varient entre 23 et 25°C. La région de l'Adamaoua, grâce à son climat et à son couvert végétal, est une zone de fortes potentialités.

1.2. Période de l'étude

L'étude s'est déroulée de septembre à décembre 2015 soit 15 semaines donc :

- 2 semaines de vide sanitaire,
- 7 semaines pour la conduite de la bande expérimentale,
- 6 semaines pour les analyses sanguines au laboratoire.

2. ÉCHANTILLONNAGE

Pour cette étude, 225 poussins d'un jour, de souche Cobb 500 ont été élevés dans les conditions standards d'un élevage de poulets de chair jusqu'à l'âge de 25 jours. Ensuite, trois lots ont été constitués: le lot A qui était constitué de 75 poulets élevés sur une superficie de 50 m², représentait le lot témoin; le lot B qui était constitué de 75 poulets élevés autour de la concession avec un parcours disponible de 500 m² et une supplémentation alimentaire, représentait le lot sur parcours et le lot C qui était constitué de 75 poulets élevés autour de la concession avec un parcours disponible de 500 m², représentait le lot villageois.

3. CONDUITE DE L'ÉLEVAGE

3.1. Bâtiment d'élevage

3.1.1. Caractéristiques

Les travaux ont été réalisés pour le système standard (les animaux étaient alimentés à volonté, de plus ils étaient soumis au programme de prophylaxie sanitaire) (lot A) et celui sur parcours (lot B) dans un bâtiment fermé qui avait les caractéristiques suivantes :

- la superficie était de 54 m² (12 m de long sur 4,5 m de large),
- une fondation en parpaings de ciment jusqu'à la hauteur de 50 cm environ du sol,
- les murs en brique de terre cuite et en ciment « semi-dur »,
- trois fenêtres grillagées d'une dimension de 80 cm de hauteur sur une longueur de 150 cm sur chaque paroi latérale, à une hauteur d'environ 1,7 m de la dalle,
- une porte en fer,
- le sol dallé,
- une toiture en tôle d'aluminium à double pente.

À l'extérieur une clôture en fil barbelé servait à isoler le bâtiment des personnes curieuses.

3.1.2. Préparation du bâtiment d'élevage

Deux semaines avant l'arrivée des poussins, le vide sanitaire a été effectué dans le bâtiment d'élevage. Il a été nettoyé du plafond au sol au balai, ensuite lavé avec de l'eau, et enfin désinfecté au sulfate et persulfate de potassium (VIRUNETND) à la dose de 1 % par pulvérisation (pour ses propriétés virucide, bactéricide et fongicide à large spectre). Pendant les 15 jours qui suivaient, le bâtiment était hermétiquement fermé. Les alentours du bâtiment ont été défrichés et désinfectés avec le même produit. Deux jours avant l'arrivée des poussins, le bâtiment a été ouvert pour l'installation de la litière dans la poussinière d'environ 5 m², délimitée par des briques cuites. Un pédiluve avait alors été placé à l'entrée du bâtiment pour se désinfecter les pieds avant d'y entrer : il était composé de l'eau contenant 1 % du sulfate et persulfate de potassium (VIRUNETND). A la veille de la réception des poussins, la poussinière a été préchauffée pendant 12 heures.

3.1.3. Éclairage et ambiance du bâtiment

Le bâtiment était éclairé 24 heures sur 24 durant les trois premiers jours de l'essai, grâce à la lumière naturelle (éclairage diurne) et à la lumière artificielle d'une lampe rechargeable de marque GDLITE®, voir photo 1 (éclairage nocturne). Par la suite de durée d'éclairage a varié suivant l'âge (annexe 1). La qualité de la litière dépendant fortement de la température et l'humidité relative du bâtiment, les différentes variations de ces deux paramètres ambiants du bâtiment ont été enregistrées à l'aide d'un thermohygromètre (photo 2).

Le chauffage du bâtiment a été effectué par le four à charbon (photo 3) de 17 h à 8 h le lendemain pendant les 4 premiers jours. La suite du chauffage était faite telle que rapportée en annexe 1.



Photo 1: Dispositif d'éclairage



Photo 2: Thermohygromètre



Photo 3: Chauffage

3.2. Arrivée et mise en place des poussins

A l'arrivée, les poussins de souche Cobb 500 fournis par le couvoir ALIVET de Douala, ont subi des contrôles de routine : nombre, état des pattes, du bec, de l'ombilic et la vivacité, etc. Ils ont ensuite été installés dans la poussinière (photo 3) où ils ont été élevés en masse durant trois semaines et demie de démarrage avant d'être répartis en lots. Les animaux ont été disposés au niveau de la surface de démarrage et mis sous eau sucrée, puis sous antistress pour leur fournir de l'énergie rapidement et prévenir les effets liés au stress d'un long voyage de trois jours.

3.3. Alimentation et abreuvement

Trois rations de type démarrage, croissance et finition pour poulets de chair ont été formulées selon les besoins des animaux en fonction de l'âge (tableau 3). Les ingrédients ont été choisis à partir des résultats d'analyse bromatologique des matières premières obtenus par Tegua et Beynen (2004).

La préparation a consisté à mélanger manuellement les quantités de matières premières choisies. Pour cela, le mélange a été fait par fractions croissantes : les ingrédients en petite quantité (concentré 5 % chair, sel, huile, farine de poisson, poudre d'os, son de

maïs) ont été mélangés pour obtenir un prémélange auquel on a ajouté les ingrédients apportés en quantité relativement grande (tourteau de soja, maïs broyé) de manière à avoir un mélange d'aliments bien fait.

Les quantités d'aliment et d'eau distribuées, ainsi que les refus (restes d'aliments dans les mangeoires) sont reportés dans le tableau 4. Pour faciliter la transition d'une ration à une autre, le nouvel aliment remplaçait graduellement l'ancien à 25 % de la quantité d'aliments distribués le premier jour, 50 % le jour suivant, puis 75 % et enfin 100 % du nouvel aliment.

3.4. Conduite sanitaire et prophylactique

Durant tout leur cycle de vie, les poussins ont été soumis au programme de prophylaxie sanitaire en vigueur dans la région de l'Adamaoua (annexe 2).

Tableau 3: Composition centésimale (%) en matières premières et valeurs bromatologiques calculées des différentes rations en fonction de l'âge.

Matières premières	Aliment démarrage	Aliment croissance	Aliment finition
Âge	0-3 semaines	4-5 semaines	6-7 semaines
Forme de l'aliment	Miette	Granulé	Granulé
Maïs	58,0	61,0	64,0
Son de maïs	4,0	5,0	6,0
Tourteau de soja	27,5	25,0	21,2
Farine de poisson	4,0	3,0	3,0
Huile de palme	0,5	0,3	0,3
Poudre d'os	0,5	0,5	0,2
Sel	0,5	0,5	0,3
CMAV 5%	5,0	5,0	5,0
Total	100	100	100
Valeurs nutritives calculées			
Matière sèche (%)	87,3	87,4	88,8
Protéines brutes	21,3	20,1	19,3
Énergie métabolique (Kcal/kg)	2709,6	2729,8	2822,2
EM/Protéine/kcal/g	13,7	13,7	13,7
Lysine	1,3	1,2	1,1
Méthionine	0,5	0,4	0,4
Cellulose brute	4,0	4,1	4,5
Calcium	1,1	0,9	0,9
Phosphore disponible	1,0	0,8	0,7

CMAV : Complément Minéral, Azoté et Vitaminé

EM : Énergie métabolique

4. CONDUITE DE L'ESSAI

Du 1^{er} jour à la 4^e semaine tous les animaux étaient élevés dans les conditions standard : les aliments étaient distribués aux animaux 4 fois par jour pendant la première semaine : entre 6 h -7 h, 10 h -11 h, 15 h -16 h et 20 h -22 h. À partir de la deuxième semaine l'aliment était distribué deux fois par jour, le matin à 7 h et le soir à 16 h.

A partir la 4^e semaine, seuls les sujets du système standard continuaient d'être traités dans les conditions précédentes jusqu'à l'abattage à la 7^e semaine, ils représentaient le lot A.

Tableau 4 : Fiche du suivi alimentaire quotidien

Semaine	Système d'élevage	Nombre d'animaux	Nombre de sujets morts	Quantités distribuées en g	Refus en g	Quantités consommées en g
1	Standard (ABC)	218	7	32820	2300	30520
2	Standard (ABC)	217	1	79450	3500	75950
3	Standard (ABC)	216	1	117412	2500	114912
4	Standard (ABC)	216	0	158748	1500	157248
5	Standard (A)	71	1	67098	500	66598
	Parcours (B)	72	0	52416	0	52416
	Villageois (C)	72	0	0	0	0
6	Standard (A)	71	0	45000	3500	41500
	Parcours (B)	72	0	25000	0	25000
	Villageois (C)	71	1	0	0	0
7	Standard (A)	71	0	74500	550	73950
	Parcours (B)	72	0	25500	0	25500
	Villageois (C)	71	0	0	0	0
Total			11	677944	14350	663594

Dans le Lot B (élevage sur parcours), l'aliment était distribué chaque matin jusqu'à 9 h, heure à laquelle il était retiré et les animaux laissés sur le parcours (photo 4). Le soir, entre 17 h 30 min et 18 h, ils étaient ramenés dans le bâtiment où les aliments leur étaient distribués à volonté, ainsi que de l'eau potable et fraîche. Ce traitement a duré de la 4^e à la 7^e semaine.

Dans le Lot C (système villageois), il n'y a eu ni apport d'aliment ni suivi sanitaire et prophylactique pendant toute la période du traitement de la 4^e à la 7^e semaine.

Les parcours disponibles étaient recouverts d'herbes parsemées de quelques arbres fruitiers (safoutiers, avocatiers, manguiers). Sur les parcours, les animaux consommaient les grains de céréales disséminés, les insectes, les vers de terre et les herbes dans les champs de patate, de manioc et de haricot (photo 4).



Photo 4: Animaux sur parcours

5. PRÉLÈVEMENT ET TRANSPORT DES ÉCHANTILLONS DE SANG

À partir de la 4^e semaine d'âge, le sang était prélevé une fois par semaine sur 25 sujets par système d'élevage. La prise de sang était effectuée à la veine alaire à l'aide d'une épicroânienne montée sur une seringue, précisément au niveau de l'articulation entre l'humérus et le radius-ulna (photo 5). Deux à quatre millilitres de sang étaient recueillis dans un tube à EDTA contenant 1,5 mg/ml de sang (Samour, 1998). Une compression au point de ponction était ensuite réalisée pour empêcher l'hématome sous-cutané qui est quasi instantané chez les poulets. (Guérin *et al.*, 2011).

Lorsque l'hématome sous-cutané se formait, le prélèvement était fait sur l'aile opposée. Les sujets prélevés étaient choisis de façon aléatoire et un même sujet pouvait être prélevé trois si l'hématome ne s'était pas formé à la prise de sang précédente.

Le transport des échantillons de la ferme au laboratoire se faisait dans un sac isotherme avec des carboglaces sous le porte-tube.



Photo 5: Prélèvement du sang au niveau de la veine alaire

6. MATÉRIEL DE LABORATOIRE

- Matériel de prélèvement : seringues, épicroâniennes, coton et alcool à 95°,
- Embouts de 100 µl et de 1000 µl,
- Portoirs,
- Spectrophotomètre,

- Incubateur,
- Montre,
- Pipettes automatiques de 100 μ l et de 1000 μ l,
- Différents kits : protéines totales (SGMitalia) ; albumine (SGMitalia) ; Cholestérol total (ENZOPAK) ; glucose (Cromatest - LINEAR Chemicals),
- Gants en latex,
- Verrerie : Tubes à essai, Bécher,
- Centrifugeuses : Microcentrifugeuse et centrifugeuse à tubes,
- Tubes Eppendorf
- Chaîne de froid : Congélateur et réfrigérateur,
- Tubes microcapillaires,
- Conservation lors du transport : sac isotherme et carboglaces.

7. DONNÉES COLLECTÉES ET PARAMÈTRES ÉTUDIÉS

7.1. Performances zootechniques

7.1.1. Consommation alimentaire

La consommation alimentaire journalière des animaux a été enregistrée grâce à la pesée des quantités d'aliments distribuées et refusées quotidiennement sur la fiche de suivi zootechnique (annexe 3). Les ingrédients utilisés pour la composition de l'aliment étaient notamment le maïs, le tourteau de soja, la farine de poisson, le CMAV (complément minéral, azoté et vitaminé) chair 5 %, la poudre d'os, le son de maïs, l'huile et le sel voir photo 6.

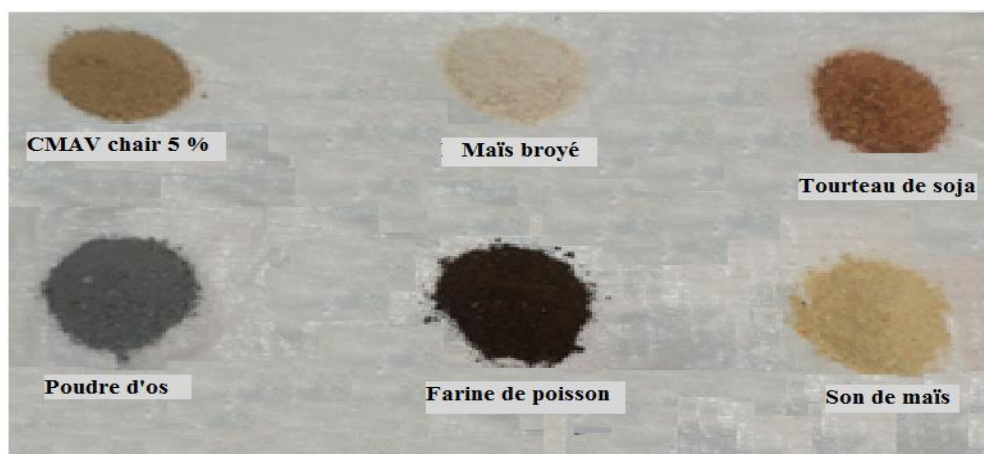


Photo 6: Ingrédients utilisés pour composer l'aliment au cours de l'essai

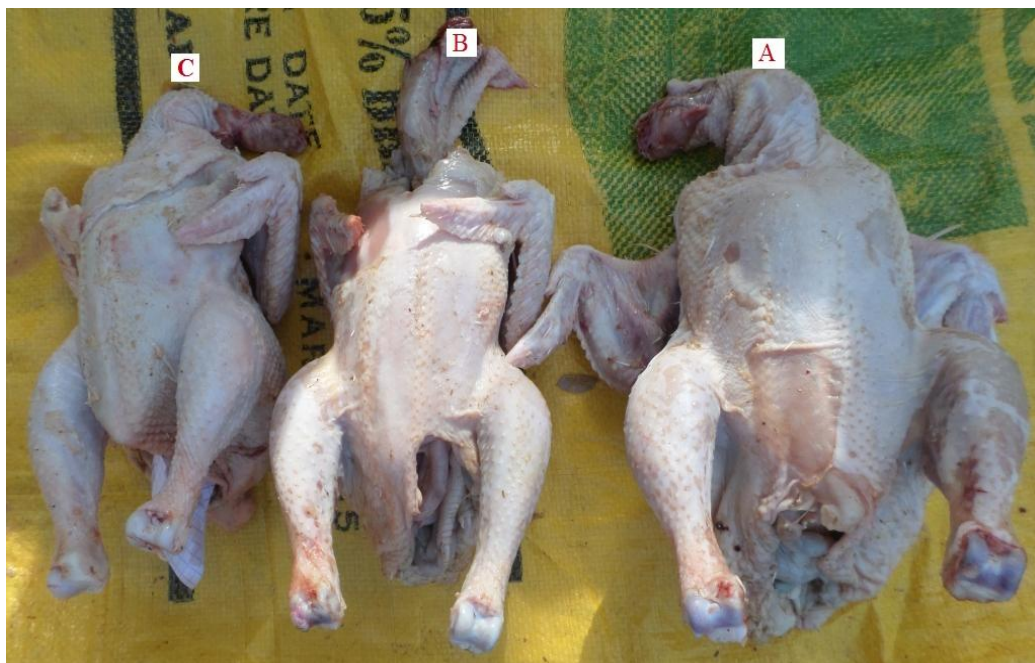
7.1.2. Poids vif

Les animaux ont été pesés le premier jour, puis de manière hebdomadaire avant la distribution de l'aliment jusqu'à la fin de l'essai. Lors de chaque pesée, les animaux pris de façon aléatoire dans tous les coins du bâtiment étaient pesés par lot de 10 sujets et le poids moyen était calculé, puis enregistré dans la fiche de suivi de la croissance pondérale. Le même exercice était repris deux fois de plus en prenant soin chaque fois d'arrêter les autres sujets à peser avant de relâcher ceux qui venaient d'être pesés. À partir de la 4^e semaine, les sujets étaient pesés individuellement avec la même méthode. Toutes les données recueillies ont été enregistrées dans l'annexe 4.

