



**UNIVERSITÉ DU BURUNDI**

**GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI**

Dépôt institutionnel officiel

<https://repository.ub.edu.bi>

## **Impact de l'incorporation des feuilles de patate douce dans l'alimentation sur les performances zootechniques des poulettes et la qualité sanitaire de la viande**

**Ingabire, Clovis; Sous la direction de : Dr. Ir. Manirakiza Josiane; Dr. Nishemezwe Gérard, PhD**

**2026-05**

**UB, FABI**

<https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/2389>



**IMPACT DE L'INCORPORATION DES FEUILLES DE PATATE DOUCE  
DANS L'ALIMENTATION SUR LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUE  
DES POULETTES ET LA QUALITE SANITAIRE DE LA VIANDE**

Par :

**INGABIRE Clovis**

Mémoire

présenté et défendu publiquement en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master en  
Sciences et Technologie des Aliments

**Spécialité : Gestion de la Qualité des Produits Agro-alimentaires**

---

**Sous la direction de :**

Dr. Ir. MANIRAKIZA Josiane

Dr. NISHEMEZWE Gérard, PhD

*Impact de l'incorporation des feuilles de patate douce dans l'alimentation sur  
les performances zootechniques des poulettes et la qualité sanitaire de la viande*

---

**MEMBRES DU JURY**

Président : Dr. Ir NTEZIRYAYO Vincent  
Secrétaire : M. Sc. NIYOKWIZERA Nadine  
Membre : Dr. Ir MANIRAKIZA Josiane  
Membre : Dr. NISHEMEZWE GERARD, PhD

## **DEDICACES**

Je dédie ce mémoire :

A Dieu Tout-Puissant ;

A mon Père ;

A ma mère ;

A mes chers frères et sœurs ;

A mes oncles ;

A tous ceux qui me sont chers.

**INGABIRE Clovis**

## **REMERCIEMENTS**

La réalisation de ce mémoire, consacré à l'étude de l'incorporation des feuilles de patate douce dans l'alimentation des poulettes, marque l'aboutissement d'un parcours universitaire exigeant, jalonné d'apprentissages scientifiques, méthodologiques et humains, qui ont largement contribué à mon développement académique et professionnel.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Madame Dr. Ir. MANIRAKIZA Josiane, Directrice de ce mémoire et Promotrice du sujet de recherche, pour avoir accepté d'encadrer ce travail et de le conduire avec rigueur et bienveillance malgré ses nombreuses responsabilités. Mes sincères remerciements vont également au Dr. NISHEMEZWE Gérard, PhD, codirecteur de mémoire, pour sa disponibilité, sa bienveillance et la pertinence de ses remarques qui ont grandement enrichi ce travail. Veuillez recevoir l'expression de ma sincère reconnaissance.

Mes remerciements s'adressent également à l'administration de l'Université du Burundi, ainsi qu'à l'ensemble du corps enseignant de la Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie, pour la qualité de la formation dispensée et l'accompagnement académique tout au long de mon parcours. Je remercie chaleureusement les membres du jury pour avoir accepté d'évaluer ce travail et pour leurs remarques et suggestions qui ont permis d'en améliorer la qualité scientifique.

Ma reconnaissance va aussi à ma famille, en particulier à mes parents, pour leur soutien moral, financier et affectif indéfectible. Leur patience, leur confiance et leurs encouragements ont été une source permanente de motivation tout au long de ce travail.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à ma formation et à la réalisation de ce mémoire. Que chacun trouve, à travers ce travail, l'expression de ma gratitude. À ceux que je n'ai pas pu citer nommément, je leur adresse mes remerciements les plus sincères.

**INGABIRE Clovis**

## RESUME

L'alimentation des volailles représente une part importante du coût de production et entre en concurrence avec l'alimentation humaine pour les matières premières conventionnelles, affectant la rentabilité et la sécurité alimentaire. La valorisation des ressources locales, comme les feuilles de patate douce, constitue une alternative durable. Cette étude visait à évaluer l'effet de l'incorporation de farine de feuilles de patate douce sur les performances zootechniques et la qualité de la carcasse des poulettes.

L'expérimentation s'est déroulée de juillet à octobre 2024 à la ferme didactique de la FABI, Université du Burundi, à Gitega. Elle a porté sur 80 poussins âgés de trois semaines, répartis aléatoirement en quatre lots de 20 sujets chacun. Le lot témoin a reçu une ration classique, tandis que les lots expérimentaux ont reçu la ration avec remplacement partiel de la ration classique par de la farine de feuilles de patate douce à 5 %, 10 % et 15 %.

Les résultats zootechniques ont montré que la consommation alimentaire individuelle moyenne était similaire entre les lots, avec  $81,6 \pm 0,6$  g/jour pour le lot témoin,  $81,6 \pm 0,9$  g/jour pour le lot 2,  $81,6 \pm 0,4$  g/jour pour le lot 3 et  $81,6 \pm 0,8$  g/jour pour le lot 4. En revanche, le poids vif moyen global a diminué progressivement d'un lot à l'autre, passant de  $1535,6 \pm 10,6$  g pour le lot 1 à  $1485 \pm 41,7$  g pour le lot 2, puis à  $1442,9 \pm 32,7$  g pour le lot 3 et à  $1400,9 \pm 39,8$  g pour le lot 4. Cette tendance est également observée pour le gain moyen quotidien, qui est passé de  $16,6 \pm 0,2$  g (lot 1) à  $15,7 \pm 0,2$  g (lot 2), puis à  $14,8 \pm 0,5$  g (lot 3) et à  $14,0 \pm 1,5$  g (lot 4).

L'indice de consommation global a augmenté progressivement avec le taux d'incorporation, passant de  $3,1 \pm 0,1$  dans le lot témoin à  $3,1 \pm 0,1$  dans le lot 2 (5 %), puis à  $3,47 \pm 0,2$  dans le lot 3 (10 %) et à  $4,7 \pm 0,1$  dans le lot 4 (15 %), traduisant ainsi une diminution de l'efficacité alimentaire aux niveaux d'incorporation les plus élevés.

Aucune mortalité n'a été enregistrée dans tous les lots pendant toute la période d'expérimentation. Sur le plan microbiologique, la viande ne présentait ni *Escherichia coli* ni *Salmonella*, et la flore aérobie mésophile totale était largement inférieure aux limites réglementaires. Les teneurs en cadmium étaient  $<0,5$  mg/kg, tandis que le plomb variait de 1,51 à 1,86 mg/kg, dépassant la limite réglementaire. En conclusion, l'incorporation de farine de feuilles de patate douce jusqu'à 5 % n'a pas affecté significativement les performances de croissance et la viande était microbiologiquement saine, et constitue une alternative locale intéressante en alimentation avicole.

**Mots-clés :** feuilles de patate douce, poulettes, alimentation, performances zootechniques, qualité de la carcasse, sécurité sanitaire.

## **ABSTRACT**

Poultry feed accounts for a significant portion of production costs and competes with human food for conventional raw materials, affecting profitability and food security. The use of local resources, such as sweet potato leaves, is a sustainable alternative. This study aimed to evaluate the effect of incorporating sweet potato leaf meal on the zootechnical performance and carcass quality of pullets.

The experiment was carried out from July to October 2024 at the FABI teaching farm, University of Burundi, in Gitega. It involved 80 three-week-old chicks, randomly divided into four groups of 20 subjects each. The control group received a conventional diet, while the experimental groups received a diet with partial protein replacement with sweet potato leaf meal at 5%, 10%, and 15%.

The zootechnical results showed that the average individual feed intake was similar between the groups, with  $81.6 \pm 0.6$  g/day for the control group,  $81.6 \pm 0.9$  g/day for group 2,  $81.6 \pm 0.4$  g/day for group 3, and  $81.6 \pm 0.8$  g/day for group 4. However, the overall average live weight decreased progressively from one group to the next, from  $1535.6 \pm 10.6$  g for group 1 to  $1485 \pm 41.7$  g for group 2, then to  $1442.9 \pm 32.7$  g for batch 3 and  $1400.9 \pm 39.8$  g for batch 4. This trend was also observed for average daily gain, which decreased from  $16.6 \pm 0.2$  (batch 1) to  $15.7 \pm 0.2$  g (batch 2), then to  $14.8 \pm 0.5$  g (batch 3) and  $14.0 \pm 1.5$  g (batch 4). The overall consumption index increased gradually with the incorporation rate, from  $3.1 \pm 0.1$  in the control batch to  $3.1 \pm 0.1$  in batch 2 (5%), then to  $3.4 \pm 0.2$  in batch 3 (10%) and  $4.7 \pm 0.1$  in batch 4 (15%), reflecting a decrease in efficiency at the highest incorporation levels.

No mortality was recorded in any of the batches throughout the entire period.

In terms of health, the meat did not contain *Escherichia coli* or *Salmonella*, and the total mesophilic aerobic flora was well below regulatory limits. Cadmium levels were  $<0.5$  mg/kg, while lead ranged from 1.51 to 1.86 mg/kg, exceeding the regulatory limit. In conclusion, the incorporation of sweet potato leaf meals at up to 5% did not significantly affect growth performance or the microbiological quality of the meat and is an interesting local alternative in poultry feed.

**Keywords:** sweet potato leaves, pullets, feed, zootechnical performance, carcass quality, health safety.

## **TABLE DES MATIERES**

|                                                                                                           |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>MEMBRES DU JURY</b>                                                                                    | <b>i</b>   |
| <b>DEDICACES</b>                                                                                          | <b>ii</b>  |
| <b>REMERCIEMENTS</b>                                                                                      | <b>iii</b> |
| <b>RESUME</b>                                                                                             | <b>iv</b>  |
| <b>ABSTRACT</b>                                                                                           | <b>v</b>   |
| <b>TABLE DES MATIERES</b>                                                                                 | <b>vi</b>  |
| <b>LISTE DES TABLEAUX</b>                                                                                 | <b>ix</b>  |
| <b>LISTE DES SIGLES, SYMBOLES ET ABREVIATIONS</b>                                                         | <b>x</b>   |
| <b>AVANT-PROPOS</b>                                                                                       | <b>xi</b>  |
| <b>INTRODUCTION GENERALE</b>                                                                              | <b>1</b>   |
| 0.1 Contexte et l'importance de l'étude                                                                   | 1          |
| 0.2 Hypothèses de recherche                                                                               | 3          |
| 0.3 Objectif global de l'étude                                                                            | 3          |
| 0.3.1 Objectifs spécifiques                                                                               | 3          |
| 0.4 Subdivision du travail                                                                                | 4          |
| <b>PREMIERE PARTIE : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE</b>                                                            | <b>5</b>   |
| <b>CHAPITRE I. LA PATATE DOUCE (IPOMOEAE BATATAS) ET SON INTERET NUTRITIONNEL EN ALIMENTATION AVICOLE</b> | <b>6</b>   |
| 1.1 Origine, classification et caractéristiques botaniques de la patate douce                             | 6          |
| 1.2 Importance nutritionnelle et socio-économique de la patate douce                                      | 6          |
| 1.3 Valeur nutritionnelle et bioactive des feuilles de patate douce                                       | 6          |
| 1.4 Facteurs antinutritionnels des feuilles de patate douce et limites d'utilisation                      | 7          |