7.1.3. Poids carcasse

À l'âge de 7 semaines, vingt-cinq (25) animaux dans chacun des systèmes d'élevage standard, parcours et villageois ont été abattus par saignée, plumés et éviscérés (photo 7). Le poids vif avant abattage et le poids carcasse ont été répertoriés sur une fiche d'abattage ainsi que le poids des différents abats, notamment : le gésier vide, le foie, la masse intestinale, les pattes et la tête (Annexe 5).

Ces différentes données recueillies tout au long de l'essai nous ont permis de calculer les variables zootechniques.



A=standard ; B=parcours et C=villageois

Photo 7 : Taille des carcasses à 7 semaines d'âge en fonction du système d'élevage

7.1.4. Paramètres zootechniques évalués

a. Indice de consommation

Chaque matin, les restes d'aliments distribués la veille étaient retirés des mangeoires et pesés. La quantité d'aliment à distribuer ce jour était également pesée. La quantité relative ingérée par chaque sujet était mesurée en divisant la quantité d'aliment consommée par le nombre de sujets. Ces valeurs ont permis de calculer la consommation alimentaire individuelle en g/sujet/j (CAI) (Villemin, 1984)

$$CAI = \frac{\text{Quantité d'aliments distribuée (g)} - \text{quantité d'aliments refusée (g)}}{\text{Nombre des sujets}}$$

L'indice de consommation a été obtenu en divisant la consommation alimentaire totale de la semaine par le gain de poids total de la semaine (Villemin, 1984).

$$IC = \frac{\text{Quantité d'aliments consommée pendant la semaine (g)}}{\text{Gain de poids de la semaine (g)}}$$

IC : indice de consommation

b. Gain moyen quotidien

Le gain moyen quotidien (GMQ) s'obtient en divisant le gain de poids enregistré pendant une semaine par sept (nombre de jour de la semaine) (Villemin, 1984).

$$GMQ = \frac{\text{Gain de poids pendant une semaine (g)}}{7 \text{ jours de la semaine}}$$

c. Rendement carcasse

Exprimé en pourcentage (%), il était calculé à partir des données relatives au poids vif à l'abattage et au poids carcasse (Villemin, 1984). Il est déterminé grâce à la formule ci-après :

$$RC = \frac{\text{Poids carcasse (g)}}{\text{Poids vif (g)}} \times 100$$

RC : Rendement carcasse

d. Taux de mortalité

Le taux de mortalité correspond au rapport du nombre total des sujets morts sur l'effectif initial des sujets exposés pendant une période (Villemin, 1984).

$$TM = \frac{\text{Nombre de morts au cours d'une période}}{\text{Effectif en début de la période}} \times 100$$

7.2. Paramètres sanguins

7.2.1. Hématocrite

L'hématocrite a été déterminé au laboratoire d'hématologie et biochimie du centre régional de l'Institut de la Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) de Wakwa. Les tubes capillaires étaient remplis à environ 75 % en s'assurant que l'extrémité opposée restait sèche. Puis l'extrémité sèche était scellée avec du mastic, en l'enfonçant à la verticale dans le mastic jusqu'à ce que le bord du tube capillaire touche le fond de la plaque de mastic (photo 8). Après avoir incliné légèrement le tube dans le sens gauche-droite, il était aisément retiré du mastic. Les tubes étaient ensuite placés dans le rotor à hématocrite, les extrémités scellées vers le haut, puis le rotor était fermé et mis sous tension. La centrifugation était faite à 3000 trs/min pendant 5 minutes. La valeur de l'hématocrite était ensuite lue dans un lecteur d'hématocrite (photo 9) puis enregistrée (annexe 6).

Pour la séparation du plasma, les tubes étaient centrifugés à 3500 trs/min pendant 6 minutes. Une fois la séparation faite, le plasma était recueilli à l'aide des micropipettes automatiques de 1000 µl et mis dans les tubes Eppendorf, ces derniers étaient conservés dans un congélateur à -20°C jusqu'à l'analyse.



Photo 8: Réalisation de l'hématocrite



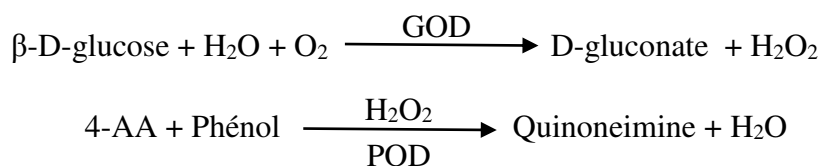
Photo 9: Lecture de l'hématocrite.

7.2.2. Dosages biochimiques

a. Glucose

- **Principe :**

Le glucose est oxydé en D-gluconate par le glucose oxydase (GOD) avec la formation du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂). En présence de la peroxydase (POD), un mélange de phénol et de 4-aminoantipyrine (4-AA) est oxydé par le peroxyde d'hydrogène pour former une coloration rouge de quinone imine, proportionnellement à la concentration de glucose dans l'échantillon (photo 10).



Avec H₂O : eau ; O₂ : dioxygène et H₂O₂ : peroxyde d'hydrogène.

Le glucose a été dosé par la méthode colorimétrique enzymatique avec le kit de dosage Cromatest - LINEAR Chemicals. S.L (Young *et al.*, 1975).

- **Réactifs utilisés :**

- **réactif 1 :**

- tampon phosphate, pH 7,5..... 100 mmol/l,
- glucose oxydase (GOD)..... 10 KU/l,
- peroxydase (POD)2 KU/l,
- 4- Aminoantipyrine (4- AA)0,5 mmol/l,
- phénol.....5 mmol/l.

- **réactif 2 (standard) :**

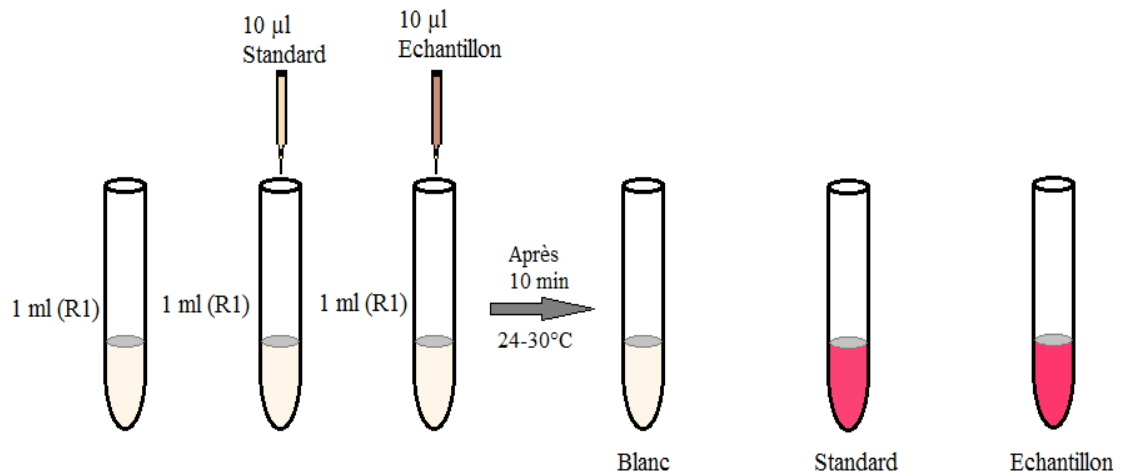
- Glucose100 mg/dl.

- **Échantillon :** Plasma.

- **Mode opératoire :**

Dans une série de 22 tubes à essai (X_{n+2} où n = nombre des échantillons et 2 = 1 blanc et 1 standard) (figure 5), 1 ml de réactif R1 était mis. Un ajout de 10 µl de la solution standard était versé dans le tube standard, tandis que le tube blanc lui ne recevait rien d'autre que le millilitre du réactif R1. Ensuite, 10 µl de chaque échantillon de plasma étaient ajoutés dans le tube correspondant préalablement identifié (par le code de l'animal). Puis on homogénéisait et

laissait incuber pendant 10 min à la température du laboratoire. La lecture de la densité optique (D.O) de chaque préparation (photo 10) était faite au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 500 nm.



.Figure 5: Technique du dosage de glucose

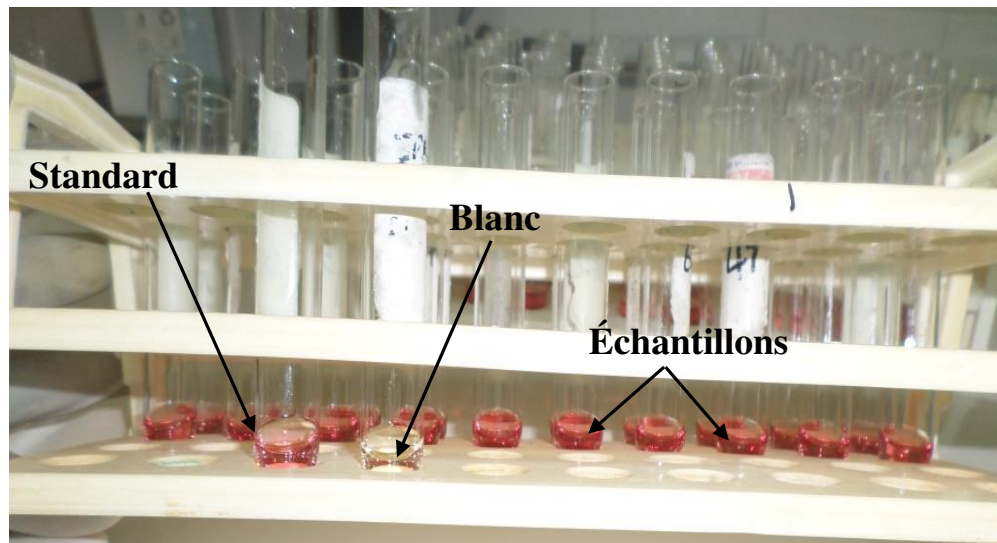


Photo 10 : Aspect des tubes avant la lecture des densités optiques.

Le calibrage du spectrophotomètre était fait par la solution du blanc (réactif R1). La formule suivante a été utilisée pour calculer la concentration de chaque échantillon (annexe 7).

$$C_{ech} = \frac{D.O \text{ ech} - D.O \text{ bl}}{D.O \text{ std} - D.O \text{ bl}} \times C_{std} \quad \text{avec } C_{std} = 100 \text{ mg/dl.}$$

C_{ech} : concentration de l'échantillon, C_{std} : concentration standard, D.O éch : Densité optique échantillon, D.O std : Densité optique standard et D.O bl : Densité optique blanc.

b. Protéines totales

- **Principe :**

En milieu alcalin, les protéines réagissent avec les ions bivalents de cuivre donnant un complexe coloré dont l'intensité est directement proportionnelle à la concentration des protéines totales dans l'échantillon testé (photo 11).

Les protéines totales ont été dosées par la méthode de Biuret décrite par (Kaplan et Pesce, 1996) avec le kit de dosage SGMitalia - TOTAL PROTEIN LR.

- **Réactifs utilisés :**

- **Réactif 1:**

- Hydroxyde de sodium350 mmol/l,
- Tartrate de potassium sodium.....20 mmol/l,
- Iodure de potassium.....5,2 mmol/l,
- Sulfate de cuivre (II)4,8 mmol/l.

- **Réactif 2 (standard) :**

- Protéine standard5 g/dl.

- **Échantillon : Plasma.**

- **Mode opératoire :**

Dans une série de 22 tubes à essai (X_{n+2} où n = nombre des échantillons et $2 = 1$ blanc et 1 standard) (figure 6), 1ml de réactif R1 était mis. Un ajout de 10 μ l de la solution standard était versé dans le tube standard, tandis que le tube blanc lui ne recevait rien d'autre que le millilitre du réactif R1. Ensuite, 10 μ l de chaque échantillon de plasma étaient ajoutés dans le tube correspondant préalablement identifié (par le code de l'animal). Puis on homogénéisait et laissait incuber pendant 30 min à la température du laboratoire. La lecture de la densité optique (D.O) de chaque préparation (photo 11) était faite au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 540 nm.

Le calibrage du spectrophotomètre était fait par de l'eau distillée. La formule suivante était utilisée pour calculer la concentration de chaque échantillon (annexe 8).

$$C_{ech} = \frac{D.O_{ech} - D.O_{bl}}{D.O_{std} - D.O_{bl}} \times C_{std} \text{ avec } C_{std} = 5 \text{ g/dl.}$$

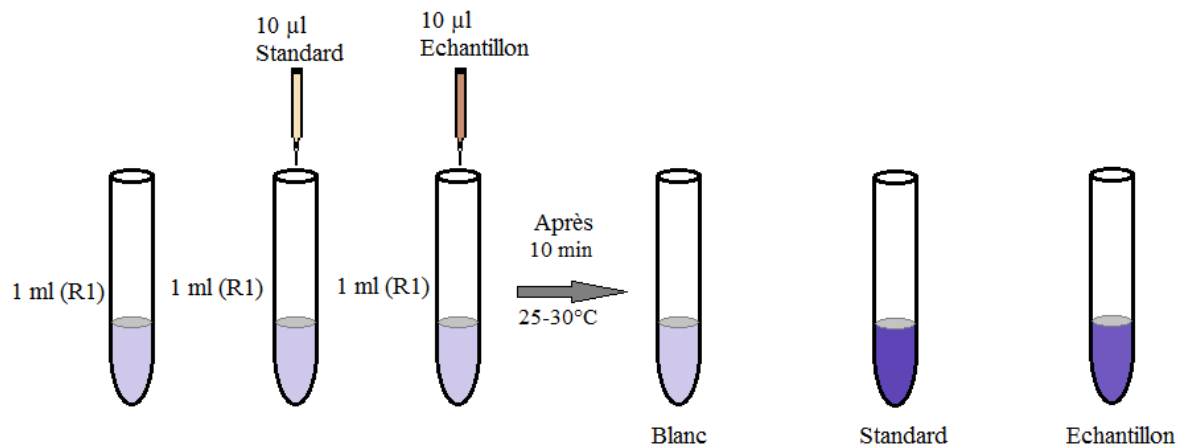


Figure 6: Technique de dosage de protéines totales

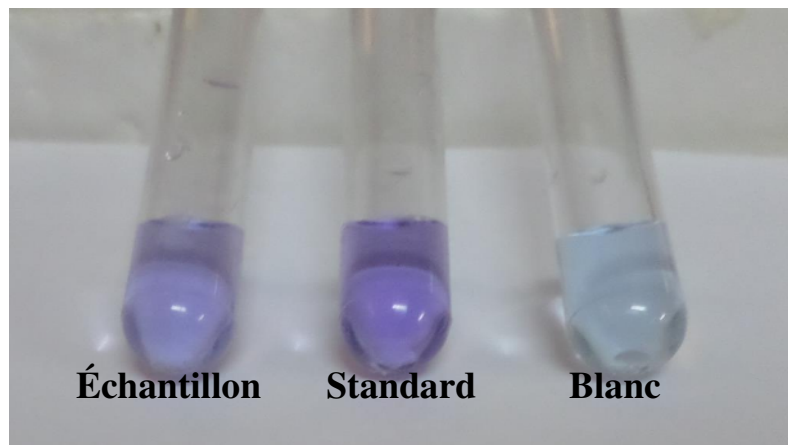


Photo 11: Aspect des tubes avant la lecture des densités optiques

c. Albumine

- **Principe :**

En milieu tampon à pH : 4,2 le vert de bromocrésol se combine à l'albumine pour former un complexe coloré dont l'absorbance mesurée à 630 nm (620-640) est proportionnelle à la concentration en albumine dans l'échantillon (photo 12).