## **CHAPITRE II. BESOINS NUTRITIONNELS DES POULETTES ET**

### **CONTRIBUTION DE L'AVICULTURE A LA SECURITE ALIMENTAIRE ----- 9**

2.1 *Généralités sur les volailles et importance de l'alimentation----- 9*

2.2 *Besoins nutritionnels des poulettes en croissance ----- 9*

2.3 *Importance de l'aviculture dans la sécurité alimentaire -----10*

### **DEUXIEME PARTIE : EXPERIMENTATION-----12**

### **CHAPITRE III. MATERIEL ET METHODES -----13**

3.1 *Présentation du milieu d'étude-----13*

3.2 *Collecte et préparation de feuilles de patate douce -----13*

3.3 *Analyse chimique de la farine des feuilles de patate douce -----14*

3.3.1 *Matériel utilisé-----14*

3.3.2 *Teneur en eau (humidité)-----15*

3.3.3 *Cendres totales-----15*

3.3.4 *Protéines brutes-----16*

3.3.5 *Matière grasse -----17*

3.3.6 *Celluloses brutes -----18*

3.3.7 *Calcium-----18*

3.3.8 *Phosphore -----19*

3.4 *Dispositif expérimental et confection des mélanges-----20*

*FFPD : Farine de feuilles de patate douce-----21*

3.5 *Suivi des performances de croissance-----22*

3.6 *Evaluation de la qualité sanitaire de la viande produite -----22*

3.6.1 *Analyse microbiologique-----23*

3.6.1.1 *Matériel utilisé -----23*

3.6.1.2 *Préparation des milieux de culture -----23*

3.6.1.3 *Préparation de l'inoculum -----25*

3.6.1.4 *Ensemencement-----26*

3.6.1.5 *Incubation-----26*

3.6.1.6 *Dénombrement microbien -----27*

*Impact de l'incorporation des feuilles de patate douce dans l'alimentation sur les performances zootechniques des poulettes et la qualité sanitaire de la viande*

---

|                                                                    |                                                                                                                                             |           |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.6.2                                                              | Analyse chimique de la viande -----                                                                                                         | 28        |
| 3.7                                                                | Rendement économique -----                                                                                                                  | 29        |
| 3.8                                                                | Traitement et analyse statistique des données -----                                                                                         | 29        |
| <b>CHAPITRE IV. PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS -----</b> |                                                                                                                                             | <b>30</b> |
| 4.1                                                                | Composition chimique de la farine de feuilles de patates douce -----                                                                        | 30        |
| 4.2                                                                | Effet de la farine de feuille de patate douce sur les paramètres de croissance, rendement en carcasse et caractéristiques des organes ----- | 31        |
| 4.2.1                                                              | Poids vif -----                                                                                                                             | 31        |
| 4.2.2                                                              | Gain moyen quotidien -----                                                                                                                  | 33        |
| 4.2.3                                                              | Consommation alimentaire par lot -----                                                                                                      | 34        |
| 4.2.4                                                              | Indice de consommation alimentaire (ICA) -----                                                                                              | 36        |
| 4.2.5                                                              | Caractéristiques des organes -----                                                                                                          | 39        |
| 4.3                                                                | La qualité sanitaire de la viande -----                                                                                                     | 40        |
| 4.3.1                                                              | Résultats d'analyse chimique de la viande -----                                                                                             | 40        |
| 4.3.2                                                              | Résultats d'analyse microbiologique de la Viande -----                                                                                      | 41        |
| 4.3.3                                                              | Evaluation du coût alimentaire -----                                                                                                        | 42        |
| <b>CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS -----</b>                         |                                                                                                                                             | <b>44</b> |
| <b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES -----</b>                           |                                                                                                                                             | <b>47</b> |
| <b>ANNEXES -----</b>                                               |                                                                                                                                             | <b>54</b> |

## **LISTE DES TABLEAUX**

|                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tableau 1.</b> Compositions chimiques des feuilles de patate douce -----                                               | 8  |
| <b>Tableau 2.</b> Besoins nutritionnels des poulettes en croissance -----                                                 | 10 |
| <b>Tableau 3.</b> Tableau composition centésimale des mélanges-----                                                       | 21 |
| <b>Tableau 4.</b> Les dilutions décimales -----                                                                           | 25 |
| <b>Tableau 5.</b> Analyse microbiologique de la viande -----                                                              | 26 |
| <b>Tableau 6.</b> Composition chimique et valeur nutritionnelle de la farine des feuilles de patate douce-----            | 30 |
| <b>Tableau 7.</b> Poids vif selon le traitement alimentaire pour chaque semaine-----                                      | 31 |
| <b>Tableau 8.</b> Gain moyen quotidien selon le traitement alimentaire-----                                               | 33 |
| <b>Tableau 9.</b> Consommation alimentaire individuelle des poulettes selon les traitements alimentaires (g/j/sujet)----- | 35 |
| <b>Tableau 10.</b> Indice de consommation alimentaire selon le traitement alimentaire -----                               | 37 |
| <b>Tableau 11.</b> Effet des feuilles de patate douce sur les organes internes des poulettes -----                        | 39 |
| <b>Tableau 12.</b> Résidus de métaux lourds dans la viande des poulettes (mg/kg)-----                                     | 40 |
| <b>Tableau 13.</b> Analyse microbiologique de la viande -----                                                             | 41 |
| <b>Tableau 14.</b> Rendement alimentaire -----                                                                            | 42 |

## **LISTE DES SIGLES, SYMBOLES ET ABREVIATIONS**

|                 |                                                  |
|-----------------|--------------------------------------------------|
| %               | : Pourcentage                                    |
| <               | : Inférieur                                      |
| >               | : Supérieur                                      |
| $\Sigma$        | : Symbole de sommation                           |
| STA             | : Sciences et Technologie des Aliments           |
| FABI            | : Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie       |
| AOAC            | : Association des Chimistes Officiels Analystes  |
| BPA             | : Gélose Baird-Parker Agar                       |
| Ca              | : Calcium                                        |
| Cd              | : Cadmium                                        |
| E. coli         | : <i>Escherichia coli</i>                        |
| Et al.          | : Et ses associés                                |
| etc.            | : Et cetera                                      |
| FAMT :          | : Flore aérobie mésophile totale                 |
| g/j             | : Gramme par jour                                |
| GMQ             | : Gain Moyen Quotidien                           |
| IA              | : Ingestion alimentaire                          |
| IC              | : Indice de consommation                         |
| IGEBU           | : Institut Géographique du Burundi               |
| ISABU           | : Institut des Sciences Agronomiques du Burundi. |
| Kcal/kg         | : Kilocalorie par kilogramme                     |
| Kg              | : Kilogramme                                     |
| KWh             | : Kilowatt-heure                                 |
| LMR             | : Limite maximale de résidus                     |
| m <sup>2</sup>  | : Mètre carré                                    |
| Mg              | : Milligramme                                    |
| Mm              | : millimètre                                     |
| NH <sub>3</sub> | : Ammoniac                                       |
| °C              | : Degré Celsius                                  |
| Pb              | : Plomb                                          |
| PCA             | : Plate Count Agar                               |
| pH              | : Potentiel d'hydrogène                          |
| UfC             | : Unité Format Colonie                           |

## **AVANT-PROPOS**

Le présent mémoire, intitulé « **Impact de l'incorporation des feuilles de patate douce dans l'alimentation sur les performances zootechniques des poulettes et la qualité sanitaire de la viande** », a été réalisé dans le cadre du programme de Master en Sciences et Technologies des Aliments, option Gestion et Qualité des Produits Agro-alimentaires, à la Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie de l'Université du Burundi.

Ce travail s'inscrit dans une démarche de recherche appliquée visant à valoriser les ressources végétales locales, en particulier les feuilles de patate douce, comme complément nutritif dans l'alimentation des volailles. Dans un contexte où la sécurité alimentaire et l'équilibre bromatologique des formulations alimentaires constituent des enjeux majeurs, il apparaît pertinent d'explorer des alternatives alimentaires locales capables d'améliorer les performances de croissance des poulettes et la qualité de la viande tout en réduisant les coûts de production.

Le choix des feuilles de patate douce repose sur leur richesse en protéines, minéraux et fibres, ainsi que sur leur disponibilité locale. Leur incorporation dans l'alimentation des volailles pourrait représenter une stratégie durable pour améliorer la productivité avicole tout en réduisant le coût de l'élevage.

La réalisation de ce mémoire a rencontré certaines contraintes, notamment d'ordre logistique et analytique, liées à la disponibilité limitée des équipements et des réactifs de laboratoire. Des contraintes financières personnelles ont également conduit à des ajustements dans la planification et la conduite de l'étude.

Malgré ces difficultés, le travail a été mené à terme et constitue une contribution importante à la valorisation des ressources locales, à l'amélioration de l'alimentation animale et au renforcement de la sécurité alimentaire et nutritionnelle. Les résultats obtenus pourront servir de base pour de futures recherches et soutenir les initiatives visant à promouvoir l'utilisation de compléments végétaux locaux dans l'alimentation avicole.

## INTRODUCTION GENERALE

### 0.1 Contexte et l'importance de l'étude

Le secteur de l'aviculture est un pilier de la sécurité alimentaire au niveau mondial, car il constitue une source essentielle de protéines animales **(Nassar & Abbas, 2025)**. Par ailleurs, la production avicole est cruciale pour renforcer la sécurité alimentaire locale et lutter contre la pauvreté, en particulier dans les régions où les sources alternatives d'aliments riches en nutriments sont limitées **(Nassar & Abbas, 2025)**.

Ainsi, l'aviculture se distingue par sa capacité à s'adapter rapidement aux besoins alimentaires des consommateurs, contribuant ainsi à la diversité nutritionnelle. En outre, l'élevage avicole nécessite moins d'espace et de ressources que l'élevage bovin ou porcin, ce qui en fait une option viable pour les pays en développement qui cherchent à améliorer leur sécurité alimentaire tout en minimisant leur empreinte écologique **(Gerber et al., 2013)**

Par ailleurs, à l'échelle mondiale, la situation de l'aviculture est marquée par une croissance rapide **(Bist et al., 2024)**. Selon les données, la production de viande de volaille a considérablement augmenté, notamment en Asie, où des pays comme la Chine et l'Inde sont devenus des leaders dans ce secteur **(Farrell, 2013)**.

Au Burundi, cette perception connaît une évolution progressive. Sous l'impulsion des politiques publiques récentes et de l'appui des partenaires techniques, l'aviculture est de plus en plus promue comme une activité génératrice de revenus et contribuant à la sécurité alimentaire **(Mugenzi, 2024)**.

De plus, la concurrence entre l'homme et le bétail pour les ingrédients alimentaires conventionnels a entraîné une augmentation des coûts de ressources alimentaires **(Sultana et al., 2016)**. Le coût des ingrédients majeure comme : le maïs (minimum 50% de l'alimentation avicole comme une source majeure d'énergie), le poisson et le soja (minimum 10% de l'alimentation avicole comme une source de protéines) est assez élevé, alors que ces ingrédients constituent les aliments de base pour l'alimentation humaine. En outre, il a été observé que plus de 70% du coût de production avicole est lié à l'alimentation **(Adaszyńska et al., 2025)**.

Pour améliorer et assurer la durabilité du secteur avicole, il est donc nécessaire d'explorer d'autres sources d'énergie et de protéines qui soient à la fois économique et accessibles. Au cours des dernières décennies, les chercheurs se sont penchés sur des ressources alternatives moins coûteuses et facilement disponibles pour la production de poulets de chair **(Melesse et**

**al., 2016).** Les farines de feuilles de certaines cultures et les résidus agricoles ont récemment gagné en popularité dans l'alimentation animale.

De ce fait, les nutritionnistes recommandent de substituer les céréales par des alternatives non conventionnelles (aliments d'origine végétale, animale ou minérale, très peu ou pas exploités pour l'alimentation animale, qui n'entrent pas en concurrence avec l'alimentation humaine et qui sont peu connus de la plupart des éleveurs), moins coûteuses et disponibles localement, telle que la farine de feuilles de patates douces (SP), afin d'améliorer les performances zootechniques et la rentabilité des éleveurs (**Van An & Lindberg, 2004**).

En effet, plusieurs études sur les propriétés phytochimiques des feuilles de patates douces ont montré leur richesse en protéines, en vitamines (A, C, K), en minéraux (fer, calcium, phosphore), en fibres et en antioxydants (**Sanoussi et al., 2016**). Cependant, les feuilles de patates peuvent contenir des substances anti-nutritionnelles (substances naturellement présentes dans les plantes et qui peuvent réduire l'absorption des nutriments), comme les tannins et sporamines qui inhibent la digestibilité et l'absorption des protéines, et les oxalates qui inhibent l'absorption du calcium et de fer dans l'organisme (**Antia et al., 2006**). Il a été également démontré que certains traitements comme le séchage ou le grillage ont un effet positif sur la dégradation de ces substances et la digestibilité des nutriments (**Kumar et al., 2022 ; Smith et al., 2023**).

C'est dans cette optique que nous avons entrepris cette étude pour évaluer l'efficacité de la farine de feuilles de patate douce séchée dans l'alimentation des volailles, en analysant son impact sur leurs performances zootechniques et économiques ainsi que le rendement en carcasse, tout en limitant leurs effets indésirables sur la qualité sanitaire de la viande produite.

### **Questions de recherche spécifiques**

1. Quel niveau d'incorporation de la farine de feuilles de patate douce séchées permet d'optimiser les performances de croissance et le rendement en carcasse des poulettes ?
2. Quel est l'effet de l'incorporation de la farine de feuilles de patate douce séchées sur la consommation alimentaire, l'indice de conversion alimentaire et le coût de production ?
3. Quel est l'effet de l'incorporation de la farine de feuilles de patate douce séchées sur la qualité sanitaire de la viande, l'état de santé et le bien-être général des poulettes ?

## **0.2 Hypothèses de recherche**

**H1 :** L'incorporation de la farine de feuilles de patate douce séchées à un niveau approprié améliore significativement les performances de croissance et le rendement en carcasse des poulettes.

**H2 :** L'incorporation de la farine de feuilles de patate douce séchées réduit le coût de l'alimentation et améliore la rentabilité économique de l'élevage sans affecter négativement les performances zootechniques.

**H3 :** L'incorporation modérée de la farine de feuilles de patate douce séchées maintient la qualité sanitaire de la viande, la santé générale et le bien-être des poulettes, tandis qu'une incorporation excessive peut entraîner une diminution des performances zootechniques et de la qualité de production.

## **1.3 Objectif global de l'étude**

L'objectif de cette étude est d'évaluer la dose optimale de cette farine qui permettra une amélioration des performances de croissance, tout en réduisant le coût lié à l'alimentation, et aussi tout en maintenant la qualité sanitaire acceptable de la viande produite et la santé générale des volailles.

### **1.3.1 Objectifs spécifiques**

- 2 Déterminer le niveau optimal d'incorporation de la farine de feuilles de patate douce séchées permettant d'améliorer les performances de croissance et le rendement en carcasse des poulettes.
- 3 Évaluer l'effet de différents niveaux d'incorporation de la farine de feuilles de patate douce séchées sur la consommation alimentaire, l'indice de conversion alimentaire et la rentabilité économique de l'élevage.
- 4 Évaluer l'effet de différents niveaux d'incorporation de la farine de feuilles de patate douce séchées sur la qualité sanitaire de la viande, la santé générale et le bien-être des poulettes.

#### **0.4 Subdivision du travail**

Notre travail de recherche est structuré en deux grandes parties :

La première partie, dédiée à la synthèse bibliographique, aborde les aspects généraux relatifs à la patate douce et à ses feuilles, aux besoins nutritionnels des poulettes en croissance et l'effet de l'alimentation sur les performances zootechniques ainsi qu'à l'importance de l'aviculture dans la sécurité alimentaire. La seconde partie se concentre sur l'expérimentation, présentant le matériel et les méthodes employées, les résultats obtenus, ainsi qu'une discussion de ces résultats. Enfin, le travail se conclut par une synthèse générale et des recommandations, ouvrant ainsi la voie à de futures perspectives.

## **PREMIERE PARTIE : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE**

## **CHAPITRE I. LA PATATE DOUCE (IPOMOEA BATATAS) ET SON INTERET NUTRITIONNEL EN ALIMENTATION AVICOLE**

### **1.1 Origine, classification et caractéristiques botaniques de la patate douce**

La patate douce, ou *Ipomoea batatas* est une espèce de plantes dicotylédones de la famille des *convolvulaceae*, tribu des *Ipomoea*, vraisemblablement originaire d'Amérique tropicale. C'est une plante herbacée vivace dont la culture est très répandue dans toutes les régions tropicales et subtropicales, ou on la cultive principalement pour ses tubercules racines tubérisées comestibles, riches en amidon (Wennekes et al., 2013).

La patate douce a un cycle de vie long jusqu'à 36 mois, mais ses racines atteignent leur maturité en seulement quatre mois, la récolte échelonnée commençant après la maturation des racines (Widodo et al., 2015). La croissance de la patate douce se déroule en trois phases : une phase initiale marquée par le développement de la partie aérienne et des racines périphériques, suivie de la formation et de l'expansion des racines tubéreuses avec accumulation des réserves nutritives, puis une phase finale correspondant à leur maturation complète caractérisée par un stockage intense d'amidon et d'autres composés photosynthétiques.

### **1.2 Importance nutritionnelle et socio-économique de la patate douce**

La patate douce occupe une place importante dans les systèmes agricoles et alimentaires, tant pour l'alimentation humaine que pour l'alimentation animale. Ses racines constituent une source majeure de glucides, avec une teneur variant entre 25 et 30 %, dont environ 98 % sont facilement digestibles (Colato et al., 2011). Elles fournissent également des protéines, des vitamines et des minéraux, contribuant ainsi à la sécurité alimentaire des populations, notamment dans les pays en développement.

Par ailleurs, la patate douce renferme divers composés bioactifs présentant des effets potentiellement bénéfiques sur la santé, ce qui lui confère un intérêt croissant dans le domaine des aliments fonctionnels (Ahmed, 2014).

### **1.3 Valeur nutritionnelle et bioactive des feuilles de patate douce**

Les feuilles de patate douce, longtemps considérées comme des sous-produits agricoles, constituent pourtant une ressource nutritionnelle de grande valeur. Leur composition chimique varie selon la variété cultivée, le stade de maturité et les conditions agroécologiques (Nguyen et al., 2021). Elles sont reconnues comme une source importante de protéines, de fibres alimentaires, de minéraux et de vitamines, ainsi que de nombreux composés bioactifs.

Plusieurs études ont montré que les feuilles de patate douce sont particulièrement riches en polyphénols et en antioxydants, souvent en concentrations supérieures à celles retrouvées dans la racine tubérisée, la chair ou la peau **(Suárez et al., 2020)**. Ces composés jouent un rôle clé dans la protection contre le stress oxydatif et contribuent au renforcement des défenses antioxydantes de l'organisme **(Jang & Koh, 2019)**.

Chez les animaux d'élevage, la valeur nutritive du feuillage de patate douce est jugée élevée. Il est rapporté que 3 kg de feuilles fraîches équivalent approximativement à 1 kg de maïs en termes de valeur nutritionnelle, avec une efficacité estimée entre 95 et 100 % de celle du maïs **(Onyimba et al., 2015)**. Les feuilles séchées présentent même une valeur nutritive supérieure à celle du foin de luzerne, avec une teneur moyenne de 22 % en protéines brutes **(Onyimba et al., 2015)**, 46 % en fibres brutes et 9 % en cendres totales.

#### **1.4 Facteurs antinutritionnels des feuilles de patate douce et limites d'utilisation**

Malgré leur richesse nutritionnelle, les feuilles de patate douce contiennent certains facteurs antinutritionnels susceptibles de limiter leur utilisation à des taux élevés. Parmi ceux-ci figurent les oxalates, les tanins, les phytates et de faibles teneurs en cyanogènes **(Mwanri et al., 2011)**.

Les oxalates peuvent former des complexes insolubles avec le calcium, réduisant ainsi sa biodisponibilité **(Gouveia et al., 2020)**, tandis que les tanins sont connus pour interférer avec la digestion et l'absorption des protéines, ce qui peut ralentir la croissance animale **(Antia et al., 2006)**. Toutefois, plusieurs travaux indiquent que ces substances sont présentes à des niveaux relativement faibles et que des procédés simples tels que le séchage, la cuisson ou le broyage permettent d'en réduire significativement les effets négatifs.

En conséquence, les feuilles de patate douce peuvent être intégrées de manière raisonnée dans l'alimentation animale, notamment chez les volailles, afin de compléter les apports nutritionnels journaliers recommandés.

**Tableau 1.** Compositions chimiques des feuilles de patate douce

| <b>Paramètres</b>         | <b>Quantité/100g</b> |
|---------------------------|----------------------|
| Eau                       | 82,20g               |
| Cendres                   | 11,10g               |
| Energie                   | 351,30 kcal          |
| Protéines brutes          | 24,80g               |
| Lipides brutes            | 4,90g                |
| Glucides                  | 51,90g               |
| Fibres brutes             | 7,20g                |
| Minéraux/100g MS          |                      |
| Calcium                   | 28,40g               |
| Fer                       | 16g                  |
| Manganèse                 | 4,60g                |
| Magnésium                 | 34g                  |
| Sodium                    | 4,20g                |
| Potassium                 | 4,10g                |
| Zinc                      | 0,10g                |
| Vitamines/ 100g MS        |                      |
| Vitamine A                | 0,60 mg              |
| Vitamine C                | 15,20 mg             |
| Teneur en anti-nutriments |                      |
| Acide phytique            | 1,40 ± 0,10 mg       |
| Cyanure                   | 30,20 ± 0,10 mg      |
| Tanins                    | 0,21 ± 0,10 mg       |
| Oxalate total             | 308,00 ± 1,10 mg     |

Source : **Antia et al., 2006**

## **CHAPITRE II. BESOINS NUTRITIONNELS DES POULETTES ET CONTRIBUTION DE L'AVICULTURE A LA SECURITE ALIMENTAIRE**

### **2.1 Généralités sur les volailles et importance de l'alimentation**

Les poulettes représentent une phase clé dans la filière avicole, car leur croissance et leur développement conditionnent directement leurs performances futures, notamment la ponte et la qualité de la carcasse. Les progrès génétiques réalisés au cours des dernières décennies ont considérablement modifié le potentiel de croissance et les exigences nutritionnelles des souches modernes (Barszcz et al., 2024).

Ces évolutions impliquent que les besoins nutritionnels des poulettes ne peuvent plus être compensés uniquement par une augmentation de la consommation alimentaire, ce qui impose une formulation rigoureuse des rations (Koo et al., 2023).

### **2.2 Besoins nutritionnels des poulettes en croissance**

Durant les différentes phases de croissance, les poulettes nécessitent une alimentation équilibrée fournissant de l'énergie, des protéines, des lipides, des vitamines et des minéraux en quantités adaptées (Applegate & Angel, 2014).