L'albumine a été dosée par la méthode colorimétrique avec le kit de dosage SGMitalia albumine (Hallbach *et al.*, 1991).

- **Réactifs utilisés :**

- **Réactif 1 :** vert de bromocrésol pH = 4.20.12 mmol/l,
- **Réactif 2 : (standard) :** albumine5 g/dl.

- **Échantillons :** Plasma.

- **Mode opératoire :**

Dans une série de 22 tubes à essai (X_{n+2} d'où n = nombre des échantillons et 2 = un pour le blanc et le 2^{ème} pour le standard) (figure 7), 1 ml de réactif R1 était mis. Un ajout de 10 µl de la solution standard était versé dans le tube standard, tandis que le tube blanc lui ne recevait rien d'autre. Ensuite, 10 µl de chaque échantillon de plasma étaient ajoutés dans le tube correspondant préalablement identifié (par le code de l'animal). Puis on homogénéisait et laissait incuber pendant 5 min à la température du laboratoire. La lecture de la densité optique (D.O) de chaque préparation (photo 12) était faite au spectrophotomètre à 630 nm.

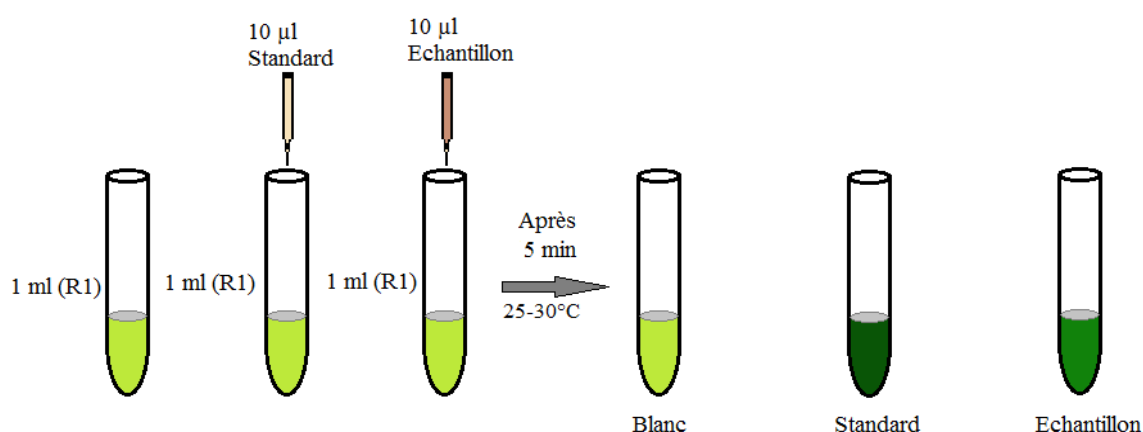


Figure 7: Technique de dosage d'albumine

Le calibrage du spectrophotomètre était fait par la solution du blanc. La formule suivante a été utilisée pour calculer la concentration de chaque échantillon (annexe 9).

$$C_{ech} = \frac{D.O_{ech} - D.O_{bl}}{D.O_{std} - D.O_{bl}} \times C_{std} \quad \text{avec } C_{std} = 5 \text{ g/dl}$$

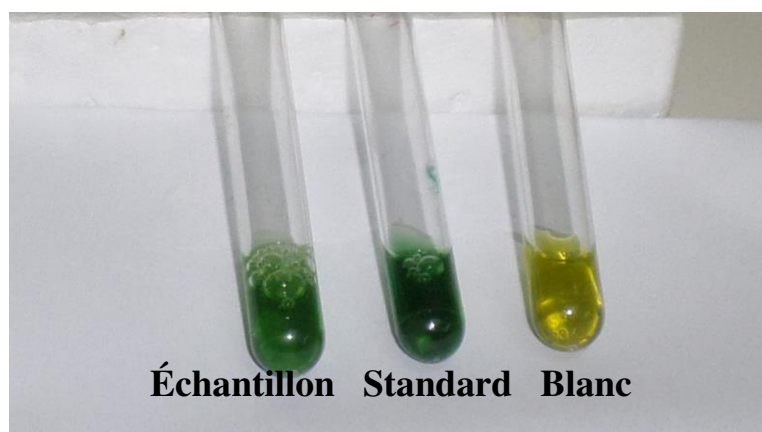
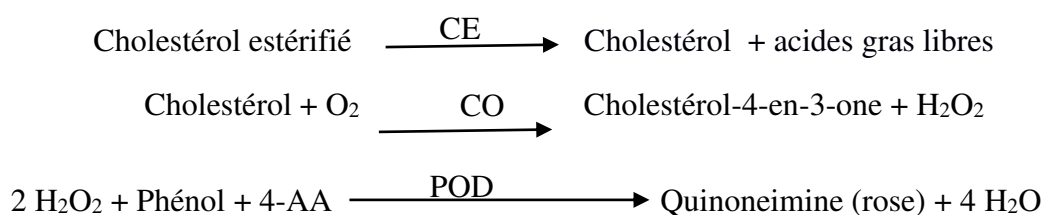


Photo 12: Aspect des tubes avant la lecture des densités optiques

d. Cholestérol total

- **Principe :**

Les esters de cholestérol sont hydrolysés en cholestérol libre par le cholestérol estérase (CE). Le cholestérol est alors oxydé par le cholestérol oxydase (CO) en cholestérol-4-èn-3-one avec la production simultanée de peroxyde d'hydrogène. Le peroxyde d'hydrogène réagit avec l'acide 4-aminoantipyrine (4-AA) et un composé phénolique en présence de la peroxydase pour donner un complexe coloré qui est lu à 505 nm. L'intensité de la couleur produite est directement proportionnelle à la concentration de cholestérol total dans l'échantillon (photo 13).



Le cholestérol a été dosé par la méthode colorimétrique avec le kit de dosage ENZOPAK-CHOLESTEROL liquid. (Pescse et Bodourian, 1977).

- **Réactifs utilisés :**

- **Réactif 1:**

- Tampon, pH 7,00 $\pm$ 0,1 à 25°C..... 90 mmol/l ;
 - Phénol26 mmol/l ;
 - Cholestérol estérase (CE) 500 U/l ;
 - Cholestérol oxydase (CHOD)500 U/l ;
 - Peroxydase (POD).....6000 U/l ;
 - 4- Aminoantipyrine (4-AP).....0,5 mmol/l.

- **Réactif 2 : (standard)**

- Cholestérol..... 200 mg/dl.

- **Échantillon : Plasma**

- **Mode opératoire :**

Dans une série de 22 tubes à essai (X_{n+2} d'où n = nombre des échantillons et 2 = un pour le blanc et le 2^{ème} pour le standard) (figure 8), 1 ml de réactif R1 était mis. Un ajout de 10 μ l de la solution standard était versé dans le tube standard, tandis que le tube blanc lui ne recevait rien d'autre. Ensuite, 10 μ l de chaque échantillon de plasma sont ajoutés dans le tube correspondant préalablement identifié (par le code de l'animal). Puis on homogénéisait et

laissait incuber pendant 30 min à la température du laboratoire. La lecture de la densité optique (D.O) de chaque préparation (photo 13) était faite au spectrophotomètre à 505 nm.

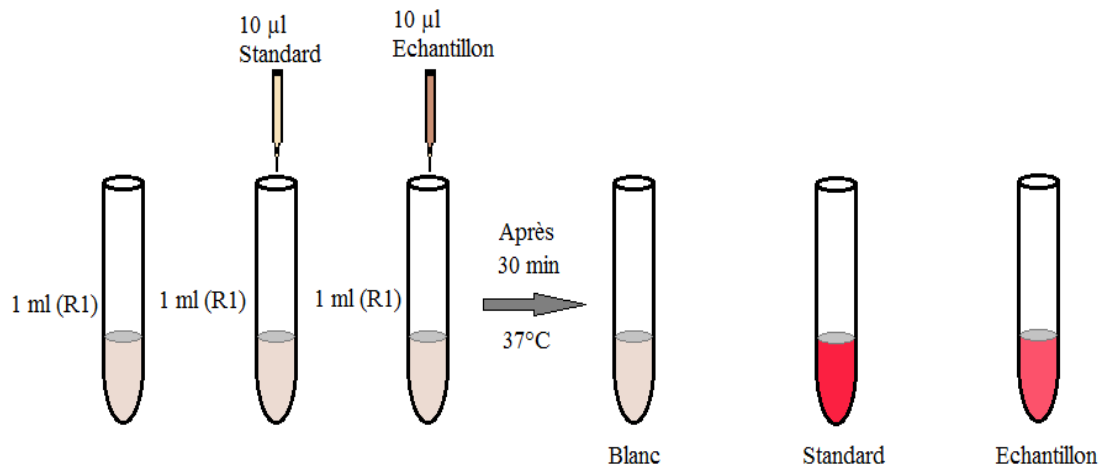


Figure 8: La technique du dosage de Cholestérol total

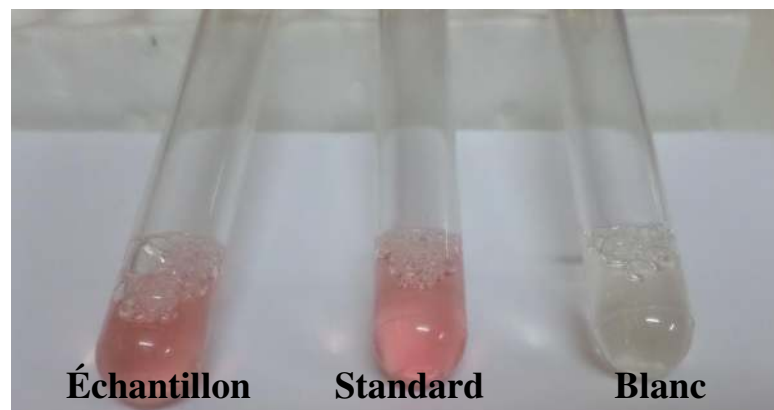


Photo 13: Aspect des tubes avant la lecture des densités optiques

Le calibrage du spectrophotomètre était fait par de l'eau distillée. On appliquait la formule suivante pour calculer la concentration de chaque échantillon (annexe 10).

$$C_{ech} = \frac{D.O_{ech} - D.O_{bl}}{D.O_{std} - D.O_{bl}} \times C_{std} \quad \text{avec } C_{std} : \text{la concentration de standard} = 200 \text{ mg/dl.}$$

8. ANALYSE DES DONNÉES

La saisie des données a été réalisée à l'aide du tableur informatique «Excel®» (Microsoft corporation). Les données y ont été regroupées en lots (représentant chacun un système d'élevage) et en fonction des dates de prélèvement (suivi temporel des paramètres zootechniques et sanguins). Les comparaisons des paramètres zootechniques inter-système d'élevage et intra-système d'élevage, ont été réalisées à l'aide du logiciel R grâce à l'analyse des variances à un facteur (ANOVA) à un intervalle de confiance de 95 %. Les paramètres sanguins ont été évalués au seuil de signification de 5 % grâce au package «R commander» du logiciel R.

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION

I. RÉSULTATS

I.1. Performances zootechniques

I.1.1. Croissance pondérale

Les données sur la croissance pondérale des poulets en fonction de l'âge et du système d'élevage sont présentées dans le tableau 5. Il en ressort au terme de l'essai que la croissance pondérale a été significativement ($p < 0,05$) plus élevée chez les poulets élevés dans les conditions standards, comparativement à ceux élevés sur parcours et sur système villageois.

Tableau 5: Variation du poids vif (g) et du pourcentage du gain de poids des poulets en fonction de l'âge et du système d'élevage.

Âge (semaine)	Système d'élevage					
	Standard (témoin) ($\pm$ ET) en (g)	% gain de poids ($\pm$ ET)	Parcours ($\pm$ ET) en (g)	% gain de poids ($\pm$ ET)	Villageois ($\pm$ ET) en (g)	% gain de poids ($\pm$ ET)
4	1349,67 ^d $\pm$ 79,91	29,42 $\pm$ 3,08	1349,67 ^d $\pm$ 79,91	29,42 $\pm$ 3,08	1349,67 ^d $\pm$ 79,91	29,42 $\pm$ 3,08
5	1900,00 ^{ef} $\pm$ 13,23	28,94 $\pm$ 4,71	1700,33 ^e $\pm$ 17,47	20,62 $\pm$ 4,76	1200,67 ^d $\pm$ 87,87	-13,17 $\pm$ 15,49
6	2100,33 ^f $\pm$ 165,85	9,16 $\pm$ 7,24	1751,67 ^e $\pm$ 42,52	2,88 $\pm$ 3,12	1150,33 ^{cd} $\pm$ 36,50	-4,60 $\pm$ 10,67
7	2463,33 ^g $\pm$ 43,68	14,75 $\pm$ 6,26	1810,00 ^e $\pm$ 13,23	3,22 $\pm$ 2,61	985,00 ^c $\pm$ 128,16	-17,93 $\pm$ 13,69

a, b, c, d, e, f, g : Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même ligne et d'une même colonne sont significativement différentes ($p < 0,05$).

$\pm$ ET : Écart-type.

Lorsque l'âge est considéré, des différences significatives ($p < 0,05$) sont enregistrées chez les poulets du lot témoin (standard) et ceux élevés sur parcours entre la 4^e et la 5^e semaine d'âge. Chez ceux élevés sur parcours, il y a certes un gain de poids, mais qui toutefois n'est pas significatif à partir de la 5^e semaine d'âge, et chez les poulets du système villageois la perte de poids n'est significative qu'à partir de la 6^e semaine d'âge par rapport au jour de la répartition en lot (4^e semaine).

Lorsque le système d'élevage est considéré, les différences significatives ($p < 0,05$) sont relevées entre les systèmes standard, parcours et villageois à partir de la 6^e semaine ; avec une perte de poids des poulets du système villageois de 39,58 % par rapport au poids de ceux du

système standard et une perte de 34,33 % par rapport aux sujets du système sur parcours. D'ailleurs au jour d'abattage, la différence de poids entre systèmes standard, parcours et villageois reste significative ($p < 0,05$). Il ressort que le système standard a eu le meilleur poids vif alors que la plus basse des performances de croissance a été obtenue par le système villageois.

I.1.2. Gain moyen quotidien

Les données sur le gain moyen quotidien des poulets en fonction de l'âge et du système d'élevage sont représentées par la figure 9. Il en ressort au terme de l'essai que le gain moyen quotidien a été significativement ($p < 0,001$) plus élevé entre le système standard et les systèmes sur parcours et villageois. Dans le système d'élevage sur parcours et en fonction de l'âge on observe une baisse significative ($p < 0,001$) du GMQ de la 4^e à la 6^e semaine. Dans le système d'élevage villageois, les GMQ entre la 4^e et la 7^e semaine sont significativement différents ($p < 0,001$). Dans ce lot, on observe d'énormes pertes de poids avec les GMQ négatifs.

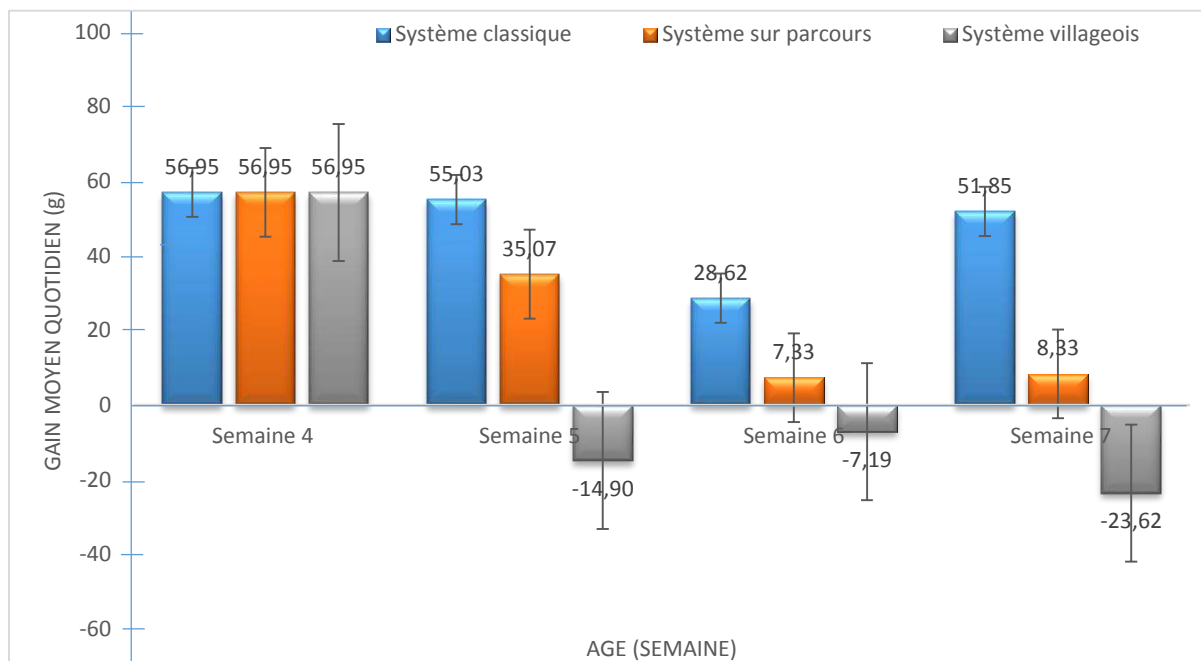


Figure 9: Évolution du gain moyen quotidien des poulets en fonction du système d'élevage à partir de la 4^e semaine.

I.1.3. Poids des divers organes

Les divers organes pesés à l'abattage présentent une différence de poids en fonction du système d'élevage (tableau 6). Le système d'élevage standard est globalement supérieur à celui sur parcours et villageois à l'exception des pattes et de la tête.

Tableau 6: Effet du système d'élevage sur le poids des organes (g).

Organes	Système d'élevage	<i>n</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>
Gésier	Standard	25	64,96 ^c ± 2,11	63,0	74,0
	Parcours	25	50,04 ^b ± 1,17	47,0	52,0
	Villageois	25	34,36 ^a ± 2,02	30,0	37,0
Masse intestinale	Standard	25	73,8 ^c ± 2,38	67,0	76,0
	Parcours	25	63,12 ^b ± 1,83	57,0	65,0
	Villageois	25	54,76 ^a ± 4,18	44,0	59,0
Foie	Standard	25	54,32 ^c ± 1,11	53,0	0,09
	Parcours	25	44,96 ^b ± 1,57	42,0	0,12
	Villageois	25	31,92 ^a ± 1,53	30,0	0,89
Pattes	Standard	25	80,12 ^b ± 3,57	68,0	84,0
	Parcours	25	80,88 ^b ± 2,88	72,0	86,0
	Villageois	25	50,64 ^a ± 2,46	45,0	54,0
Tête	Standard	25	55,76 ^b ± 1,71	52,0	58,0
	Parcours	25	56,92 ^b ± 3,01	54,0	66,0
	Villageois	25	33,72 ^a ± 2,87	27,0	39,0

a, b, c: Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même colonne sont significativement différentes ($p < 0,05$).

I.1.4. Indice de consommation

À partir de la 5^e semaine, l'indice de consommation (IC) croît ($p < 0,05$) dans le système standard, puis baisse à la fin à la 7^e semaine, tandis que celui des sujets sur parcours croît très significativement ($p < 0,001$), puis baisse légèrement vers le 47^e jour. Dans le système d'élevage standard, l'indice de consommation connaît une légère baisse la 5^e semaine, puis croît de façon significative jusqu'à l'abattage (tableau 7). Tandis que celui du système sur parcours se multiplie par deux une semaine après la répartition en lot ($p < 0,001$). Le système d'élevage villageois a un indice de consommation non répertorié, car les sujets n'étant pas supplémentés.

Tableau 7 : Variation de l'indice de consommation en fonction du système d'élevage.

Indice de consommation			
Âge (semaine)	Système standard	Système sur parcours	Système villageois
Semaine 4	1,83 ^{de} ± 0,16	1,83 ^{de} ± 0,16	1,83 ^{de} ± 0,16
Semaine 5	1,7 ^{cde} ± 0,14	2,08 ^e ± 0,17	0 ^a
Semaine 6	2,92 ^f ± 0,16	6,76 ^h ± 0,56	0 ^a
Semaine 7	2,87 ^f ± 0,23	6,07 ^g ± 0,40	0 ^a

a, b, c, d, e, f, g, h: Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même colonne sont significativement différentes ($p < 0,05$).

I.1.5. Rendement carcasse

Le rendement carcasse moyen des sujets du système standard est significativement plus élevé ($p < 0,001$) à celui des sujets du système sur parcours et ce dernier significativement ($p < 0,001$) supérieur à celui des sujets du système villageois (tableau 8).

Tableau 8: Rendement carcasse en fonction du système d'élevage.

Système d'élevage	Poids vif	Poids carcasse	Rendement Carcasse
Standard	2460 ^c ± 77,06	2092,08 ^c ± 67,87	85,05 ^c ± 0,89
Parcours	1785 ^b ± 84,78	1444,08 ^b ± 71,53	80,90 ^b ± 0,89
Villageois	1005 ^a ± 158,11	759,68 ^a ± 139,14	75,28 ^a ± 3,47

a, b, c: Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même colonne sont significativement différentes ($p < 0,05$).

I.1.6. Taux de mortalité

Durant cette étude, 11 mortalités ont été relevées, soit 4,88 %, dont la majorité est survenue lors de la période de chauffage (9 morts) et 2 morts après la répartition en différents traitements (01 dans le système standard, 01 dans le système villageois) (annexe 3).

I.2. Paramètres sanguins

I.2.1. Hématocrite

L'évolution de l'hématocrite avec l'âge est répertoriée dans le tableau 9. Il en ressort que le taux d'hématocrite croît avec l'âge dans chaque système, cette croissance est significativement ($p < 0,05$) plus élevée à partir de la 6^e semaine d'âge pour les sujets du système

standard. Ceux du système villageois présentent une croissance avec l'âge qui toutefois n'est pas significativement différente.

Tableau 9: Hématocrite (%) en fonction du système d'élevage.

Système d'élevage	4 ^e semaine	5 ^e semaine	6 ^e semaine	7 ^e semaine
Standard	25,16 ^{a, d} ± 1,99	25,04 ^{a, e} ± 1,81	28,0 ^{b, e} ± 1,04	29,16 ^{c, e} ± 1,21
Parcours	25,16 ^{a, d} ± 1,99	24,76 ^{a, e} ± 2,60	27,28 ^{b, de} ± 1,14	28,32 ^{b, de} ± 1,18
Villageois	25,16 ^{a, d} ± 1,99	21,8 ^{ab, d} ± 2,24	26,52 ^{bc, d} ± 1,85	27,64 ^{c, d} ± 2,27

a, b, c : Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même ligne sont significativement différentes (p<0,05).

d, e : Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même colonne sont significativement différentes (p<0,05).

Lorsque le système d'élevage est considéré, les différences significatives (p<0,001) sont observées entre les systèmes standard et villageois, le système sur parcours étant intermédiaire aux deux autres avec des différences non significatives (p>0,05).

De façon globale, les taux d'hématocrite moyens sont similaires dans les systèmes d'élevage standard et sur parcours. Cependant on observe une chute de l'hématocrite moyen du système d'élevage villageois de la 4^e à la 5^e semaine, suivie d'une remontée à partir de la 6^e semaine, pour devenir similaire à celui du système sur parcours (p=0,31).

I.2.2. Constantes biologiques

a. Glycémie

La glycémie des sujets du système standard croît significativement (p<0,05) avec l'âge. Elle croît dès la 6^e semaine chez les sujets du système sur parcours. Il en est de même chez les sujets du système villageois où elle se stabilise (p≥0,05) contrairement au système sur parcours (tableau 10).

Tableau 10: Glycémie (mg/dl) en fonction du système d'élevage.

Système d'élevage	4 ^e semaine	5 ^e semaine	6 ^e semaine	7 ^e semaine
standard	200,60 ^{a, d} ± 17,47	220,86 ^{b, f} ± 25,60	244,49 ^{c, e} ± 20,77	284,19 ^{d, f} ± 13,34
Parcours	200,60 ^{a, d} ± 17,47	203,05 ^{a, e} ± 9,00	219,85 ^{b, d} ± 27,10	245,10 ^{c, e} ± 20,11
Villageois	200,60 ^{a, d} ± 17,47	184,84 ^{a, d} ± 9,36	203,55 ^{b, d} ± 22,29	210,09 ^{b, d} ± 16,05

a, b, c : Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même ligne sont significativement différentes (p<0,05).

d, e, f : Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même colonne sont significativement différentes (p<0,05).

De façon globale, la glycémie décroît ($p < 0,05$) chez les sujets du système standard au système villageois. Il ressort de ce tableau que les conditions des systèmes d'élevage standard et parcours entraînent une augmentation significative de la glycémie par rapport aux conditions du système d'élevage villageois.

b. Protéinémie

La protéinémie des sujets croît dans les trois systèmes en fonction de l'âge, tel que présenté dans le tableau 11. Cependant, cette croissance est plus marquée dans le système *standard* entre la 4^e et la 5^e semaine ($p < 0,05$), ensuite elle reste non significative jusqu'à 7^e semaine. Dans les systèmes d'élevages sur parcours et villageois, les protéinémies des sujets augmentent légèrement à partir de la 5^e semaine ($p \geq 0,05$).

Tableau 11: Protéinémie (mg/dl) en fonction du système d'élevage.

Système d'élevage	4 ^e semaine	5 ^e semaine	6 ^e semaine	7 ^e semaine
standard	2,61 ^{a,d} $\pm$ 1,24	4,27 ^{b,e} $\pm$ 1,23	4,75 ^{bc,e} $\pm$ 0,91	5,29 ^{c,e} $\pm$ 1,25
Parcours	2,61 ^{a,d} $\pm$ 1,24	3,26 ^{ab,d} $\pm$ 0,65	3,92 ^{b,d} $\pm$ 0,67	4,16 ^{b,d} $\pm$ 1,65
Villageois	2,61 ^{a,d} $\pm$ 1,24	2,99 ^{ab,d} $\pm$ 0,59	3,31 ^{ab,d} $\pm$ 1,32	3,77 ^{b,d} $\pm$ 0,98

a, b, c: Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même ligne sont significativement différentes ($p < 0,05$).

d, e: Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même colonne sont significativement différentes ($p < 0,05$).

Lorsqu'on considère le système d'élevage, il en ressort que les sujets du système standard se distinguent dès la 5^e semaine par une protéinémie plus élevée que celle des sujets des autres systèmes ($p < 0,05$).

c. Albuminémie

L'albuminémie des sujets des systèmes sur parcours et villageois est sujette à une croissance significative ($p < 0,05$) une semaine après la formation des lots (5^e semaine), puis se stabilise jusqu'à la fin de l'essai (tableau 12).

Tableau 12: Albuminémie (mg/dl) en fonction du système d'élevage.

Système d'élevage	4 ^e semaine	5 ^e semaine	6 ^e semaine	7 ^e semaine
standard	1,4 ^{a,d} ± 0,21	1,54 ^{a,d} ± 0,31	1,63 ^{ab,d} ± 0,44	1,86 ^{b,d} ± 0,30
Parcours	1,4 ^{a,d} ± 0,21	1,76 ^{b,de} ± 0,33	1,86 ^{b,d} ± 0,40	1,92 ^{b,d} ± 0,40
Villageois	1,4 ^{a,d} ± 0,21	1,90 ^{b,e} ± 0,29	1,92 ^{b,d} ± 0,34	2,03 ^{b,d} ± 0,41

a, b : Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même ligne sont significativement différentes ($p < 0,05$).

d, e : Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même colonne sont significativement différentes ($p < 0,05$).

Les poulets du système standard quant eux, connaissent une légère croissance à la 6^e semaine ($p \geq 0,05$). En considérant le système d'élevage, il ressort que l'albuminémie croît du système d'élevage standard vers le système villageois, sans toutefois présenter une différence significative ($p \geq 0,05$) ; à l'exception de la 5^e semaine où l'on observe une différence statistiquement significative ($p < 0,05$) entre les sujets des systèmes standard et villageois.

d. Cholestérolémie

La cholestérolémie des poulets des systèmes sur parcours et villageois croît avec l'âge à partir de la 4^e semaine sans toutefois être statistiquement significative ($p \geq 0,05$). Celle des poulets du système standard par contre connaît une croissance significative ($p < 0,05$) à la 7^e semaine (tableau 13).

Tableau 13: Cholestérolémie (mg/dl) en fonction du système d'élevage.

Système d'élevage	4 ^e semaine	5 ^e semaine	6 ^e semaine	7 ^e semaine
standard	120,25 ^{ab, e} ± 24,19	128,32 ^{a, e} ± 26,02	133,85 ^{a, d} ± 20,18	166,74 ^{b, e} ± 22,14
Parcours	120,25 ^{ab, e} ± 24,19	105,08 ^{a, d} ± 21,39	124,97 ^{bc, d} ± 18,93	140,99 ^{c, d} ± 27,95
Villageois	120,25 ^{ab, e} ± 24,19	96,95 ^{a, d} ± 20,95	116,66 ^{ab, d} ± 31,35	128,47 ^{b, d} ± 34,73

a, b, c : Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même ligne sont significativement différentes ($p < 0,05$).

d, e : Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même colonne sont significativement différentes ($p < 0,05$).

En fonction du système d'élevage, la cholestérolémie décroît du système d'élevage standard au villageois. Elle est statistiquement significative ($p < 0,05$) à la 5^e et à la 7^e semaine entre les sujets des systèmes standard et sur parcours. Celle entre les systèmes sur parcours et

villageois n'est pas significative ($p \geq 0,05$) tout au long de l'essai. De façon générale, la plus grande cholestérolémie a été enregistrée chez les sujets du système standard, tandis que la plus faible a été relevée chez ceux du système villageois.

e. Comparaison des constantes biologiques aux valeurs de référence

Les valeurs de l'hématocrite et des constantes biochimiques relevées dans cet essai sont toutes dans les normes internationales présentées par Samour, (2007) dans un intervalle plus restrictif (tableau 14).

Tableau 14: Comparaison des taux sanguins de quelques constantes biologiques en fonction du système d'élevage aux valeurs de référence à partir de la 4^e semaine d'âge.