**Les protéines** jouent un rôle fondamental dans le développement musculaire, la formation des plumes et la croissance générale (Teng et al., 2021). La méthionine, acide aminé limitant majeur dans les régimes à base de maïs et de soja, est particulièrement importante. Elle participe non seulement à la synthèse protéique, mais également au renforcement du système antioxydant via la production du glutathion (Wen et al., 2017). Des études ont montré qu'une supplémentation adéquate en méthionine améliore certaines caractéristiques de la viande, notamment le pH et les pertes à la cuisson (Koo et al., 2023).

**Les glucides** constituent la principale source d'énergie nécessaire au maintien des fonctions vitales et des activités métaboliques (AAFCO, 2015), tandis que les lipides fournissent une énergie concentrée indispensable durant les périodes de croissance rapide (Barszcz et al., 2024).

**Les vitamines** jouent un rôle essentiel dans le métabolisme, l'immunité et la résistance au stress chez les poulettes (Zeferino et al., 2016). Les vitamines A, C, D et E sont particulièrement importantes. Les vitamines C et E sont reconnues pour leurs propriétés antioxydantes et leur capacité à atténuer le stress oxydatif, notamment en conditions de stress thermique (Panda &

**Cherian, 2014).** Une supplémentation élevée en vitamine E a été associée à une amélioration du statut antioxydant et à une réduction de la peroxydation lipidique de la viande (**Pečjak et al., 2022**).

**Les minéraux**, en particulier le calcium et le phosphore, sont indispensables au développement osseux et à la préparation à la phase de ponte (**Barszcz et al., 2024**). **L'eau**, souvent négligée, est également un nutriment essentiel, intervenant dans la digestion, l'absorption des nutriments et la régulation thermique (**Applegate & Angel, 2014**).

**Tableau 2.** Besoins nutritionnels des poulettes en croissance

| Nutriments             | Poussins (0-3 semaines) | Poussins (4-6 semaines) | Poulettes prés-adulte (7-20 semaines) | Poules adulte (20 semaines et plus) |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Protéines              | 18-20g                  | 16-18g                  | 14-16g                                | 16-18g                              |
| <b>Acides aminés :</b> |                         |                         |                                       |                                     |
| Méthionine             | 1,20g                   | 1,00g                   | 0,90g                                 | 0,80g                               |
| Lysine                 | 1,50g                   | 1,40g                   | 1,20g                                 | 1,10g                               |
| Energie                | 2800kcal                | 2800kcal                | 2800kcal                              | 2900kcal                            |
| Calcium                | 0,80-1g                 | 1-2g                    | 2-3g                                  | 3-4g                                |
| Phosphore              | 0,50g                   | 0,60g                   | 0,70g                                 | 0,70-0,90g                          |
| <b>Vitamines :</b>     |                         |                         |                                       |                                     |
| Vitamine A             | 800-1000UI              | 1000UI                  | 1500UI                                | 2000UI                              |
| Vitamine D             | 200UI                   | 200UI                   | 300UI                                 | 400UI                               |
| Vitamine E             | 5-10mg                  | 10mg                    | 15mg                                  | 20mg                                |
| Vitamine K             | 0,50mg                  | 0,50mg                  | 0,50mg                                | 1mg                                 |
| <b>Minéraux :</b>      |                         |                         |                                       |                                     |
| Sodium                 | 0,10-0,20g              | 0,20g                   | 0,20g                                 | 0,30g                               |
| Potassium              | 0,50-1g                 | 1g                      | 1-2g                                  | 2-3g                                |
| Magnésium              | 1-2g                    | 2-3g                    | 3-4g                                  | 4-5g                                |

**UI : Unité internationale**

**Source : AAFCO, 2015**

### **2.3 Importance de l'aviculture dans la sécurité alimentaire**

L'aviculture, qui désigne l'élevage de volailles, est une composante essentielle de l'agriculture mondiale et joue un rôle crucial dans la sécurité alimentaire (**Birhanu et al., 2023**). Elle fournit une source abondante, accessible et de haute valeur biologique en protéines animales à une population mondiale en constante augmentation (**Chatterjee et al., 2022**). Les volailles, telles que les poules, les canards et les dindes, sont élevées pour leur viande et leurs œufs, offrant ainsi une alternative importante à d'autres sources de protéines comme le bétail ou le poisson (**Sonaiya, 2007**).

La sécurité alimentaire repose sur la disponibilité, l'accès et l'utilisation adéquate des aliments **(OMS & Unicef, 2017)**. Dans ce contexte, l'aviculture joue un rôle déterminant en fournissant des produits riches en nutriments à un coût relativement bas **(Efremova, 2018)**. La viande de volaille et les œufs sont généralement plus abordables que d'autres sources de protéines animales, ce qui les rend accessibles aux populations à faibles revenus **(Bell & Weaver, 2012)**. De plus, l'élevage avicole requiert moins d'espace et de ressources que l'élevage bovin ou porcin, ce qui en fait une option particulièrement adaptée aux pays en développement tout en limitant son empreinte écologique **(Mottet & Tempio, 2017)**.

À l'échelle mondiale, le secteur avicole connaît une croissance rapide **(Bist et al., 2024)**. La production de viande de volaille a fortement augmenté, notamment en Asie, où des pays comme la Chine et l'Inde sont devenus des acteurs majeurs **(Farrell, 2013)**. Cette expansion est soutenue par l'urbanisation croissante et l'évolution des habitudes alimentaires, avec une demande accrue pour des aliments pratiques et nutritifs **(Alders et al., 2018)**.

Cependant, la consommation de produits avicoles varie selon les contextes socio-économiques et culturels **(Chatterjee et al., 2022)**. Si elle est élevée dans les pays développés, elle reste plus faible dans de nombreux pays en développement, bien qu'une tendance à la hausse soit observée en lien avec l'amélioration des conditions économiques et l'urbanisation **(Erdaw & Beyene, 2022)**.

En définitive, l'aviculture constitue à la fois une activité économique stratégique et un pilier fondamental de la sécurité alimentaire mondiale. L'amélioration de l'alimentation des poulettes, notamment par l'utilisation de ressources locales alternatives, peut contribuer à renforcer durablement la productivité avicole et l'accès aux protéines animales de qualité.

## **DEUXIEME PARTIE : EXPERIMENTATION**

## **CHAPITRE III. MATERIEL ET METHODES**

### **3.1 Présentation du milieu d'étude**

Notre étude a été menée à la ferme didactique de la faculté d'agronomie et de bio-ingénierie (FABI) de l'Université du Burundi, située à Zege, dans la commune et province de Gitega. Cette commune se trouve entièrement dans la région naturelle de Kirimiro, caractérisée par une altitude variante entre 1600 et 2000 mètres, une pluviométrie annuelle moyenne de 1130 mm, et une température moyenne annuelle de 20 °C, le tout sous un climat tropical tempéré par l'altitude (IGEBU, 2021).

### **3.2 Collecte et préparation de feuilles de patate douce**

La collecte des feuilles de patate douce (*Ipomoea batatas*) a été réalisée dans la région de Kirimiro. Les jeunes feuilles tendres ont été sélectionnées en raison de leur richesse nutritionnelle supérieure à celle des feuilles adultes, lesquelles présentent généralement un degré de lignification plus élevé. La récolte a été effectuée manuellement à l'aide de ciseaux afin de limiter les dommages mécaniques aux plants. Les feuilles collectées ont ensuite été placées dans des sacs en toile, permettant une bonne aération et réduisant le risque d'accumulation d'humidité durant le transport.

Le séchage des feuilles a été réalisé à l'ombre sous un hangar couvert et bien ventilé, protégeant les échantillons de l'exposition directe aux rayons solaires et aux intempéries. Les feuilles ont été étalées en couches minces sur des claies grillagées propres, placées à environ 1 mètre du sol afin de favoriser la circulation de l'air. Les côtés du hangar sont restés ouverts pour assurer une ventilation naturelle continue, permettant ainsi une réduction progressive de l'humidité tout en limitant les pertes de nutriments sensibles à la chaleur et à la lumière. Les feuilles ont été retournées régulièrement afin d'obtenir un séchage uniforme jusqu'à un taux d'humidité estimé entre 10 et 12 %. La durée de séchage a été de cinq jours. Une vérification préalable a été effectuée pour s'assurer que les feuilles étaient complètement sèches avant la transformation. Les feuilles séchées ont ensuite été broyées à l'aide d'un moulin traditionnel couramment utilisé pour la préparation des aliments composés. La farine obtenue a été conditionnée dans des sacs en toile propres et secs afin de prévenir toute reprise d'humidité et toute contamination, en attendant son incorporation dans les rations expérimentales.

### **3.3 Analyse chimique de la farine des feuilles de patate douce**

L'analyse de la composition chimique de la farine de feuilles de patate douce a été réalisée au Laboratoire d'Analyse des Sols et des Produits Agroalimentaires (LASPA) de l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU). Les paramètres analytiques déterminés comprenaient la teneur en humidité, les protéines brutes, les matières grasses, les cendres totales, les fibres brutes (cellulose), ainsi que les éléments minéraux calcium et phosphore.

#### **3.3.1 Matériel utilisé**

Les matériels utilisés pour la réalisation des analyses chimiques de la farine de feuilles de patate douce sont les suivants :

- Une balance analytique de précision pour la pesée exacte des échantillons et des réactifs ;
- Une étuve ventilée pour la détermination de la teneur en humidité par séchage des échantillons ;
- Un four à moufle pour l'incinération des échantillons lors de la détermination des cendres totales ;
- Un système de digestion acide (bloc digestif ou plaque chauffante) pour la minéralisation des échantillons en vue du dosage des minéraux et métaux lourds ;
- Un appareil de Kjeldahl pour la détermination de la teneur en protéines brutes ;
- Un extracteur de Soxhlet pour l'analyse des matières grasses ;
- Un appareil de dosage des fibres brutes pour la détermination de la cellulose ;
- Un spectrophotomètre d'absorption atomique pour le dosage du calcium et du phosphore ;
- Des verreries de laboratoire (béchers, fioles jaugées, éprouvettes graduées, entonnoirs) pour la préparation et la manipulation des solutions ;
- Des pipettes graduées et micropipettes pour le prélèvement précis des volumes nécessaires ;
- Un agitateur magnétique pour l'homogénéisation des solutions ;
- Un dessiccateur pour le refroidissement des échantillons après séchage ou incinération ;
- Une hotte aspirante pour assurer la sécurité lors de la manipulation des réactifs chimiques et des solutions acides.

**Préparation du matériel :** Avant les analyses, l'ensemble du matériel en verre a été soigneusement lavé, rincé à l'eau distillée puis séché. Les appareils ont été vérifiés, calibrés et mis en condition de fonctionnement conformément aux procédures du laboratoire. Les

échantillons ont été étiquetés et conservés dans des conditions appropriées afin d'éviter toute contamination ou altération avant les analyses.

### **3.3.2 Teneur en eau (humidité)**

La détermination de la teneur en eau de la farine de feuilles de patate douce a été réalisée selon la méthode de séchage à l'étuve, conformément à la norme AOAC 930.10, (AOAC, 2019). Cette méthode consiste à mesurer la variation de masse d'un échantillon avant et après séchage complet dans une étuve ventilée à température constante de  $105 \pm 2$  °C. La perte de masse observée correspond à l'eau évaporée.