Paramètres	Systèmes d'élevage			Valeurs de référence
	Standard	Parcours	Villageois	
Hématocrite (en %)	25,33 – 28,35	24,65 – 28,11	23,2 – 27,36	24-45 (Zinkl, 1986 ; Samour, 2007)
Glucose (en mg/dl)	218,24 - 256,84	198,73 – 235,57	183,48 – 216,06	200-350 (Samour, 2007 ; Johnston et Harrison, 1996)
protéines totales (en mg/dl)	3,07 – 5,39	2,43 – 4,53	2,14 – 4,2	3 – 4,9 (Samour, 2007 ; Johnston et Harrison, 1996)
Albumine (en mg/dl)	1,29 – 1,93	1,4 – 2,08	1,51- 2,13	1,75-2,5 (Samour, 2007 ; Johnston et Harrison, 1996)
Cholestérol total (en mg/dl)	114,16–160,42	99,7–145,94	87,77–143,39	129-297 (Samour, 2007 ; Johnston et Harrison, 1996)

II. DISCUSSION

La croissance pondérale, le gain moyen quotidien et le rendement carcasse enregistrés dans les systèmes d'élevage standard (témoin) et sur parcours sont meilleurs que ceux du système d'élevage villageois. La croissance pondérale rapportée au Cameroun par

Kana *et al.* (2011) dans le système d'élevage standard à 49 jours d'âge (2380 ± 70 g) est inférieure à celle obtenue au cours de cet essai ($2463 \pm 43,68$ g) dans le système standard à 47 jours d'âge. Dans le système sur parcours, la croissance pondérale est supérieure ($1810 \pm 13,23$ g) à celle rapportée par Akouango *et al.* (2010) au Congo (1460 ± 100 g) sur les poulets locaux en station à la 24^e semaine. Les résultats d'Adedokun et Sonaiya, (2001) au Nigéria dans le système villageois sur la croissance pondérale sont inférieurs à ceux obtenus dans cet essai. Le gain moyen quotidien ($55,07$ g) rapporté par Tendonkeng *et al.* (2009) au Cameroun dans le système standard est supérieur à celui obtenu dans cet essai ($51,85 \pm 17,45$ g). Le rendement carcasse des sujets du système standard ($85,05 \pm 0,89$ %) est supérieur à celui rapporté par Ayssiwèdé *et al.* (2009) au Sénégal (84,85 %). Le gain moyen quotidien et le rendement carcasse rapportés par Akouango *et al.* (2010) au Congo sont inférieurs à ceux obtenus dans le système sur parcours dans cet essai. Le gain moyen quotidien et le rendement carcasse rapportés par Adedokun et Sonaiya, (2001) au Nigéria sont inférieurs à ceux de cet essai dans le système villageois.

En effet, la croissance est un processus physiologique nécessitant de l'énergie et des apports en nutriments conséquents. Ces besoins sont comblés par la pratique du système d'élevage standard, car les besoins des animaux de ce système sont réduits aux exigences d'entretien et de production. Les besoins des poulets du système sur parcours sont plus importants à cause de la nécessité pour ces animaux de s'adapter aux facteurs environnementaux et à l'exposition aux agents pathogènes (Chineke *et al.*, 2006). Il est généralement admis dans la culture populaire que la viande des poulets élevés sur système traditionnel est plus délicieuse que celle de ceux élevés sur système intensif. Ceci s'expliquerait par la qualité de l'apport alimentaire qui favoriserait le goût de la viande, car cet apport est naturel avec des quantités réduites en facteurs de croissance (Okunade *et al.*, 2010) et a une faible teneur en matières grasses et en cholestérol. Shaarani *et al.* (2006) ont rapporté que le cholestérol est beaucoup plus faible dans les muscles du bréchet et des cuisses des poulets qui croissent lentement par rapport à ceux qui grandissent vite. Ainsi, le système d'élevage sur parcours constitue un bon compromis entre rendement carcasse et qualité organoleptique de la viande en concentrant les atouts des deux autres systèmes d'élevage.

L'indice de consommation est plus élevé chez les poulets du système sur parcours. Ce résultat pourrait s'expliquer par les dépenses physiques énormes que subissent les animaux en divagation, pour fuir un potentiel danger et rechercher la nourriture. Par conséquent, l'apport alimentaire est davantage dirigé vers les besoins d'entretien et de travail (adaptation aux conditions environnementales et exercices physiques). Ceci expliquerait la disparité entre

l'indice de consommation et le rendement carcasse obtenu. Veldkamp *et al.* (2005) ont rapporté que la diminution de la concentration de l'apport énergétique conduit à une augmentation de la prise alimentaire et à une croissance réduite et vice versa. Nahashon *et al.* (2006) ont relevé que chez la volaille, la prise alimentaire est déterminée par la quantité d'énergie dans le régime alimentaire, cette prise sera proportionnelle à la vitesse d'utilisation de l'énergie apportée. Ce résultat corrobore avec ceux de Halima *et al.* (2007) en Éthiopie qui ont trouvé que les indices de consommation chez les poulets élevés sur parcours sont plus élevés que ceux obtenus dans les systèmes d'élevage standards. L'effet de la compensation a été rapporté par Lippens *et al.* (2000) qui auraient trouvé que les animaux soumis à une restriction alimentaire consomment plus quand ils sont alimentés à nouveau. Ce qui expliquerait également la hausse de l'indice de consommation chez les sujets du système sur parcours enregistrée dans cet essai.

De façon générale, le taux d'hématocrite des sujets du système d'élevage villageois est inférieur à celui des sujets du système sur parcours, qui est à son tour inférieur à celui des sujets du système standard. Ces résultats sont identiques à ceux de NseAbasi *et al.* (2013) au Nigéria qui ont déterminé l'état physiologique des animaux de ferme en utilisant les paramètres hématologiques comme indicateurs et de ceux de Olayemi *et al.* (2000) qui ont obtenu les mêmes résultats chez le mouton nain de l'Afrique de l'Ouest entre les systèmes de gestion intensive et extensive au Nigeria.

En effet, l'hématopoïèse, processus physiologique de renouvellement des éléments figurés du sang participe à l'anabolisme, et de ce fait, consomme de l'énergie. Cette énergie est largement pourvue par le système d'élevage témoin, de façon moindre par le système d'élevage sur parcours, le système d'élevage villageois étant celui le moins pourvoyeur en énergie. Par ailleurs, Maxwell *et al.* (1990) ont trouvé que le taux d'hématocrite était plus élevé chez des poulets nourris *ad libitum*, par rapport aux poulets soumis à une restriction alimentaire. Ces derniers auraient une tendance à présenter une anémie microcytique normochromique (Maxwell *et al.*, 1990).

Lors de cette étude, les marqueurs systémiques du stress, notamment les corticostéroïdes, n'ont pas été mesurés. Les effets directs du stress sur plusieurs paramètres sanguins ont cependant été observés. Ainsi, le taux d'hématocrite observé dans le système témoin serait attribuable à l'effet conjoint d'une bonne nutrition, mais également de l'absence des facteurs de stress.

Le plasma a été choisi pour cette étude parce que sa composition est très peu modifiée comparativement à celle du sérum, qui est modifié par la coagulation (Stryer *et al.*, 2003a). En

effet, certains composés sont consommés durant la coagulation, notamment le glucose et le fibrinogène. Leur concentration est donc abaissée dans le sérum par rapport au plasma.

La glycémie croît dans les trois systèmes d'élevage en fonction de l'âge, malgré la chute observée juste après la séparation en différents systèmes d'élevage (lots). Christensen *et al.* (2013) ont montré que la glycémie baisse de 24,9 %, 22,6 et 17,9 % respectivement à J19, J33 et J47 chez des poulets privés d'aliments 12 h par jour (ce qui est le cas des poules du système sur parcours). Cette baisse serait attribuable à la diminution progressive de l'insulinémie et la hausse du taux sanguin de glucagon occasionnée par le jeûne des premiers jours à l'extérieur, pendant que les oiseaux s'adaptaient à leur nouveau milieu. Plusieurs autres auteurs, Mekkonen *et al.* (2009) et Kondombo (2005) ont rapporté que les poulets, suivant le degré de liberté utilisent plus de glucose que leurs homologues de la même souche, du même âge, et du même couvoir, ce qui expliquerait la forte baisse de la glycémie dans le système d'élevage villageois. Les ressources alimentaires disponibles sur le parcours, combinées au bien-être des animaux c'est-à-dire leur liberté, justifieraient la reprise de la glycémie quelques jours après chez les poulets élevés sur parcours et sur système villageois (Lennstra, 2013). L'albuminémie, la glycémie et le taux sanguin des triglycérides augmenteraient avec l'état d'éveil prononcé rencontré chez ces sujets toujours prêts à fuir un danger (Mekkonen *et al.*, 2009 ; Kondombo, 2005 ; Yalcin et Guler, 2012). L'énergie ingérée sur le parcours n'étant pas suffisante pour couvrir tous les besoins des oiseaux, ces derniers en ingèrent de grandes quantités dans la soirée pour compenser les grandes pertes subies dans la journée (Onbasilar *et al.*, 2009).

Les agents pathogènes auraient eu un effet négligeable sur les déperditions énergétiques observées, car les mortalités parmi les poulets du système villageois n'ont pas été élevées par rapport à celles du système moderne. Les éventuelles infections contractées auraient donc été rapidement contrôlées par le système immunitaire des sujets.

La protéinémie augmente chez les animaux des trois systèmes d'élevage en fonction de l'âge. Les poulets du système standard se distinguent par une protéinémie élevée, tandis que celle des sujets du système villageois est la plus faible. Ceci s'expliquerait selon Torki *et al.* (2015) par le niveau de supplémentation en aliment et la vitesse de croissance. Knowles *et al.* (1995) ont constaté une baisse du poids vif, du poids carcasse, de la glycémie et de la protéinémie, chez des poulets soumis à une restriction alimentaire.

L'albuminémie en fonction de l'âge, est sujette à une croissance légère (statistiquement non significative) dans les trois systèmes d'élevage. Les sujets du système villageois présentent une albuminémie plus forte que ceux des systèmes sur parcours et standard Piotrowska *et al.*

(2011) ont également trouvé que la protéinémie et l'albuminémie sont âge-dépendants. De même Talebi (2006) a montré que l'albuminémie des poulets vaccinés était légèrement inférieure à celle des sujets exposés aux agents pathogènes, ce qui corrobore nos résultats où les sujets les plus exposés (système villageois) avaient une albuminémie plus élevée, ensuite celle de ceux sur parcours.

Le cholestérol étant synthétisé par les hépatocytes, en dehors des apports alimentaires (Weinman, 2000), les systèmes villageois et sur parcours ont présenté une faible cholestérolémie, significativement différente de celle du système standard. Ceci s'expliquerait par la réduction de la quantité d'aliments suivant les systèmes, et donc par la quantité de sucre qui arrive au foie suivant les systèmes.

Pour les constantes biologiques, il ressort de cette expérience qu'en plus d'augmenter avec l'âge, leurs taux sont globalement différents entre les systèmes d'élevage, du système témoin au système villageois ; celles du système sur parcours ne sont pas globalement différentes du système villageois (bien que les sujets du système sur parcours aient reçu une supplémentation alimentaire) ; ce qui expliquerait le fait que la différence entre les systèmes standard et villageois est due en plus de l'apport alimentaire, à l'effet du système d'élevage. Elagib *et al.* (2012) au Soudan ont montré que les conditions environnementales et l'alimentation affecteraient le profil physiologique du sang, ce qui confirme les résultats de notre expérience réalisée sur 225 poulets de chair.

Les conditions de température et d'hygrométrie dans lesquelles notre étude a été réalisée sont conformes aux paramètres d'ambiance préconisés, notamment pour le système d'élevage standard (Bordas et Minvielle, 1997). Car dans un bâtiment où la température est élevée et l'humidité relative est basse, l'air est chargé de poussière causant chez plus de 50 % des sujets des lésions pulmonaires (Riddel, 1998), contre 5 % dans un bâtiment à température et hygrométrie normales (Tegethoff, 1996).

Le taux de mortalité de 4,88 % obtenu au cours de cet essai est dans l'intervalle de 3 à 5 % préconisé par Ngandeu et Ngatchou (2006) au Cameroun. Ce résultat est meilleur que celui obtenu par Diaw *et al.* (2010) au Sénégal qui ont obtenu 16,16 % et de Sogunle *et al.* (2010) au Nigéria, qui ont obtenu 9,70 %. De ce fait, les résultats obtenus au cours de cette expérience peuvent être utilisés comme valeurs de référence.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Il ressort, au terme de cette étude, que nous avons atteint nos objectifs qui étaient de déterminer les paramètres zootechniques et quelques paramètres sanguins chez les poulets de chair dans les systèmes de production étudiés :

Le système d'élevage a eu une influence sur les performances de production des poulets de chair, notamment sur :

- leur indice de consommation qui était $2,92 \pm 0,16$ pour le système standard et $6,76 \pm 0,56$ pour le système sur parcours à la 6^e semaine d'âge, et de $2,87 \pm 0,23$ et $6,07 \pm 0,40$ à la 7^e semaine d'âge pour les systèmes standard et parcours respectivement.
- sur la quantité de viande produite dans chaque système, notamment $2460 \pm 77,06$ g chez les sujets du système standard, $1785 \pm 84,78$ g chez ceux du système sur parcours et enfin $1005 \pm 158,11$ g chez les sujets du système villageois au jour d'abattage (47^e jour).
- sur leur rendement carcasse, qui étaient de $85,05 \pm 0,89$ pour le standard, $80,90 \pm 0,89$ système sur parcours et $75,28 \pm 3,47$ sur système villageois.

Le système d'élevage a eu une influence sur l'hématocrite des poulets de chair,

- Il était de $29,16 \pm 1,21$ % au 47^e jour d'âge pour le système standard ; $28,32 \pm 1,18$ % pour le système sur parcours et $27,64 \pm 2,27$ % pour le système villageois.

Le système d'élevage a eu une influence sur les constantes biochimiques des poulets de chair.

- Le taux sanguin de glucose dans le sang des sujets à la 6^e semaine d'âge était de $244,49 \pm 20,77$ mg/dl pour les sujets du système standard, $219,85 \pm 27,10$ mg/dl pour les sujets du système parcours et $203,55 \pm 22,29$ mg/dl pour les sujets du système villageois.
- Le taux sanguin des protéines totales dans le sang des sujets à la 7^e semaine d'âge était de $5,29 \pm 1,25$ mg/dl pour les sujets du système standard, $4,16 \pm 1,65$ mg/dl pour les sujets du système parcours et $3,77 \pm 0,98$ mg/dl pour les sujets du système villageois.
- Le taux sanguin d'albumine dans le sang des sujets à la 7^e semaine d'âge était de $1,86 \pm 0,30$ mg/dl pour les sujets du système standard, $1,92 \pm 0,40$ mg/dl pour les sujets du système parcours et $2,03 \pm 0,41$ mg/dl pour les sujets du système villageois.
- Le taux sanguin de cholestérol total dans le sang des sujets à la 7^e semaine d'âge était de $166,74 \pm 22,14$ mg/dl pour les sujets du système standard, $140,99 \pm 27,95$ mg/dl pour les sujets du système parcours et $128,47 \pm 34,73$ mg/dl pour les sujets du système villageois.

Cette étude a révélé d'une part que les paramètres hématologiques, biochimiques et les performances de croissance évoluent, et d'autre part, elle révèle que les constantes biologiques

et le paramètre hématologique étudiés sont dans l'intervalle de référence internationale, mais dans un intervalle plus réduit.

A la fin de cette étude, les recommandations suivantes sont formulées :

- Les différentes données zootechniques devraient servir de base d'évaluation lors du suivi des fermes suivant les systèmes de productions.
- La glycémie, la protéinémie, l'albuminémie et la cholestérolémie qui sont déterminées devraient servir comme outil de suivi et de diagnostic dans la pratique vétérinaire.
- Les particuliers peu nantis et peu expérimentés pourraient faire recours au système sur parcours.