Une étuve à air ventilé a été utilisée afin d'assurer un séchage homogène et complet des échantillons. Un dessiccateur a servi à refroidir les capsules après séchage, tout en évitant l'absorption d'humidité de l'air ambiant. Les pesées ont été effectuées à l'aide d'une balance analytique de précision. Des capsules en aluminium ont été utilisées comme récipients pour le séchage et le pesage des échantillons, tandis que des spatules et des pinces ont permis la manipulation sécurisée des capsules chaudes.

La procédure a débuté par la détermination de la tare des capsules vides. Ensuite, 10 g d'échantillon finement broyé ont été introduits dans chaque capsule. Les capsules contenant les échantillons ont été placées dans l'étuve réglée à 105 °C pendant quatre heures, puis retirées et refroidies dans un dessiccateur avant d'être pesées. L'opération de séchage et de pesée a été répétée jusqu'à l'obtention d'une masse constante, garantissant ainsi un séchage complet.

La teneur en humidité a été calculée selon la formule :

$$\text{Humidité (\%)} = (P_0 - P_1) / (P_0 - P) \times 100$$

Avec : P : masse de la capsule

P<sub>0</sub> : masse capsule + échantillon humide

P<sub>1</sub> : masse capsule + échantillon sec

### **3.3.3 Cendres totales**

La détermination des cendres totales de l'échantillon a été réalisée par la méthode d'incinération dans un four à moufle, conformément aux normes internationales ISO 2171 et AOAC 930.10, (AOAC, 2019). Cette méthode permet de quantifier la fraction minérale, correspondant aux résidus inorganiques obtenus après combustion complète de la matière organique.

L'échantillon a été préalablement homogénéisé et séché. La teneur en humidité a d'abord été déterminée afin d'exprimer les résultats sur base de la matière sèche. Une prise d'essai de 5 g a ensuite été pesée dans un creuset propre, sec et de masse connue. La masse initiale du creuset contenant l'échantillon a été notée. Le creuset a été introduit dans le four à moufle, puis la température a été augmentée progressivement jusqu'à 550 °C et maintenue pendant 3 heures, jusqu'à l'obtention de cendres de couleur blanc-gris uniforme, indiquant une combustion complète de la matière organique.

À la fin de l'incinération, le creuset a été retiré du four à l'aide d'une pince et immédiatement placé dans un dessiccateur afin de refroidir à température ambiante, tout en évitant l'absorption d'humidité de l'air. Après refroidissement, le creuset contenant les cendres résiduelles a été pesé de nouveau et la masse finale a été enregistrée.

La teneur en cendres totales a été calculée à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Cendres totales (\%)} = (P_2 - CV) / (P_1 - CV) \times 100$$

Avec :  $P_1$  : poids du creuset avant calcination (g)

$P_2$  : poids du creuset après calcination (g)

CV : poids du creuset vide (g)

### **3.3.4 Protéines brutes**

La teneur en protéines brutes de la farine de feuilles de patate douce a été déterminée selon la méthode Kjeldahl, une méthode de référence reposant sur la quantification de l'azote total et comprenant trois étapes principales : la digestion, la distillation et le titrage (AOAC, 2019).

Lors de la phase de digestion, l'azote organique contenu dans l'échantillon est transformé en ion ammonium par action de l'acide sulfurique concentré, en présence de catalyseurs appropriés. La digestion permet ainsi la minéralisation complète de la matière organique.

Au cours de la distillation, l'ion ammonium est converti en ammoniac par addition d'hydroxyde de sodium. L'ammoniac libéré est entraîné par la vapeur et recueilli dans une solution d'acide borique. La quantité d'ammoniac piégée est ensuite déterminée par titrage à l'aide d'une solution standard d'acide minéral. La teneur en azote total obtenue est convertie en protéines brutes en appliquant un facteur de conversion de 6,25, communément utilisé pour les matrices végétales.

L'analyse a été réalisée à l'aide d'un système Kjeldahl comprenant un bloc de digestion, un dispositif de distillation, des ballons adaptés et une burette pour le titrage. Les manipulations ont été effectuées sous hotte chimique afin de garantir la sécurité du personnel. Les principaux réactifs utilisés étaient l'acide sulfurique concentré pour la digestion, des catalyseurs, l'hydroxyde de sodium pour la libération de l'ammoniac, l'acide borique pour sa capture et une solution acide standard pour le titrage.

La teneur en protéines a été calculée selon la formule

$$\text{Protéines (\%)} = N \times 6,25$$

$$N = \text{teneur en azote total (\%)}$$

### **3.3.5 Matière grasse**

La teneur en matières grasses de la farine de feuilles de patate douce a été déterminée par la méthode d'extraction continue au Soxhlet, méthode de référence pour la quantification des lipides totaux dans les matrices végétales (AOAC, 2019).

L'extraction a été réalisée à l'aide d'un dispositif Soxhlet comprenant un ballon de 250 mL, une cartouche d'extraction, un réfrigérant à eau et un manteau chauffant. L'hexane a été utilisé comme solvant d'extraction en raison de sa forte affinité pour les lipides. Un échantillon de 10 g de farine a été placé dans une cartouche d'extraction, dont les extrémités ont été obturées à l'aide de coton afin d'éviter toute perte de particules solides.

Le montage a été porté à ébullition de manière à obtenir 6 à 8 cycles d'extraction par heure, pendant une durée comprise entre 4 et 6 heures, assurant ainsi une extraction complète des matières grasses. À l'issue de l'extraction, le solvant contenant les lipides a été récupéré et éliminé par distillation à l'aide d'un évaporateur rotatif. Le résidu lipidique obtenu a ensuite été séché dans une étuve à 105 °C pendant 6 heures, puis refroidi dans un dessiccateur afin d'éviter toute reprise d'humidité avant la pesée finale.

La teneur en matières grasses a été calculée selon la formule suivante :

$$\text{Matières grasses (\%)} = \frac{M_2 - M_1}{X} \times 100$$

Avec :

$M_1$  : masse du ballon vide (avant extraction) en grammes ;

$M_2$  : masse du ballon contenant les lipides extraits (après extraction) en grammes ;

X : masse de l'échantillon analysé en grammes.

### **3.3.6 Celluloses brutes**

Le dosage de la cellulose brute de la farine de feuilles de patate douce a été réalisé selon la méthode de Weende, qui repose sur une digestion successive de l'échantillon par un acide dilué puis par une base diluée. Cette méthode permet de solubiliser les glucides non structuraux, les protéines et une partie de l'hémicellulose, laissant un résidu constitué principalement de cellulose, de lignine et d'autres composés insolubles (AOAC, 2019).

Environ 1 g d'échantillon, préalablement séché et broyé à une granulométrie de 1 mm, a été introduit dans un creuset filtrant, puis soumis à une ébullition pendant 30 minutes avec 150 ml d'acide sulfurique dilué ( $H_2SO_4$ ). Après cette étape, l'échantillon a été rincé à trois reprises à l'eau distillée chaude afin d'éliminer les résidus acides.

Une digestion alcaline a ensuite été réalisée à l'aide d'une solution d'hydroxyde de potassium (KOH), suivie d'un nouveau rinçage à l'eau distillée chaude. Les creusets ont ensuite été lavés à l'acétone afin d'éliminer les résidus organiques, puis séchés dans une étuve à 105 °C pendant 12 heures. Après refroidissement dans un dessiccateur, les creusets ont été pesés afin de déterminer la masse du résidu. Ils ont ensuite été calcinés dans un four à moufle à 450 °C pendant 3 heures pour éliminer la matière organique résiduelle et déterminer la masse des cendres.

$$\text{Cellulose (\%)} = ((P_1 - P_2) / PE) \times 100$$

Avec

$P_1$  = Poids du creuset après chauffage à 105 °C (g)

$P_2$  = Poids du creuset après calcination à 450 °C (g)

PE = Prise d'essai (g)

### **3.3.7 Calcium**

La teneur en calcium de la farine de feuilles de patate douce a été déterminée conformément aux normes AOAC 930.10 (AOAC, 2019), selon une méthode combinant minéralisation de l'échantillon et spectrométrie d'absorption atomique (AAS). Cette approche permet de décomposer la matière organique et de libérer le calcium pour une mesure précise.

Pour ce faire, entre 0,5 et 1 g d'échantillon sec a été pesé avec précision et introduit dans un four à digestion. La minéralisation a été effectuée à l'aide d'acide nitrique ( $\text{HNO}_3$ ) et d'acide chlorhydrique ( $\text{HCl}$ ) concentrés, jusqu'à l'obtention d'une solution claire. Pour réduire les interférences lors de l'analyse, une solution de chlorure de lanthane a été ajoutée.

Après minéralisation, la solution obtenue a été diluée et filtrée dans des fioles jaugées afin d'assurer un volume précis pour l'analyse. La concentration en calcium a été ensuite mesurée par spectrométrie d'absorption atomique, basée sur l'absorption de lumière à une longueur d'onde spécifique correspondant au calcium.

La teneur en calcium dans la farine a été calculée en fonction de la concentration mesurée dans la solution, du volume final et de la masse initiale de l'échantillon, selon la formule suivante

$$\text{Calcium (\%)} = (\text{Concentration mesurée} \times \text{volume total après dilution} / \text{masse de l'échantillon}) \times 100$$

### **3.3.8 Phosphore**

La teneur en phosphore total de la farine de feuilles de patate douce a été déterminée selon une méthode combinant minéralisation par digestion acide et dosage colorimétrique à l'aide du réactif molybdoyanadique, conformément aux méthodes normalisées. Cette approche permet de transformer le phosphore organique en une forme minérale soluble, mesurable de manière précise (AOAC, 2019). Environ 0,5 g d'échantillon sec ont été pesés et introduits dans des ballons de digestion. La minéralisation a été réalisée à l'aide d'un mélange d'acide nitrique ( $\text{HNO}_3$ ) et d'acide perchlorique ( $\text{HClO}_4$ ) jusqu'à l'obtention d'une solution claire. Les solutions minéralisées ont ensuite été diluées dans des fioles jaugées pour obtenir un volume précis. La mesure du phosphore a été effectuée par spectrophotométrie UV-Visible, après ajout du réactif molybdoyanadique, qui développe une coloration spécifique proportionnelle à la concentration en phosphate. Les volumes nécessaires ont été prélevés avec précision à l'aide de pipettes graduées. La concentration en phosphore de l'échantillon a été calculée par comparaison de l'absorbance mesurée avec une courbe étalon préparée à partir de solutions standards de phosphate.

$$\text{Phosphore (\%)} = (\text{Concentration lue} \times \text{volume total} / \text{masse de l'échantillon}) \times 100$$

### **3.4 Dispositif expérimental et confection des mélanges**

L'expérimentation a été réalisée sur un total de 80 poussins âgés de trois semaines, acquis auprès de la coopérative de Mutoyi. Les animaux ont été répartis en quatre lots homogènes comprenant chacun 20 individus. Le premier lot, servant de témoin, a été alimenté avec un concentré habituellement destiné aux poulettes en croissance, confectionné à partir d'ingrédients couramment utilisés en aviculture, notamment le maïs, le son de blé, les tourteaux de coton et de tournesol, la farine de poisson, la poudre d'os, le calcaire, le sel et des compléments multivitaminés. Ce concentré ne contenait pas de farine de feuilles de patate douce.

Les formulations des différentes rations ont été réalisées à l'aide du logiciel Microsoft Excel dans le but de maintenir un équilibre nutritionnel entre les traitements malgré l'incorporation progressive de farine de feuilles de patate douce (FFPD). Ainsi, dans les lots 2, 3 et 4, l'augmentation des taux de FFPD à 5 %, 10 % et 15 % a été accompagnée d'une diminution progressive du soja, du tourteau de tournesol et du tourteau de coton, tandis que les proportions de certaines sources énergétiques, notamment le maïs, le son de blé et le son de riz, ont été ajustées pour compenser les modifications apportées à la formulation.

Cette approche a permis de maintenir des teneurs en protéines brutes relativement constantes entre les différents lots, variant de 15,49 % à 16,03 %, soit dans l'intervalle recommandé pour les poulets de chair. De même, les valeurs d'énergie métabolisable sont demeurées proches d'un traitement à l'autre, assurant des apports énergétiques comparables. Les teneurs en calcium et en phosphore disponible ont également été maintenues à des niveaux satisfaisants grâce à l'ajustement des quantités de calcaire et de poudre d'os. Par ailleurs, les teneurs en lysine ainsi qu'en méthionine et cystine sont restées proches des recommandations nutritionnelles, notamment grâce à l'utilisation de méthionine synthétique et à la complémentarité des différentes sources protéiques. L'incorporation croissante de la FFPD a toutefois entraîné une légère augmentation de la teneur en cellulose brute, passant de 5,15 % dans le lot témoin à 6,02 % dans le lot recevant 15 % de FFPD. Ainsi, les ajustements réalisés ont permis d'obtenir des rations globalement équilibrées et comparables sur le plan nutritionnel, tout en évaluant l'effet de différents niveaux d'incorporation de la FFPD. (Tableau 3).

Avant le début de l'expérimentation, le poulailler ainsi que tout le matériel d'élevage ont été soigneusement nettoyés et désinfectés afin de limiter tout risque de contamination. Les conditions environnementales, telles que la température, l'humidité et la ventilation, ont été

*Impact de l'incorporation des feuilles de patate douce dans l'alimentation sur les performances zootechniques des poulettes et la qualité sanitaire de la viande*

---

maintenues identiques pour tous les lots afin d'assurer la validité et la comparabilité des résultats. L'expérimentation s'est déroulée de juillet à octobre 2024. Chaque lot a reçu au départ 1200 g d'aliment par jour, soit 60 g par poussin, distribués en deux repas à 8 h 00 et 14 h 30, avec de l'eau disponible en permanence. La ration journalière a été progressivement augmentée avec l'âge des poussins : 1200 g par lot pour la première semaine, 1400 g par lot pour les deux semaines suivantes, 1500 g par lot pour la cinquième semaine, 1700 g par lot pour la sixième semaine, 1800g par lot pour la septième semaine, 1900g par lot pour la huitième semaine, 2000g par lot pour la neuvième semaine, 2200g par lot pour les semaines dix et onze, et 2400g par lot pour la douzième semaine. Chaque jour, les refus alimentaires ont été pesés et enregistrés afin de déterminer la consommation réelle des poulettes dans chaque lot. Les paramètres évalués comprenaient la consommation alimentaire, l'efficacité alimentaire, l'état de santé des animaux, le poids des poulettes ainsi que la qualité de la carcasse.

**Tableau 3.** Tableau composition centésimale des mélanges

| Composition centésimale et valeurs nutritionnelles des mélanges(kg) |                  |            |            |            |
|---------------------------------------------------------------------|------------------|------------|------------|------------|
| Ingrédients                                                         | LOT témoin en kg | LOT2 en kg | LOT3 en kg | LOT4 en kg |
| Maïs                                                                | 56               | 58         | 58         | 58         |
| Son de blé                                                          | 9                | 9          | 10         | 7,25       |
| Son de Riz                                                          | 7,50             | 4          | 0          | 0          |
| FFPD                                                                | 0                | 5          | 10         | 15         |
| Tourteau de tournesol                                               | 10               | 9          | 8          | 6          |
| Tourteau de coton                                                   | 5                | 3,18       | 3          | 3,50       |
| Farine de poisson                                                   | 4,50             | 4,50       | 4,50       | 4,50       |
| Soja                                                                | 4                | 3,50       | 3          | 2,50       |
| Sel                                                                 | 0,40             | 0,30       | 0,30       | 0,30       |
| Poudre d'os                                                         | 2                | 2          | 2          | 2          |
| Calcaire                                                            | 1,10             | 1          | 0,65       | 0,45       |
| Premix                                                              | 0,25             | 0,25       | 0,30       | 0,25       |
| Méthionine synthétique                                              | 0,25             | 0,27       | 0,25       | 0,25       |
| Apport recommandé                                                   | 100              | 100        | 100        | 100        |
|                                                                     | 100              | 100        | 100        | 100        |

**FFPD : Farine de feuilles de patate douce**

| Valeur nutritionnelle des mélanges |         |         |         |         | Normes    |
|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| Protéines en %                     | 16,02   | 15,56   | 15,67   | 15,49   | 15-16     |
| Energie métabolisable en Kcal      | 2762,42 | 2772,63 | 2754,65 | 2737,79 | 2600-2700 |
| Calcium en g                       | 1,19    | 1,20    | 1,12    | 1,09    | 0,90-1,20 |

|                           |      |      |      |      |           |
|---------------------------|------|------|------|------|-----------|
| Phosphore disponible en g | 0,47 | 0,47 | 0,48 | 1,48 | 0,40-0,45 |
| Cellulose en g            | 5,15 | 5,30 | 5,63 | 6,01 | 5         |
| Lysine en g               | 0,66 | 0,62 | 0,60 | 0,57 | 0,54-0,65 |
| Méthionine+ Cystine en g  | 0,54 | 0,55 | 0,53 | 0,53 | 0,55      |

### 3.5 Suivi des performances de croissance

Pour évaluer l'impact de l'incorporation de la farine de feuilles de patate douce sur les performances de croissance des poulettes, chaque individu a été pesé une fois par semaine à l'aide d'une balance électronique de précision (0,1 g). Les paramètres de croissance évalués comprenaient le poids vif moyen (PVM), le gain moyen quotidien (GMQ) et l'ingestion alimentaire.

- **Le poids vif moyen (PVM)** d'un lot a été calculé comme la moyenne des poids des individus du lot à chaque pesée :

**PVM** = Somme des poids des individus d'un même lot / effectif du lot

- **Le gain moyen quotidien (GMQ)** a été déterminé à partir des variations de poids entre deux pesées successives selon la formule :

**GMQ(g/j)** = (Poids<sub>final</sub> – Poids<sub>initial</sub>) / N jour

- **L'ingestion alimentaire (IA)** moyenne a été évaluée en enregistrant quotidiennement la quantité d'aliment distribuée et la quantité restante non consommée pour chaque lot, permettant de calculer la consommation moyenne par individu.

**IA** = Quantité d'aliment distribuée (g) – quantité d'aliment non consommée (g) / durée x nombre de sujet.

À la fin de l'expérimentation, qui s'est étalée sur 120 jours, trois poules par lot ont été abattues afin de déterminer le rendement en carcasse ainsi que la proportion des muscles de la poitrine, des cuisses et des ailes par rapport à la masse totale de la carcasse.

### 3.6 Evaluation de la qualité sanitaire de la viande produite

La qualité sanitaire de la viande issue des poulettes a été évaluée à travers des analyses microbiologiques et chimiques, afin d'apprécier son innocuité et sa conformité aux exigences sanitaires en vigueur.

### **3.6.1 Analyse microbiologique**

L'analyse microbiologique a été réalisée afin d'évaluer la présence et la charge microbienne de la viande produite. Elle a porté sur la détermination de la Flore Aérobie Mésophile Totale (FAMT), d'*Escherichia coli*, des streptocoques fécaux ainsi que de *Salmonella* spp. Le protocole adopté repose sur des méthodes de culture sur milieux sélectifs normalisés. Les analyses ont consisté en la recherche et le dénombrement de ces micro-organismes dans des échantillons de viande prélevés au niveau des différents lots expérimentaux (lots 1, 2, 3 et 4).

#### **3.6.1.1 Matériel utilisé**

Les analyses microbiologiques ont été réalisées à l'aide d'un ensemble de matériels permettant d'assurer des conditions de travail aseptiques et une précision analytique adéquate :

- Paillasse stérile utilisée comme surface de travail afin de garantir des conditions aseptiques lors des manipulations ;
- Bec Bunsen permettant la création d'une zone de sécurité microbiologique pendant les opérations de prélèvement et d'ensemencement ;
- Tubes à essai stériles et fioles jaugées destinés au prélèvement, à la dilution et au conditionnement des échantillons et des solutions ;
- Pipettes graduées et micropipettes utilisées pour le prélèvement précis des volumes nécessaires aux analyses ;
- Balance analytique servant à la pesée exacte des échantillons et des réactifs ;
- Boîtes de Pétri stériles employées pour la mise en culture des micro-organismes ;
- Autoclave utilisé pour la stérilisation des milieux de culture et du matériel ;
- Incubateurs à température contrôlée permettant l'incubation des échantillons selon les exigences des micro-organismes recherchés ;
- Bain-marie ou plaque chauffante utilisés pour le chauffage contrôlé de certains milieux de culture ;
- Agitateurs ou mélangeurs destinés à l'homogénéisation des solutions et des milieux ;
- Hotte aspirante assurant un environnement de travail protégé contre les contaminations

#### **3.6.1.2 Préparation des milieux de culture**

**L'eau peptonée** utilisée comme diluant a été préparée conformément aux recommandations de la norme ISO 6887-1 relatives à la préparation des suspensions mères et des dilutions décimales pour les analyses microbiologiques des aliments (ISO, 2017).

Elle a été préparée en dissolvant 15g de peptone dans 1000ml d'eau distillée. Pour faciliter la dissolution, le mélange a été légèrement chauffé. Ensuite, 5g de chlorure de sodium ont été ajoutés pour stabiliser le milieu, et le pH a été ajusté à  $7,2 \pm 0,2$  à 25 °C, une fois la dissolution complète, l'eau peptonée a été répartie dans des tubes ou fioles appropriées et stérilisées à l'autoclave à 121 °C sous une pression de 1,5 bars pendant 15 minutes. Ce milieu stérile a ensuite servi pour toutes les dilutions nécessaires à l'analyse microbiologique.

**Le milieu Plate Count Agar (PCA)**, destiné au dénombrement de la flore aérobie mésophile totale, a été préparé selon la méthode décrite par la norme ISO 4833-1, **(ISO 4833-1, 2013)**. 23,5g de PCA dans 1000 ml d'eau distillée. La solution a été portée à ébullition pour assurer une dissolution complète, puis stérilisée en autoclave à 121 °C et 1,5 bars pendant 15 minutes. Après stérilisation, le milieu a été refroidi à 45 – 50 °C, homogénéisé et distribué dans des boîtes de pétri stériles avec l'inoculum. Sa composition incluait de la tryptone (5 g/l), de l'extrait de levures (2,5 g/l), du glucose (1g/l) et de l'agar (15 g/l) avec un pH final ajusté à  $7,0 \pm 0,2$  à 25 °C.