En perspective, il serait important de mener une étude comparative de la qualité nutritionnelle et des performances de production avec les poules locales élevées dans les mêmes conditions c'est-à-dire standard, parcours et villageois.

RÉFÉRENCES

- Addass P.A., David D.L., Edward A., Zira, K.E. and Midau A., 2012. Effect of Age, Sex and Management System on Some Haematological Parameters of Intensively and Semi-Intensively Kept Chicken in Mubi, Adamawa State, Nigeria. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 2 (3) : 277-282.
- Adedokun S A. and Sonaiya E., 2001. Comparison of the performance of Nigerian indigenous chickens from three agro-ecological zones. *Livestock Research for Rural Development*, 13 : 1-5.
- Aini I., 2004. Aviculture familiale et influenza aviaire, *Bulletin RIDAF*, 14 (2) : 1-3.
- Akouango F., Bandtaba P. et Ngokaka C., 2010 : Croissance pondérale et productivité de la poule locale *Gallus domesticus* en élevage fermier au Congo. *Animal Genetic Resources*, 46 : 61-65.
- Alders R., 2005. L'aviculture : source de profit et de plaisir. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture : Rome, 21 P.
- Amou'ou J., 1987. Géographie du Cameroun. Paris, Ed. Armand et Colin, 11. France.
- Atakoun D. F., 2012. Performances zootechnico-économiques des poulets de chair nourris aux rations à base de farine de graines d'*hibiscus sabdariffa* L. (bissap) au Sénégal. 128 P. Thèse Méd.Vét, EISMV, Dakar.
- Ayessou A.C., Miatta R., Missohou A., 2009. Effets de la substitution du tourteau d'arachide par le tourteau de neem (*Azadirachta indica*) sur les performances zootechniques du poulet de chair. *RASPA*, Vol.7 N°S : 21-24.
- Ayssiwèdé S.B., Azebazé S.P.A. et Missohou A., 2009. Essais de substitution du maïs par le sorgho dans la ration: effets sur les performances zootechniques des poulets de chair. *RASPA*, Vol.7 N°S : 25-32.
- Bebay, C.E., 2006. Première évaluation de la structure et de l'importance du secteur avicole commercial et familial en Afrique de l'Ouest: synthèse des rapports nationaux (Bénin, Cameroun, Mali, Niger, Sénégal, Togo). Rapport FAO : Rome, 47.
- Bordas A. et Minvielle F., 1997. Réponse à la chaleur des poules pondeuses issues des lignées sélectionnées pour une faible (R-) ou forte (R+) consommation alimentaire résiduelle, *Genet, Sel, Evol.*, 29 : 279-290.
- Bourgeon S., 2006. Immunocompétence chez les oiseaux longévifs : étude du cout de la reproduction lors du jeune d'incubation chez l'eider à duvet (SOMATERIA MOLLISSIMA). Université Louis Pasteur Strasbourg I, PhD, 247p.
- Chineke C. A., Ologun A. G. and Ikeobi C. O. N., 2006. Haematological parameters in rabbit breeds and crosses in humid tropics. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9 (11) : 2102-2106.

- Christensen, K., McMurtry, J.P., V.Thaxton, Y., P.Thaxton, J., Corzo, A., McDaniel, C., Scanes, C.G., 2013. Metabolic and hormonal responses of growing modern meat-type chickens to fasting. *British Poultry Science*, 54: 199-205.
- Diaw M.T., A. Dieng, G. Mergeai et J-L. Hornick., 2010. Effets de la substitution du tourteau d'arachide par la fève de coton conventionnel en production de poulet de chair au Sénégal. *Tropicultura*. 28, 3 : 139-147.
- Dossou S., 2008. Studies on the prospects and constraints of the development of aquaculture in the commune of Malanville in Benin. DEA Thesis. University of Abomey-Calavi, Faculty of Agronomy, Benin, 83p.
- Ekue F.N., Poné K.D., Mafeni M.J., Nfi A.N. and Njoya J., 2002. Survey of the traditional Poultry Production System in Bamenda Area Cameroon, In : Characteristics parameters of Family Poultry Production in Africa, Results of a FAO/IAEA Coordinated Research Programme IAEA, 15-25.
- Elagib H.A.A., Elamin K.M., Ahmed A.D.A. and Malik H.E.E., 2012. Blood Biochemical Profile of Males and Females of Three Indigenous Chicken Ecotypes in Sudan. *Journal of Veterinary Advances*, 2 : 568-572.
- Emuron N., Magala H., Kyazze F.B., Kugonza D.R. and Kyarisiima C.C. 2010. Factors influencing the trade of local chickens in Kampala city markets. *Livestock Research for Rural Development*, 22: 4 P.
- Fanou U., 2006. Première évaluation de la structure et de l'importance du secteur avicole commercial et familial au Benin. FAO, 31p.
- FAO., 2013. Secteur Avicole Mali : Revues nationales de l'élevage de la division de la production et de la santé animales de la FAO, No. 4. Rome.
- Faye B., Alary V., 2001. Les enjeux des productions animales dans les pays du sud. *INRA Prod. Anim.*, 14, 3-13.
- Fotsa J.C. et Poné D.K., 2001. Study of some morphological characteristics of local chickens in North-West Cameroon. *Bulletin RIDAF*, 11(2) : 13-19.
- Fotsa J.C., 2008. Caractérisation des populations de poules locales (*gallus gallus*) au Cameroun. Thèse de doctorat, Agroparistech, Paris. 301 P.
- Fotsa J.C., Bordas A., Rognon X., Tixier-Boichard M., Poné Kamdem D. et Manjeli Y., 2007b. 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, Journée de la Recherche Avicole, 7 : 414-417.
- Fotsa J.C., Rognon X., Tixier-Boichard M., Ngou Ngoupayou J.D., Poné Kamdem D., Manjeli Y., et Bordas A., 2007a. Exploitation de la poule villageoise dans la zone de forêt dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun. *Bulletin de Santé et de Production Animales en Afrique*, 55 : 59-73.
- Gondwe T.N. and Wollny C.B.A., 2005. Evaluation of the Growth Potential of Local Chickens in Malawi. *International Journal of Poultry Science*, 4 (2): 1-7.

- Guérin J.L., Balloy D. et Villate D., 2011. Maladies des volailles. 3^e Ed. *France Agricole*. 557 : 73-88.
- Guèye E.F., 2005. L'aviculture familiale ne doit plus être une 'moisson cachée'. *Bulletin 280 RIDAF.*, 15(1) : 1-2.
- Halima H., Naser F.W.C., Tadelles D., De Kock A., Van and Marle-Koster E., 2007. Studies on the growth performance of native chicken ecotypes and RIR chicken under improved management system in Northwest Ethiopia, *Livest., Res., Rural Dev.*
- Hallbach J., Hoffmann G.E. and Guder W.G., 1991. Overestimation of Albumin in Heparinized Plasma. *Clinical Chemistry*, 37 (4) : 566-568.
- Hanyani C.T., 2012. Effect of full and semi-scavenging rearing systems on crop contents and the quality of meat from village chickens during the spring season of eastern cape, south africa. Thesis of Master degree of Science in Agriculture (Animal Science). University of Fort Hare, 114 p.
- Huston T.M. and Soliman K.F.A., 1974. Effect of dietary protein and fat on the plasma cholesterol and packed cell volume of chickens exposed to different environmental temperature. *Poultry Science*, North Dunlap, Savoy, 53: 161-166.
- Ichakou A. et Feussom K.J.M., 2013. Prévention et contrôle des maladies aviaires prioritaires (Newcastle et Gumboro) au Cameroun. Rapport DSV/MINEPIA., 25 p.
- Isaac L.J., Abah G., Akpan B., and Ekaette I.U., 2013. Haematological properties of different breeds and sexes of rabbits : Proceedings of the 18th Annual Conference of Animal Science Association of Nigeria, 24-27 p.
- Issa Y., Mopate L.Y. et Missohou A., 2012. Commercialisation et consommation de la volaille traditionnelle en Afrique subsaharienne. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 14 (3).
- Itavi., 2003. Le marché mondial des viandes de volailles, (6-16) In : La production de poulets de chair en climat chaud. 2^{ème} éd,-Rennes : Ed, ITAVI., 110 p.
- Johnston-Delaney C.A. and Harrison L.R., 1996. Exotic Companion Medicine Handbook for Veterinarians. Lake Worth, FL: Wingers Publishing.
- Kana J.R., Tegua A., Mungfu B.M., Tchoumboue J., 2011. Growth performance and carcass characteristics of broiler chickens fed diets supplemented with graded levels of charcoal from maize cob or seed of *Canarium schweinfurthii* Engl. *Tropical animal health and production*, 43(1):51-6.
- Kaplan L.A. and Pesce A.J., 1996. Interferences in chemical analysis. In: Kaplan L.A., Pesce A.J., editors. *Clinical Chemistry-Theory, analysis and correlation*. 2nd edn. St. Louis, USA: The C.V. Mosby Company; 1989. pp.
- Keambou T.C., Manjeli Y., Tchoumboué J., Tegua A. et Iroume R.N., 2007. Caractérisation morphobiométrique des ressources génétiques de poules locales des hautes terres de l'ouest Cameroun. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 19.

- Khan A.G., 2004. Réplique du poulet indigène avec son acceptabilité sur le marché est un facteur clé en aviculture familiale, *Bulletin RIDAF*, 14(1): 2-11.
- Knowles T.G., Warriss, P.D., Brown, S.N., Edwards, J.E., Mitchell, M.A., 1995. Response of broilers to deprivation of food and water for 24 hours. *The British veterinary journal*, 151, 197-202.
- Kondombo S.R., 2005. Improvement of village chicken production in a mixed (chicken-ram) farming system in Burkina Faso, PhD thesis, Wageningen Institute of Animal Sciences, Animal Nutrition Group, Wageningen University, The Netherlands, 208 p.
- Lennstra F., 2013. Local feed resources for poultry, In: Ben Salem, H., López-Francos, A. (Eds.) Feeding and management strategies to improve livestock productivity, welfare and product quality under climate change. Zaragoza : *CIHEAM / INRAT / OEP / IRESA / FAO*, 253-258 p.
- Lippens M., Room G., De Groote G. and Decuyper E., 2000. Early and temporary quantitative food restriction of broiler chickens. 1. Effects on performance characteristics, mortality and meat quality. *British poultry science*, 41(3):343-54.
- Maxwell M.H., Spence S., Robertson G.W. and Mitchell M.A., 1990. Haematological and morphological responses of broiler chicks to hypoxia. *Avian pathology : journal of the WVPA.*, 19(1):23-40.
- Mekkonen H., Mulatu D., Kelay B., Berhan T., 2009. Assessment of the nutritional status of indigenous scavenging chickens in Ada'a district, Ethiopia, *Tropical Animal Health Production*, 42 : 123–130.
- MINEPIA., 2009. Schéma directeur pour le développement des filières de l'élevage au Cameroun volume II: Cartographie des filières. 13-14 p.
- MINEPIA-CIRAD-IEMVT., 1995. Etude du secteur élevage au Cameroun, octobre 1995, Yaoundé, 348 P.
- Nahashon S.N., Adefope, N., Amenyenu A., Wright D., 2006. Effect of varying metabolisable energy and crude protein concentrations in diets of pearl gray guinea fowl pullets 1. Growth performance. *Poultry Science Journal*, 85: 1847-1854.
- Ngandeu Teleu E., 2008 : Rapport final état des lieux et propositions d'actions prioritaires-Yaoundé : MINEPIA/FAO, 79p.
- Ngandeu, E.T. et, Ngatchou, A. 2006. Structure et importance du secteur avicole commercial et familial pour une meilleure compréhension de l'enjeu de l'Influenza aviaire. In première évaluation du secteur avicole au Cameroun (FAO-projet OSRO/GLO/MUL).
- NseAbasi N., Etim G.E., Enyenihi M.E., Meti Abasi W.D., Udo., Edem E.A. and Offiong. 2013. Haematological Parameters: Indicators of the Physiological Status of Farm Animal. *British Journal of Science*, 10. 1.
- Okunade A.A., Suraratdecha C. and Benson D.A., 2010. Determinants of Thailand household healthcare expenditure: the relevance of permanent resources and other correlates. *Health economics*, 19(3):365-76.

- Olafedehan C.O., Obun A.M., Yusuf M.K., 2010. Effects of residual cyanide in processed cassava peel meals on haematological and biochemical indices of growing rabbits (p.212). Proceedings of 35th Annual Conference of Nigerian Society for Animal Production.
- Olayemi F.O., Farotimi J.O. and Fagbohun O.A., 2000. Haematology of the West African Dwarf Sheep under Two Different Management Systems in Nigeria. *African Journal of Biomedical Research*, 3(2) : 197-198.
- Onbasilar E.E., Yalcin S., Torlak E. and Ozdemir P., 2009. Effects of early feed restriction on live performance, carcass characteristics, meat and liver composition, some blood parameters, heterophile lymphocyte ratio, antibody production and tonic immobility duration. *Trop. Anim. Health and Prod.*, 41: 1513-1519.
- Pescse M.A. and Bodourian S.H., 1977. Interference with the enzymatic measurement of cholesterol in serum by use of five reagent kits. *Clinical Chemistry*, 23, 757.
- Peters S.O., Gunn H.H., Imumorin I.G., Agaviezor B.O. and Ikeobi C.O., 2011. Haematological studies on frizzled and naked neck genotypes of Nigerian native chickens. *Tropical Animal Health Production*, 43(3) : 631-638.
- Piotrowska A., Burlikowska K. and Szymeczko R., 2011. Changes in blood chemistry in broiler chickens during the fattening period. *Folia biologica*, 59 : 183-187.
- Purves W. K., Sadava D., Orians G. H. and Heller H. C., 2003. Life: The science of Biology (7th ed., p.954). Sinauer Associates and W. H. Freeman.
- Remignon Hervé, 2007. Aviculture française : Quelles productions pour quels produits. *UMR 1289 Inra / Inpt-Ensai / Envt - « TANDEM »*, page 11.
- Roitt I.M., Brostoff J. and Male D.K., 1998. Immunology. 4th Ed., *Mosby*, London, England.
- Ruttan, V. W., 2002. Productivity Growth in World Agriculture, *Journal of Economic Perspectives*, 16 (4), pp. 161-184.
- Samour J., 2007. Avian Medicine. 2nd Ed. *Mosby* (in *St. Louis*, Missouri) ; *Elsevier* Boston, USA, 525p.
- Samour J.H., D'Aloia M.A. et Howlett J.C., 1998. Normal hematology and blood chemistry of captive adult stone curlews (*Burhinus oedicnemus*). *Com. Haem. Int.*, 8 : 219-224.
- Shaarani S. M., Nott K.P. and Hall L.D., 2006. Combination of NMR and MRI quantitation of moisture and structure changes for convection cooking of fresh chicken meat. *Meat Science*, 72: 398–403.
- Sogunle O.M., Egbeyale L.T., Alajo O.A., Adeleye O.O. and Fafiolu A.O., 2010. Comparison of meat composition and sensory values of two different strains of broiler chicken. *Arch. Zootec.*, 59: 311-314.
- Sonaiya E.B. et Swan S.E.J., 2004. Production en aviculture familiale, Manuel FAO de Production et Santé Animales. Un manuel technique. FAO, Rome, 136 p.