**Le milieu Salmonella-Shigella Agar (SSA)** utilisé pour l'isolement de Salmonella spp. a été préparé conformément aux procédures décrites dans le Bacteriological Analytical Manual (BAM) de la Food and Drug Administration **(Andrews et al., 2021)**. 63,02 g de milieu sec dans 1000 ml d'eau distillée. La solution a été portée à ébullition tout en agitant régulièrement pour garantir une dissolution complète. Contrairement au Chapman Stone Agar, cette solution n'a pas été autoclavée afin de préserver sa sélectivité, car une surchauffe pourrait altérer ses propriétés. Après chauffage, la solution a été refroidie à une température entre 45 et 50 °C, homogénéisée et répartie dans des boîtes de Pétri stériles prête à recevoir l'inoculum.

**Le milieu MacConkey Agar (MCA)**, utilisé pour la détection et le dénombrement d'Escherichia coli, a été préparé conformément aux recommandations de la norme ISO 16649-2 **(ISO, 2001)**. Sa préparation consistait à dissoudre 49,53 g de milieu sec dans 1000ml d'eau distillée. La suspension a été portée à ébullition pendant une minute tout en agitant constamment pour assurer une dissolution complète. Le milieu a ensuite été autoclavé à 121°C sous une pression de 1,5 bars pendant 15 minutes pour garantir une stérilisation efficace sans surchauffe. Après refroidissement à 45 – 50 °C, la solution a été homogénéisée et distribuée dans des boîtes de Petri stériles prêtes à recevoir l'inoculum.

Enfin, **Le milieu Chapman Stone Agar (CSA)**, destiné au dénombrement de Staphylococcus aureus, a été préparé conformément à la norme ISO 6888-1 relative au dénombrement des

staphylocoques à coagulase positive (**ISO, 2021**). Pour sa préparation, 25g de milieu ont été dissous dans 1000 ml d'eau distillée et chauffée jusqu'à ébullition pour assurer une dissolution complète. La solution a ensuite été stérilisée en autoclave à 121°C sous une pression de 1,5 bars pendant 10 minutes. Après stérilisation, le milieu a été refroidi à 45 – 50 °C, homogénéisé et distribué dans des boîtes de Pétri stériles contenant l'inoculum. Pour le dénombrement, 20 ml de CSA ont été versés dans chaque boîte contenant 1 ml d'inoculum, et les boîtes ont été incubées après que le milieu s'est solidifié.

### **3.6.1.3 Préparation de l'inoculum**

Les dilutions décimales successives ont été réalisées conformément à la norme ISO 6887-1 (**ISO, 2017**) relative à la préparation des échantillons, des suspensions mères et des dilutions décimales pour les analyses microbiologiques.

Dans le cadre de l'analyse microbiologique, des dilutions décimales successives ont été mises en œuvre pour diminuer graduellement la concentration des microorganismes, facilitant ainsi leur dénombrement. Étant donné que l'échantillon était sous forme liquide, 1 ml a été prélevé de manière aseptique et incorporé à 9 ml d'eau peptonée stérile, créant ainsi une dilution de  $10^{-1}$ .

À partir de cette première dilution, 1 ml a été transféré dans un tube stérile contenant également 9 ml de diluant, produisant la dilution  $10^{-2}$ . Ce processus a été répété de manière itérative jusqu'à atteindre la dilution requise, généralement jusqu'à  $10^{-4}$ , selon le type de microorganisme analysé, tels que *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* et *Escherichia coli*. Chaque dilution a été soigneusement mélangée afin d'assurer une distribution homogène des microorganismes. Les solutions préparées ont ensuite été utilisées pour ensemercer les milieux de culture adéquats dans des boîtes de Pétri.

**Tableau 4.** Les dilutions décimales

| Étape               | Volume prélevé    | Diluant ajouté              | Volume final | Dilution obtenue |
|---------------------|-------------------|-----------------------------|--------------|------------------|
| Échantillon initial | 1 ml              | 9 ml d'eau peptonée stérile | 10 ml        | $10^{-1}$        |
| Dilution 1          | 1 ml de $10^{-1}$ | 9 ml d'eau peptonée stérile | 10 ml        | $10^{-2}$        |
| Dilution 2          | 1 ml de $10^{-2}$ | 9 ml d'eau peptonée stérile | 10 ml        | $10^{-3}$        |
| Dilution 3          | 1 ml de $10^{-3}$ | 9 ml d'eau peptonée stérile | 10 ml        | $10^{-4}$        |
| Dilution 4          | 1 ml de $10^{-4}$ | 9 ml d'eau peptonée stérile | 10 ml        | $10^{-5}$        |

#### 3.6.1.4 Ensemencement

Les opérations d'ensemencement ont été effectuées selon les procédures décrites dans les normes ISO 4833-1 pour la flore aérobie mésophile totale, ISO 16649-2 pour *Escherichia coli* et ISO 6888-1 pour *Staphylococcus aureus* (ISO, 2021; ISO 16654, 2001; ISO 4833-1, 2013)

Avant le processus d'ensemencement, des mesures aseptiques rigoureuses ont été mises en place, incluant l'utilisation d'un bec Bunsen pour minimiser tout risque de contamination. Pour chaque dilution allant de  $10^{-1}$  à  $10^{-4}$ , 1 ml de la solution a été prélevé à l'aide d'une pipette stérile et déposé dans une boîte de Pétri stérile. Par la suite, entre 10 et 12 ml du milieu de culture approprié ont été ajoutés à l'inoculum, suivi d'un mélange délicat pour garantir une répartition uniforme sur la surface de la boîte. Après que le milieu ait solidifié, les boîtes ont été placées en incubation selon les conditions spécifiques requises par chaque microorganisme.

#### 3.6.1.5 Incubation

Les conditions d'incubation ont été établies conformément aux exigences des normes ISO 4833-1 (ISO, 2013) (flore aérobie mésophile totale), ISO 6888-1 (ISO, 2021) (*Staphylococcus aureus*), ISO 16649-2 (ISO, 2001) (*Escherichia coli*) et ISO 6579-1 (ISO, 2017) (*Salmonella* spp.).

Une fois les milieux de culture refroidis, les boîtes de Petri, soigneusement identifiées pour assurer une reconnaissance fiable lors du comptage, ont été incubées à l'envers pour prévenir la condensation d'eau sur le milieu. Les paramètres de température et la durée d'incubation ont été minutieusement adaptés aux exigences spécifiques de chaque microorganisme étudié, comme le montre le tableau qui présente pour chaque germe le type de milieu utilisé, la température optimale ainsi que la durée d'incubation nécessaire.

**Tableau 5.** Analyse microbiologique de la viande

| Microorganismes recherchés     | Milieu de culture utilisé | Température /durée d'incubation | Type d'ensemencement         | Limite réglementaire de EU                 |
|--------------------------------|---------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|
| <i>S. aureus</i>               | Chapman Stone Agar (CSA)  | 37 °C / 24h à 48 h              | En surface sur Chapman Stone | ≤103 dans 1ml                              |
| Flore aérobie mésophile totale | Plate Count Agar          | 30 °C / 3 à 5 jours             | En surface                   | ≤ 104 UFC/ml                               |
| <i>Escherichia coli</i>        | MacConkey Agar (MCA)      | 44 °C /24 à 48 h                | En surface sur MacConkey     | Absence dans 1 ml En surface sur MacConkey |

|                 |                                |                    |                                         |                    |
|-----------------|--------------------------------|--------------------|-----------------------------------------|--------------------|
| Salmonella spp. | Salmonella Shigella Agar (SSA) | 37 °C / 24h à 48 h | Ensemencement en surface sur gélose SSA | Absence dans 25 ml |
|-----------------|--------------------------------|--------------------|-----------------------------------------|--------------------|

### 3.6.1.6 Dénombrement microbien

Le calcul des unités formant colonies (UFC) a été réalisé conformément à la norme ISO 7218 (ISO, 2007) qui décrit les règles générales pour les examens microbiologiques des aliments destinés à la consommation humaine et animale.

Après la phase d'incubation, les colonies formées ont été minutieusement comptées à l'aide d'un compteur de colonies, en appliquant une approche méthodologique spécifique à chaque type de microorganisme. Pour la recherche de Salmonella, un enrichissement suivi d'un ensemencement sur un milieu sélectif a été effectué, complété par des confirmations biochimiques. En ce qui concerne Staphylococcus aureus, le dénombrement a été effectué sur gélose Chapman Stone Agar (CSA), également avec des confirmations biochimiques, tandis que la flore aérobie mésophile totale a été évaluée sur gélose PCA.

La concentration microbienne a été déterminée par un calcul précis : le nombre d'unités format colonies (UFC) observées a été multiplié par le facteur de dilution approprié, et les résultats ont été exprimés en UFC/ml. Pour formaliser cette démarche, les résultats obtenus lors de l'analyse et du dénombrement des germes microbiens seront traduits par la formule suivante :

$$N = \sum a / (V (n_1 + 0,1n_2) \cdot d)$$

Dans cette équation :

- N représente le nombre total de germes exprimé en UFC/ml.
- $\sum a$  désigné la somme des UFC comptées sur toutes les boîtes sélectionnées parmi deux dilutions successives, dont au moins un doit contenir un minimum de 15 UFC.
- V correspond au volume d'inoculum, mesuré en millilitres, appliqué à chaque boîte.
- $n_1$  est le nombre de boîtes retenues à la première dilution, tandis que  $n_2$  indique le nombre de boîtes conservées à la seconde dilution.
- d représente le facteur de dilution, qui correspond à la première dilution choisie (où d=1 dans le cas d'un échantillon directement ensemencé).

### **3.6.2 Analyse chimique de la viande**

L'évaluation chimique de la viande a porté sur la détermination des métaux lourds, notamment le plomb (Pb) et le cadmium (Cd), afin d'apprécier la qualité et la sécurité sanitaire des viandes issues des différents régimes alimentaires expérimentaux. Les analyses ont été réalisées conformément à la méthode normalisée AOAC 999.11 (AOAC, 2019).

La procédure analytique a débuté par le pesage de 5 g d'échantillon de viande à l'aide d'une balance analytique. L'échantillon a ensuite été placé dans un creuset en porcelaine préalablement identifié, puis soumis à un préchauffage sur une plaque chauffante avec bain de sable, afin d'éliminer les composés volatils et de faciliter la calcination. Les creusets ont par la suite été introduits dans un four à moufle, où les échantillons ont été incinérés à 550 °C pendant 3 heures, jusqu'à l'obtention de cendres blanches ou gris clair. Après refroidissement à température ambiante dans un dessiccateur, les cendres ont été reprises sous hotte pour la phase de solubilisation.

Les cendres ont été humidifiées avec 10 ml d'acide chlorhydrique (HCl) à 1 N, puis chauffées légèrement sur plaque pendant 10 minutes. Ensuite, 10 ml d'HCl à 0,05 N ont été ajoutés, et le chauffage a été poursuivi avant de laisser la solution refroidir à l'air libre. La solution obtenue a été filtrée à l'aide d'un papier filtre whatman dans une fiole jaugée de 50 ml. Le creuset et le filtre ont été rincés soigneusement avec de l'HCl à 0,05 N afin d'assurer une récupération complète des éléments minéraux. La fiole a ensuite été ajustée au trait de jauge avec le même acide.

Un dixième du filtrat a été prélevé et transféré dans une fiole jaugée de 100 ml, à laquelle le chlorure de lanthane ( $\text{LaCl}_3$ ) a été ajouté afin de minimiser les interférences lors de la lecture. La fiole a ensuite été complétée au volume avec de l'HCl.