- Stryer D. and Clancy C., 2003b. Boosting performance measure for measure. *BMJ (Clinical researched)*, 326 (7402):1278-9.
- Stryer L., Berg J.M., John L. et Tymoczko, 2003a. (trad. Serge Weinman), Biochimie. Flammarion. « Médecine-Sciences », 5e éd. Paris. (ISBN 2-257-17116-0).
- Tacher G. et L. Letenneu., 2000. Le secteur des productions animales en Afrique subsaharienne des Indépendances à 2020. II. Approche des échanges par zones sous régionales. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 53 (1) : 27-36.
- Talebi A., 2006. Biochemical Parameters in Broiler Chickens Vaccinated Against ND, IB and IBD. *International Journal of Poultry Science*, 5 : 1151-1155.
- Tegethoff V. and Hartung J., 1996. Animal housing climatic quality in various harmful conditions in broiler production to avoid heat stress in summer. *DTW. Deutsche tierärztliche Wochenschrift*, 103 : 87-91.
- Teguia A. and Beynen A.C., 2004. Nutritional aspects of broiler production in small-holder farms in Cameroon. *Livestock Research for Rural Development*, Vol. 16.
- Téguia A., Manjeli Y., Tchoumboué J. et Djoukam J., 1992. Productivité de l'aviculture intensive au Cameroun : Performances techniques de production d'œufs de consommation des petits élevages intensifs. *Cam. Bull. An. Prod.*, 1 : 2-10.
- Tendonkeng F., Boukila B., Beguide A. et Pamo T.E., 2009. Essai de substitution du tourteau de soja par la farine de feuilles de *Moringa oleifera* dans la ration finition des poulets de chair. *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales (RASPA)*, 9 : 47-52.
- Torki M., Mohebbifar A., Ghasemi H.A. and Zardast A., 2015. Response of laying hens to feeding low-protein amino acid-supplemented diets under high ambient temperature: performance, egg quality, leukocyte profile, blood lipids, and excreta pH. *International journal of biometeorology*, 59 : 575-584.
- Veldkamp T., Kwakkel R.P., Ferket P.R. and Verstegen M.W.A., 2005. Growth response to dietary energy and lysine at high and low ambient temperature in male turkeys. *Poultry Science Journal*, 84 : 273-282.
- Villemin M., 1984. Dictionnaire des Termes Vétérinaires et Zootechniques. Vol 470, Edition Vigot, France.
- Weinman S. et Méhul P., 2000. Biochimie : structure et fonction des protéines. Dunod, Paris, 1^e éd, 245 p.
- Yalcin S. and Guler H.C., 2012. Interaction of transport distance and body weight on preslaughter stress and breast meat quality of broilers. *British poultry science*, 53 : 175-182.
- Young D.S., Pestaner L.C. and Gibberman V., 1975. Effects of drugs on clinical laboratory tests. *Clin. Chem.*, 21(5):1-432.
- Zinkl J.G., 1986. Avian hematology. In *Shaln's Veterinary Hematology*, 4th ed., edited by Jain NC. Philadelphia, PA: Lea and Febiger, pp. 256-273.

ANNEXES

Annexe 1 : Fiche suivi des conditions ambiantes du bâtiment

Jour	Température (°C)	Humidité relative (%)	Durée chauffage		Durée éclairage	
			Début	Fin	Début	Fin
1	30	58	17 h	10 h	17 h	8 h
2	30	56	17 h	10 h	17 h	8 h
3	30	57	17 h	10 h	17 h	8 h
4	29	59	17 h	9 h	17 h	8 h
5	28	56	17h	9 h	18 h	8 h
6	28	56,5	18 h	9 h	18 h	7 h
7	28	57	18 h	9 h	18 h	7 h
8	27	58	18 h	9 h	18 h	7 h
9	26	59	18 h	9 h	18 h	7 h
10	27	58	18 h	9 h	18 h	7 h
11	27	59	18 h	8 h	18 h	7 h
12	26	58	18 h	8 h	18 h	7 h
13	26	59	18 h	8 h	18 h	7 h
14	26	62	18 h	8 h	18 h	7 h
15	26	57	18 h	8 h	18 h	7 h
16	27	59	18 h	7 h	18 h	24 h
17	26	60	0	0	18 h	24 h
18	26	60	0	0	18 h	24 h
19	26	59	0	0	18 h	24 h
20	25	59	0	0	18 h	24 h
21	27	58	0	0	18 h	24 h
22	25	59	0	0	18 h	22 h
23	26	60	0	0	18 h	22 h
24	25	58	0	0	18 h	22 h
25	24	56	0	0	18 h	22 h
26	24	56	0	0	18 h	22 h
27	25	60	0	0	18 h	22 h
28	24	60	0	0	18 h	22 h
29	26	58	0	0	18 h	22 h
30	25	59	0	0	18 h	22 h
31	24	58	0	0	18 h	22 h
32	25	61	0	0	18 h	20 h
33	25	57	0	0	18 h	20 h
34	24	57	0	0	18 h	20 h
35	24	59	0	0	18 h	20 h
36	26	60	0	0	18 h	20 h
37	26	58	0	0	0	0
38	22	62	0	0	0	0
39	24	60	0	0	0	0
40	24	59	0	0	0	0
41	24	60	0	0	0	0
42	25	60	0	0	0	0
43	24	59	0	0	0	0
44	25	59	0	0	0	0
45	24	58	0	0	0	0
46	24	58	0	0	0	0
47	25	60	0	0	0	0

Annexe 2 : Programme de prophylaxie appliqué au cours de l'essai

Jours	Vaccins et produits	Voie d'administration	Durée	Objectifs thérapeutiques
J1	Vaccins : Avi New et H120	EB	2 h	Immuno-prévention contre : NEWCASTLE BRONCHITE INFECTIEUSE
1 ^{er} -5 ^e j	Antistress : Tétracolvit (Vitamine + Antibiotiques)	EB	5 j	Prévention : Aspergillus, Salmonelles, Mycoplasmes, Collibacilles, Entéropathogènes
J7	Vaccins : IBD ;	EB	2 h	Immuno-prévention contre : GUMBORO
J7 + J11	Antistress : Tétracolvit	EB	2j	//
J12 - J14	Anticoccidien : Anticox	EB	3 j	Prévention : Coccidies
J15	Antistress : Tétracolvit	EB	1j	//
J16	Vaccins : Avi New et H120 Antistress : Tétracolvit	EB	2h	Rappel vaccination : NEWCASTLE BRONCHITE INFECTIEUSE
J21	Vaccins : IBD ;	EB	2h	Rappel vaccination : GUMBORO
J21 + J22	Antistress Tétracolvit,	EB	2 j	//
J25 – J27	Anti infectieux : oxytétracycline	EB	3 j	Prévention : Aspergillus, Salmonelles, Mycoplasmes, Collibacilles, Entéropathogènes,.
J27 – J29	Hépatoprotecteur : Héparinol	EB	3 j	Protection du foie et des reins
J28	Vitamine : Amin'total	EB	3 j	Vitaminothérapie (Stimuler l'appétit)
J31	Vermifuge : Levalap	EB	8 h	Déparasitant interne
J32 - J34	Vitamine : Amin'total	EB	3 j	//
J35 - J39	Anticoccidien : Anticox	EB	5 j	//
J40 – J44	Hépatoprotecteur : Héparinol Vitamine : Amin'total	EB	3 j	*Protection du foie et des reins ; *Vitaminothérapie (Stimuler l'appétit).

EB : eau de boisson

Annexe 3 : Fiche de suivi zootechnique

Sem	S E	NA	NAM	QAD en g	refus en g	QAC en g	GPM en g	IC	GMQ en g	CAI en g
1	STD	218	7	32820 ± 205,24	2300 ± 55,90	30520 ± 49,34	124,00 ± 4,29	0,98 ± 0,10	17,71 ± 0,61	20,00 ± 0,10
2	STD	217	1	79450 ± 1034,01	3500 ± 114,56	75950 ± 919,44	331,67 ± 52,66	1,06 ± 0,10	47,38 ± 7,52	50,00 ± 0,61
3	STD	216	1	117412 ± 1051,89	2500 ± 132,29	114912 ± 919,61	459,33 ± 43,95	1,16 ± 0,09	65,62 ± 6,28	76,00 ± 0,61
4	STD	216	0	158748 ± 592,01	1500 ± 119,02	157248 ± 472,99	398,67 ± 65,91	1,83 ± 0,13	56,95 ± 9,42	104,00 ± 0,31
5	STD	71	1	67098 ± 473,01	500 ± 121,62	66598 ± 351,38	550,33 ± 66,68	1,70 ± 0,12	55,03 ± 9,53	134,00 ± 0,71
	PAR	72	0	52416 ± 122,34	0,00	52416 ± 122,34	350,67 ± 62,43	2,08 ± 0,29	35,07 ± 8,92	104,00 ± 0,24
	VIL	72	0	0,00	0,00	0,00	-149,00 ± 7,96	0,00	-14,90 ± 1,14	0,00
6	STD	71	0	45000 ± 302,57	3500 ± 302,77	41500 ± 0,20	200,33 ± 152,62	2,92 ± 0,21	28,62 ± 21,80	83,50 ± 0,00
	PAR	72	0	25000 ± 514,67	0,00	25000 ± 514,67	51,33 ± 25,05	6,76 ± 0,56	7,33 ± 3,58	49,60 ± 1,02
	VIL	71	1	0,00	0,00	0,00	-50,33 ± 51,37	0,00	-7,19 ± 7,34	0,00
7	STD	71	0	74500 ± 858,50	550 ± 115,47	73950 ± 743,03	363,00 ± 122,16	2,87 ± 0,13	51,86 ± 17,45	148,79 ± 1,50
	PAR	72	0	25500 ± 235,28	0,00	25500 ± 235,28	58,33 ± 29,30	6,07 ± 0,40	8,33 ± 4,19	50,60 ± 0,47
	VIL	71	0	0	0,00	0,00	-165,33 ± 91,66	0,00	-23,62 ± 13,09	0,00
Total			11	677944 ± 5389,5	14350 ± 961,63	663594 ± 4427,87				

Sem : semaine ; S E : système d'élevage ; **STD** : standard ; **PAR** : parcours ; **VIL** : villageois ; **NA** : nombre d'animaux ; **NAM** : nombre d'animaux morts ; **QAD** : quantité d'aliment distribué ; **QAC** : quantité d'aliment consommé ; **GPM** : gain de poids moyen ; **IC** : indice de consommation ; **GMQ** : gain moyen quotidien ; **CAI** : consommation alimentaire individuelle.

NB : de la première à la quatrième semaine les sujets sont élevés dans les conditions d'élevage standard, et à partir de cinquième semaine un tiers des sujets restent dans ce système et le reste est équitablement réparti dans les deux autres systèmes (parcours et villageois).

Annexe 4 : Fiche de suivi de la croissance pondérale (g)

Poids moyen du poussin à J1= 36 ± 1 g.

	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	Semaine 5			Semaine 6			47e jour - Abattage		
					CLA	PAR	VIL	CLA	PAR	VIL	CLA	PAR	VIL
1^e pesée	164	545	945	1325	1905	1681	1240	2275	1795	1124	2500	1800	1000
2^e pesée	154	500	941	1285	1910	1715	1262	1945	1750	1135	2475	1825	850
3^e pesée	162	430	967	1439	1885	1705	1100	2081	1710	1192	2415	1805	1105
Moyenne	160	491,67	951,00	1349,66	1900,0	1700,33	1200,66	2100,33	1751,66	1150,33	2463,33	1810,	985,00
	± 5,29	± 57,95	± 14,00	± 79,91	± 13,23	± 17,47	± 87,87	± 165,85	± 42,52	± 36,50	± 43,68	± 13,23	± 128,16
Gain de poids hebdomadaire	124,00	331,67	459,33	398,67	550,33	350,67	-149,00	200,33	51,33	-50,33	363,00	58,33	-165,33
	± 4,29	± 52,66	± 43,95	± 65,91	± 66,68	± 62,43	± 7,96	± 152,62	± 25,05	± 51,37	± 122,16	± 29,30	± 91,66
GMQ	17,71	47,38	65,62	56,95	55,03	35,07	-14,90	28,62	-7,19	51,86	51,86	8,33	-23,62
	± 0,61	± 7,52	± 6,28	± 9,42	± 9,53	± 8,92	± 1,14	± 21,80	± 7,34	± 17,45	± 17,45	± 4,19	± 13,09

STD : standard ; **PAR** : parcours ; **VIL** : villageois

NB : de la 1^e à la 3^e semaine on pesait 10 poussins à la fois, de la 4^e à la 5^e semaine on pesait 5 poussins à la fois, et à partir de la 6^e semaine on pesait les sujets individuellement.

Annexe 5: Fiche abattage

N°	Poids vifs à 47j			Poids carcasse			Rendement carcasse			Gésier vide			Masse intestin			Foie			Pattes			Tête		
Lot	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	2450	1750	1100	2075	1410	865	84,69	80,57	78,64	65	50	35	75	65	58	55	45	35	72	81	53	57	65	35
2	2475	1800	1150	2110	1485	880	85,25	82,50	76,52	63	51	34	69	62	57	54	44	32	68	79	51	56	54	36
3	2500	1800	1000	2122	1450	735	84,88	80,56	73,50	64	50	36	67	63	58	55	45	31	82	78	52	57	66	34
4	2550	1600	1100	2210	1325	845	86,67	82,81	76,82	64	48	34	70	62	57	53	43	36	76	81	50	58	58	35
5	2500	1750	850	2105	1400	625	84,20	80,00	73,53	65	49	33	76	59	56	54	45	32	80	82	52	58	57	34
6	2450	1850	1200	2095	1505	920	85,51	81,35	76,67	64	50	36	70	57	59	53	44	31	77	81	52	56	59	36
7	2500	1800	1000	2105	1425	775	84,20	79,17	77,50	63	51	34	76	62	58	54	43	33	82	83	53	55	58	34
8	2450	1850	650	2100	1505	410	85,71	81,35	63,08	66	50	36	76	63	51	53	45	32	81	81	50	54	57	32
9	2150	1950	850	1850	1585	649	86,05	81,28	76,35	64	47	30	74	64	48	54	45	30	81	81,52	48	55	57	30
10	2450	1900	850	2100	1545	615	85,71	81,32	72,35	65	49	31	75	64	49	56	46	30	82	81	45	54	56	31
11	2450	1800	1250	2100	1465	950	85,71	81,39	76,00	66	52	36	74	62	57	54	47	32	81	82	51	56	55	33
12	2475	1750	1175	2110	1405	875	85,25	80,29	74,47	64	50	34	76	63	57	54	44	32	80	81	51	54	55	37
13	2400	1650	900	2045	1322	702	85,21	80,12	78,00	65	52	31	74	65	48	53	44	30	82	80	45	56	54	30
14	2500	1875	1080	2105	1500	820	84,20	80,00	75,93	67	50	34	74	64	57	54	44	31	79	79	52	56	57	36
15	2550	1650	875	2200	1325	655	86,27	80,30	74,86	65	49	37	74	63	50	53	46	32	81	78	48	52	54	31
16	2475	1850	1200	2105	1525	920	85,05	82,43	76,67	65	50	36	75	65	59	54	47	32	79	81	52	58	56	36
17	2400	1750	850	2015	1400	650	83,96	80,00	76,47	64	51	35	75	64	50	53	46	30	81	79	47	58	54	27
18	2450	1900	1010	2100	1535	775	85,71	80,79	76,73	65	51	34	74	64	56	54	46	33	82	72	53	53	59	35
19	2500	1800	1220	2105	1475	1000	84,20	81,94	81,97	65	51	35	75	64	56	56	47	32	81	79	51	54	57	35
20	2450	1700	1100	2100	1375	795	85,71	80,88	72,27	65	49	36	74	65	58	54	42	32	83	81	54	55	58	39
21	2475	1850	775	2105	1485	575	85,05	80,27	74,19	63	51	30	72	64	44	56	46	30	82	80	48	56	56	28
22	2500	1800	1000	2105	1465	720	84,20	81,39	72,00	64	50	36	75	63	57	56	46	33	83	85	53	57	55	35
23	2450	1750	950	2100	1400	721	85,71	80,00	75,89	65	51	35	76	64	56	56	48	34	82	85,5	52	54	56	36
24	2550	1750	875	2150	1410	635	84,31	80,57	72,57	64	50	34	74	63	56	54	42	31	84	86	51	58	54	34
25	2400	1700	1115	1985	1380	880	82,71	81,18	78,92	74	49	37	75	64	57	56	44	32	82	85	52	57	56	34
Moy.	2460 ± 77,06	1785 ± 84,78	1005 ± 158,11	2092,08 ± 67,87	1444,08 ± 71,53	759,68 ± 139,14	85,05 ± 0,89	80,90 ± 0,89	75,28 ± 3,47	64,96 ± 2,11	50,04 ± 1,17	34,36 ± 2,02	73,8 ± 2,4	63,12 ± 1,83	54,76 ± 4,18	54,32 ± 1,11	44,96 ± 1,57	31,92 ± 1,53	80,12 ± 3,57	80,88 ± 2,88	50,64 ± 2,46	55,76 ± 1,71	56,92 ± 3,01	33,72 ± 2,87

A : Système standard, **B** : système sur parcours, **C** : système villageois, **Moy** : moyenne.

Annexe 6 : Fiche hématocrite (%) des trois systèmes d'élevage en fonction de l'âge

N°	Système standard				Système sur parcours				Système villageois			
	4 ^e Semaine	5 ^e Semaine	6 ^e Semaine	7 ^e Semaine	4 ^e Semaine	5 ^e Semaine	6 ^e Semaine	7 ^e Semaine	4 ^e Semaine	5 ^e Semaine	6 ^e Semaine	7 ^e Semaine
1	28	26	29	30	28	29	27	30	28	20	26	32
2	27	23	28	28	27	25	25	26	27	21	24	29
3	25	25	28	28	25	26	28	28	25	22	29	30
4	23	24	27	31	23	28	27	28	23	24	28	26
5	26	27	29	31	26	20	28	28	26	22	28	27
6	23	25	27	28	23	30	29	29	23	21	29	31
7	21	27	26	27	21	27	26	29	21	20	29	21
8	25	24	29	28	25	25	29	27	25	24	27	28
9	29	22	26	30	29	28	27	28	29	20	24	29
10	23	25	29	30	23	26	27	29	23	19	24	25
11	24	26	27	30	24	24	28	29	24	18	25	27
12	25	24	30	29	25	25	28	30	25	20	29	29
13	22	26	28	28	22	22	26	29	22	20	24	27
14	25	28	27	27	25	24	27	29	25	21	25	27
15	23	27	28	29	23	24	28	28	23	20	27	30
16	28	26	29	30	28	25	28	30	28	22	26	25
17	26	24	27	30	26	22	27	26	26	25	28	28
18	26	23	28	28	26	23	25	30	26	23	28	27
19	26	25	29	29	26	24	28	29	26	24	24	27
20	26	24	29	31	26	25	29	27	26	21	28	26
21	27	28	28	28	27	20	26	28	27	27	24	29
22	27	24	28	30	27	28	27	27	27	20	26	27
23	24	28	29	30	24	24	28	29	24	22	27	30
24	24	23	27	29	24	22	26	28	24	26	26	26
25	26	22	28	30	26	23	28	27	26	23	28	28
Moy.	25,16 ± 1,99	25,04 ± 1,81	28,0 ± 1,04	29,16 ± 1,21	25,16 ± 1,99	24,75 ± 2,60	27,28 ± 1,14	28,32 ± 1,18	25,16 ± 1,99	21,8 ± 2,24	26,52 ± 1,85	27,64 ± 2,27

Les prélèvements du 29/10/15 ont les mêmes valeurs parce que 25 sujets dans le système d'élevage standard avant la répartition en différents systèmes ont été prélevés pour servir de base.

Annexe 7 : Concentration glucose (mg/dl) des trois systèmes d'élevage en fonction de l'âge

N° Echantillon	Système standard				Système sur parcours				Système villageois			
	4 ^e Semaine	5 ^e Semaine	6 ^e Semaine	7 ^e Semaine	4 ^e Semaine	5 ^e Semaine	6 ^e Semaine	7 ^e Semaine	4 ^e Semaine	5 ^e Semaine	6 ^e Semaine	7 ^e Semaine
1	186,62	265,37	265,20	271,57	186,62	195,85	225,98	266,67	186,62	173,90	193,63	225,00
2	184,67	225,85	250,49	281,37	184,67	208,05	203,92	251,96	184,67	186,10	141,42	207,84
3	247,69	195,85	275,00	283,82	247,69	205,61	213,73	276,47	247,69	188,54	219,85	210,29
4	182,24	243,41	260,29	310,78	182,24	210,49	221,08	261,76	182,24	190,98	194,85	207,84
5	184,67	273,17	203,92	288,73	184,67	208,05	262,75	205,39	184,67	198,29	213,73	198,28
6	179,32	200,49	221,08	274,02	179,32	193,41	206,37	222,55	179,32	183,66	200,25	210,29
7	224,33	189,76	235,78	281,37	224,33	205,61	196,57	237,25	224,33	171,46	202,70	202,45
8	198,78	234,63	223,53	278,92	198,78	198,29	221,08	225,00	198,78	181,22	227,70	207,84
9	217,03	209,27	225,98	278,92	217,03	198,29	201,47	227,45	217,03	198,29	202,70	251,96
10	195,38	196,10	240,69	305,88	195,38	203,17	189,22	242,16	195,38	181,22	206,37	179,66
11	207,06	200,00	245,59	276,47	207,06	220,24	250,49	247,06	207,06	176,34	220,83	215,20
12	202,43	199,51	255,39	266,67	202,43	195,85	179,41	256,86	202,43	193,41	196,57	205,39
13	204,87	209,27	252,94	305,88	204,87	217,80	206,37	254,41	204,87	200,73	185,54	189,46
14	184,67	221,95	228,43	281,37	184,67	210,49	196,57	229,90	184,67	178,78	212,50	222,55
15	221,90	226,34	223,53	261,76	221,90	193,41	213,73	225,00	221,90	188,54	250,49	198,04
16	199,51	248,78	245,59	274,02	199,51	208,05	196,57	247,06	199,51	186,34	192,89	207,84
17	194,65	260,49	223,53	288,73	194,65	193,41	223,53	225,00	194,65	169,02	194,61	234,80
18	214,36	208,05	267,65	286,27	214,36	193,41	250,49	251,96	214,36	190,98	229,66	200,25
19	195,13	212,93	267,65	303,43	195,13	188,54	260,29	269,12	195,13	171,46	179,17	225,00
20	186,62	195,85	277,45	283,82	186,62	212,93	277,45	278,92	186,62	187,56	205,64	201,72

Par système d'élevage 20 échantillons ont été dosé et les mêmes ont été utilisé pour le dosage des protéines totales, albumine et cholestérol total.

Annexe 8 : Concentration protéines totales (mg/dl) des trois systèmes d'élevage en fonction de l'âge

N° Echantillon	Système standard				Système sur parcours				Système villageois			
	4 ^e Semaine	5 ^e Semaine	6 ^e Semaine	7 ^e Semaine	4 ^e Semaine	5 ^e Semaine	6 ^e Semaine	7 ^e Semaine	4 ^e Semaine	5 ^e Semaine	6 ^e Semaine	7 ^e Semaine
1	2,30	3,01	4,22	5,45	2,30	3,93	3,63	4,37	2,30	2,60	1,61	2,27
2	1,95	3,84	5,32	4,67	1,95	2,48	3,98	1,68	1,95	2,89	1,58	4,97
3	2,90	3,31	6,81	5,54	2,90	4,05	3,06	2,87	2,90	2,27	2,59	2,57
4	5,75	4,19	5,26	6,02	5,75	2,10	3,00	1,65	5,75	2,36	3,98	5,27
5	2,90	4,75	4,82	5,87	2,90	2,57	3,98	1,83	2,90	3,60	1,90	3,62
6	5,99	6,35	4,28	7,15	5,99	3,75	4,28	4,37	5,99	3,84	2,05	4,61
7	2,57	7,06	3,98	4,70	2,57	3,72	4,58	3,47	2,57	2,51	2,20	3,77
8	2,27	6,20	4,52	6,50	2,27	4,19	4,88	3,08	2,27	4,05	2,79	3,47
9	1,77	3,31	4,10	6,32	1,77	3,48	3,98	4,28	1,77	2,21	2,50	3,20
10	3,02	4,19	4,04	4,31	3,02	2,24	4,28	5,87	3,02	2,60	3,98	3,02
11	3,71	3,43	5,74	4,67	3,71	3,01	3,98	3,62	3,71	2,75	2,14	4,97
12	2,24	3,84	4,46	4,97	2,24	2,78	3,69	6,02	2,24	3,69	2,38	3,71
13	1,89	4,19	4,49	4,28	1,89	3,34	3,09	4,82	1,89	3,04	2,79	4,91
14	1,89	3,13	6,60	2,99	1,89	2,81	4,58	5,87	1,89	2,69	3,98	2,54
15	1,56	2,69	5,02	6,32	1,56	2,95	2,50	6,73	1,56	2,24	4,58	5,33
16	1,98	3,51	4,22	2,72	1,98	3,01	3,98	6,97	1,98	3,90	4,94	4,40
17	1,65	6,20	3,06	7,21	1,65	3,60	3,09	3,98	1,65	3,54	4,58	3,50
18	1,83	4,25	4,70	4,67	1,83	4,37	4,58	5,87	1,83	2,89	4,67	2,87
19	1,77	4,19	5,38	6,76	1,77	3,19	4,58	2,99	1,77	3,16	4,28	3,80
20	2,27	3,84	4,01	4,67	2,27	3,57	4,58	2,87	2,27	2,92	6,72	2,66

Annexe 9 : Concentration albumine (mg/dl) des trois systèmes d'élevage en fonction de l'âge

N° Echantillon	Système standard				Système sur parcours				Système villageois			
	4 ^e Semaine	5 ^e Semaine	6 ^e Semaine	7 ^e Semaine	4 ^e Semaine	5 ^e Semaine	6 ^e Semaine	7 ^e Semaine	4 ^e Semaine	5 ^e Semaine	6 ^e Semaine	7 ^e Semaine
1	1,41	1,36	1,14	1,29	1,41	1,91	1,55	1,73	1,41	2,19	2,40	2,64
2	0,86	1,64	1,60	1,76	0,86	1,56	2,76	1,42	0,86	1,65	1,34	2,35
3	1,64	1,67	0,99	1,18	1,64	2,14	1,62	1,24	1,64	1,65	1,22	2,54
4	1,87	1,50	2,00	2,00	1,87	1,74	2,11	2,01	1,87	2,09	2,25	2,48
5	1,53	1,31	1,73	1,99	1,53	1,50	1,41	1,84	1,53	1,87	2,03	2,09
6	1,41	1,75	1,28	2,13	1,41	1,80	1,66	2,19	1,41	1,84	2,17	1,85
7	1,39	1,57	2,01	1,89	1,39	1,63	2,15	1,71	1,39	1,63	1,71	1,66
8	1,42	1,70	1,64	1,48	1,42	1,52	2,39	2,76	1,42	1,94	2,19	1,38
9	1,60	1,88	2,10	1,75	1,60	2,28	2,50	1,72	1,60	1,48	2,31	1,68
10	1,24	1,50	1,40	1,86	1,24	1,09	1,38	2,23	1,24	1,66	1,53	1,15
11	1,19	2,08	1,41	2,25	1,19	1,48	2,22	2,17	1,19	1,80	1,91	2,15
12	1,41	1,53	1,81	1,99	1,41	1,47	1,43	2,60	1,41	1,76	2,28	2,28
13	1,59	1,54	1,63	2,31	1,59	2,10	1,57	2,13	1,59	1,91	1,87	2,02
14	1,32	1,76	1,50	2,23	1,32	1,66	2,22	1,97	1,32	2,15	2,07	1,66
15	1,59	1,44	1,75	1,93	1,59	1,45	1,37	2,02	1,59	2,28	1,53	2,60
16	1,33	1,04	0,77	1,61	1,33	1,67	1,86	2,19	1,33	1,77	1,65	2,23
17	1,68	0,64	1,34	1,90	1,68	1,83	1,78	1,65	1,68	2,74	2,29	1,85
18	1,48	1,71	2,64	1,97	1,48	2,37	1,84	1,20	1,48	1,81	1,89	1,74
19	1,35	1,77	1,69	1,83	1,35	2,26	1,63	1,84	1,35	2,05	1,87	1,97
20	1,53	1,45	2,21	1,94	1,53	1,73	1,67	1,81	1,53	1,77	1,88	2,22

Annexe 10 : Concentration cholestérol (mg/dl) des trois systèmes d'élevage en fonction de l'âge

N° Echantillon	Système standard				Système sur parcours				Système villageois			
	4 ^e Semaine	5 ^e Semaine	6 ^e Semaine	7 ^e Semaine	4 ^e Semaine	5 ^e Semaine	6 ^e Semaine	7 ^e Semaine	4 ^e Semaine	5 ^e Semaine	6 ^e Semaine	7 ^e Semaine
1	139,18	98,17	133,11	108,46	139,18	95,36	125,16	152,41	139,18	135,66	154,84	169,13
2	88,40	149,39	113,04	189,97	88,40	115,67	153,55	164,46	88,40	63,52	106,45	106,04
3	149,22	125,00	129,77	173,67	149,22	81,68	85,16	92,17	149,22	72,54	141,94	119,02
4	168,03	104,88	106,35	163,01	168,03	90,07	142,58	169,88	168,03	111,89	127,10	160,63
5	115,99	134,76	116,39	175,55	115,99	111,70	109,68	171,69	115,99	85,25	81,94	121,70
6	127,27	123,78	88,29	113,48	127,27	97,57	123,87	142,77	127,27	89,75	89,03	167,79
7	149,22	126,22	145,15	171,16	149,22	83,00	134,84	142,77	149,22	98,36	69,03	158,84
8	117,24	123,78	135,12	171,79	117,24	100,66	135,48	112,65	117,24	86,89	138,71	138,70
9	95,30	130,49	153,85	173,67	95,30	102,87	125,16	133,73	95,30	121,72	95,48	103,36
10	162,38	134,15	129,77	202,51	162,38	101,55	163,23	175,90	162,38	106,15	82,58	140,04
11	114,73	123,17	126,42	168,65	114,73	103,75	121,29	163,86	114,73	81,97	169,68	195,53
12	102,19	118,29	149,83	176,80	102,19	99,34	118,06	117,47	102,19	120,90	72,26	102,46
13	114,11	117,07	118,39	171,16	114,11	106,40	83,23	124,70	114,11	71,72	107,74	144,07
14	85,27	135,98	169,23	162,38	85,27	108,61	127,10	148,80	85,27	111,07	152,90	76,51
15	96,55	137,20	124,41	174,92	96,55	92,27	114,19	124,70	96,55	83,20	159,35	76,51
16	117,87	224,39	150,50	142,32	117,87	97,57	129,68	136,75	117,87	89,34	127,10	100,67
17	98,43	116,46	149,83	171,16	98,43	90,95	117,42	187,95	98,43	94,26	94,84	114,99
18	135,42	98,17	165,22	176,18	135,42	148,79	132,90	132,53	135,42	135,25	121,94	107,38
19	100,94	115,85	145,82	175,55	100,94	100,22	121,29	78,31	100,94	104,92	93,55	177,63
20	127,27	129,27	126,42	172,41	127,27	173,51	135,48	146,39	127,27	74,59	146,45	88,14