Parallèlement, des solutions étalons ont été préparées à partir de solutions standards de plomb et de cadmium à 1000 ppm. Une solution intermédiaire de 100 ppm a été obtenue par dilution appropriée dans une fiole jaugée de 100 ml avec de l'acide chlorhydrique. Pour le plomb, des volumes de 0 ; 2 ; 5 ; 10 ; 15 et 20 ml ont été prélevés, tandis que pour le cadmium, les volumes utilisés étaient de 0 ; 0,2 ; 0,5 ; 1 et 2 ml. Chaque volume a été transféré dans des fioles jaugées de 50 ml, auxquelles 10 ml de  $\text{LaCl}_3$  à 10 % ont été ajoutés, avant complément au volume avec de l'HCl.

La détermination des concentrations en plomb et en cadmium a été effectuée à l'aide d'un spectromètre d'absorption atomique à flamme, fonctionnant avec un mélange air/acétylène, générant une flamme d'environ 2500 °C. Les concentrations finales des éléments analysés ont été calculées à partir des courbes d'étalonnage correspondantes selon la formule suivante :

$$[\text{Minéral}] \text{ (mg/kg)} = (X - Y) \times V \times D / P$$

Où :

**[Minéral]** représente la concentration mesurée du Pb ou Cd ;

**X** désigne la concentration mesurée du Pb ou Cd en mg/l ;

**Y** est la concentration mesurée du blanc en mg/l ;

**V** correspond au volume total de l'échantillon en ml ;

**D** indique le facteur de dilution appliqué ;

**P** représente le poids de l'échantillon analysé en grammes.

### **3.7 Rendement économique**

L'évaluation économique des rations expérimentales a été réalisée à partir de l'indice de consommation alimentaire (IC) tel que recommandé dans les travaux de **Leeson & Summers, (2005)** ainsi que dans le manuel de production avicole de **North et Bell, (1990)**. Le coût alimentaire par kilogramme de gain de poids a été calculé selon la formule :

. Ensuite, le coût alimentaire par kilogramme de gain a été calculé en multipliant l'IC par prix d'un kilogramme d'aliment distribué. Ce paramètre a permis d'estimer l'efficacité économique de la ration testée. Plus la valeur obtenue est faible, plus l'aliment est considéré comme économiquement rentable.

$$\text{Coût /kg produit} = \text{IC} \times \text{le coût de l'aliment au kg}$$

### **3.8 Traitement et analyse statistique des données**

Les données ont été analysées à l'aide du logiciel SPSS 25.0. L'effet des traitements a été examiné par une analyse de variance à un facteur (ANOVA) avec un seuil de signification de  $p < 0,05$ . En cas de différences significatives, les comparaisons multiples entre les moyennes ont été réalisées selon le test de Duncan.

## CHAPITRE IV. PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

### 4.1 Composition chimique de la farine de feuilles de patates douce

Les résultats obtenus sur la composition chimique de la farine de feuilles de patate douce sont présentés dans le tableau 5.

**Tableau 6.** Composition chimique et valeur nutritionnelle de la farine des feuilles de patate douce

| Nutriments                    | Proportions      |
|-------------------------------|------------------|
| Humidité (%)                  | 10,00 $\pm$ 0,20 |
| Cendres brutes (%)            | 15,60 $\pm$ 0,30 |
| Protéines Brutes (%)          | 25,10 $\pm$ 0,30 |
| Matières grasses (%)          | 3,00 $\pm$ 0,10  |
| Celluloses brutes en %        | 16,30 $\pm$ 1,10 |
| Calcium en %                  | 1,30 $\pm$ 0,10  |
| Phosphores en %               | 0,30 $\pm$ 0,10  |
| Energie métabolisable en Kcal | 1010 $\pm$ 8,50  |

Les résultats montrent que la farine de feuille de patate douce présente des caractéristiques nutritionnelles intéressantes pour l'alimentation des poules. Sa teneur en protéines brutes est de 25,1  $\pm$  0,3, ce qui est comparable à celle de la farine de feuille de moringa (**Moringa oleifera**), qui est souvent utilisée comme complément protéique dans l'alimentation animale. **Wu Di et al., (2013)** ont rapporté que la farine de feuille de moringa peut contenir entre 23% et 30,3% de protéines brutes ce qui souligne le potentiel nutritif élevé des feuilles de patate douce.

En ce qui concerne les minéraux, les résultats montrent que la farine de feuille de patate douce contient 1,3  $\pm$  0,1 % de calcium et 0,3  $\pm$  0,01 % de phosphore. Bien que ces valeurs soient intéressantes, elles sont inférieures à celles rapportées pour d'autres sources végétales. Par exemple, **Moyo et al., (2011)** ont montré que la farine de feuilles de moringa contient entre 1, 5 et 3,6 % de calcium, ce qui en fait une option plus riche en calcium pour l'alimentation des volailles. L'énergie métabolisable estimée à 1010  $\pm$  8,5 kcal/kg est modeste. D'autres études sur les farines de feuilles, comme celles de chou frise ou d'autres légumes-feuilles, ont rapporté des valeurs de l'énergie métabolisable allant jusqu'à 1300 kcal/kg (**Mustafa & Baurhoo, 2017**). Cela indique que, bien que la farine de feuille de patate douce puisse enrichir les rations alimentaires, elle ne peut pas entièrement satisfaire les besoins énergétiques des poules si utilisé en grande proportion. La présence de cellulose brute mesurée à 16,3  $\pm$  1,1 % souligne également

l'importance d'un équilibre entre les fibres et la digestibilité des nutriments essentiels. Des recherches récentes ont montré que des niveaux élevés de cellulose peuvent réduire l'absorption des nutriments (Koçer et al., 2021). De même, **Jha & Mishra, (2021)** ont observé que la consommation alimentaire chez les poussins de 18 jours diminuait lorsque la proportion de fibres alimentaires dans l'alimentation passait de 2,3 % à 9,2 % et qu'une augmentation de la proportion de fibres de 2,5 % à 7,5 % réduisait linéairement le gain de poids quotidien moyen du 1<sup>er</sup> au 12<sup>e</sup> jour. Cependant, la farine de feuille de patate douce peut enrichir les rations alimentaires avicoles, mais elle doit être intégrée judicieusement pour optimiser les bénéfices nutritionnels tout en tenant compte des besoins globaux des volailles.

## 4.2 Effet de la farine de feuille de patate douce sur les paramètres de croissance, rendement en carcasse et caractéristiques des organes

### 4.2.1 Poids vif

Les résultats des poids vifs moyens obtenus tout au long de la phase expérimentale sont présentés dans le tableau 7.

**Tableau 7.** Poids vif (en g) selon le traitement alimentaire pour chaque semaine

| Age        | Traitements alimentaires |              |         |               |               |         |               |               |         |
|------------|--------------------------|--------------|---------|---------------|---------------|---------|---------------|---------------|---------|
|            | Lot 4                    | Lot 1        | p-value | Lot 3         | Lot 1         | p-value | Lot 2         | Lot 1         | p-value |
| S1         | 827,40 ± 5,50            | 831 ± 9,50   | 0,74    | 845,10 ± 2,80 | 831 ± 9,53    | 0,23    | 827,80 ± 7    | 831 ± 9,50    | 0,81    |
| S2         | 948,50 ± 5,70            | 1015,40 ± 44 | 0,21    | 974,10 ± 5    | 1015,40 ± 44  | 0,40    | 1005,60 ± 6   | 1015,40 ± 44  | 0,84    |
| S3         | 1026 ± 16,10             | 1118,70 ± 17 | 0,01    | 1088 ± 50,20  | 1118,70 ± 17  | 0,59    | 1096,50 ± 27  | 1118,70 ± 17  | 0,53    |
| S4         | 1105 ± 30,70             | 1239,70 ± 44 | 0,09    | 1156,40 ± 18  | 1239,70 ± 44  | 0,16    | 1208 ± 13     | 1239,70 ± 44  | 0,53    |
| S5         | 1188 ± 47,80             | 1354,30 ± 69 | 0,12    | 1260 ± 5      | 1354,30 ± 69  | 0,24    | 1302,50 ± 11  | 1354,30 ± 69  | 0,50    |
| S6         | 1275 ± 41,90             | 1472,50 ± 28 | 0,01    | 1347,50 ± 18  | 1472,50 ± 28  | 0,02    | 1390,80 ± 5   | 1472,50 ± 28  | 0,50    |
| S7         | 1371 ± 16                | 1567,50 ± 27 | 0,00    | 1441,65 ± 4   | 1567,50 ± 27  | 0,01    | 1484,50 ± 26  | 1567,50 ± 27  | 0,09    |
| S8         | 1518 ± 23,10             | 1682,50 ± 16 | 0,00    | 1588,50 ± 1   | 1682,50 ± 16  | 0,00    | 1656,30 ± 23  | 1682,50 ± 16  | 0,41    |
| S9         | 1640 ± 23                | 1832,50 ± 29 | 0,00    | 1709 ± 14     | 1832,50 ± 29  | 0,02    | 1779,90 ± 10  | 1832,50 ± 29  | 0,17    |
| S10        | 1760 ± 5,70              | 1967,50 ± 33 | 0,00    | 1827 ± 14     | 1967,50 ± 33  | 0,01    | 1899,70 ± 28  | 1967,50 ± 33  | 0,19    |
| S11        | 2020 ± 15,10             | 2243,50 ± 77 | 0,35    | 1970,10 ± 20  | 2243,50 ± 77  | 0,17    | 2015,50 ± 20  | 2243,50 ± 77  | 0,34    |
| S12        | 2130 ± 34,80             | 2362,50 ± 34 | 0,08    | 2108,10 ± 36  | 2362,50 ± 34  | 0,54    | 2362,50 ± 47  | 2362,50 ± 34  | 0,23    |
| PVM Global | 1400,90 ± 39             | 1535,60 ± 10 | 0,03    | 1442,90 ± 32  | 1535,60 ± 10  | 0,05    | 1485 ± 41,70  | 1535,60 ± 10  | 0,31    |
| Age        | Traitements alimentaires |              |         |               |               |         |               |               |         |
|            | Lot 4                    | Lot 2        | p-value | Lot 4         | Lot 3         | p-value | Lot 3         | Lot 2         | p-value |
| S1         | 827,40 ± 5,50            | 827,85 ± 7   | 0,96    | 827,40 ± 5,50 | 845,00 ± 2,80 | 0,04    | 845,00 ± 2,80 | 827,80 ± 7,70 | 0,10    |
| S2         | 948,50 ± 5,70            | 1005,60 ± 6  | 0,00    | 948,50 ± 5,70 | 974,00 ± 5,40 | 0,03    | 974,00 ± 5,40 | 1005,60 ± 6   | 0,01    |
| S3         | 1026,50 ± 16             | 1096,60 ± 27 | 0,94    | 1026,50 ± 16  | 1088 ± 50,20  | 0,30    | 1088 ± 50,20  | 1096,60 ± 27  | 0,88    |
| S4         | 1104,90 ± 30             | 1208 ± 13    | 0,07    | 1104,50 ± 30  | 1156,40 ± 18  | 0,32    | 1156,40 ± 18  | 1208,00 ± 13  | 0,08    |
| S5         | 1188,20 ± 47             | 1302,50 ± 11 | 0,81    | 1188,20 ± 47  | 1260 ± 5      | 0,21    | 1260 ± 5      | 1302,50 ± 11  | 0,02    |
| S6         | 1275,00 ± 41             | 1390,80 ± 5  | 0,05    | 1275,50 ± 41  | 1347,50 ± 18  | 0,18    | 1347,50 ± 18  | 1390,80 ± 5   | 0,08    |
| S7         | 1371,50 ± 16             | 1484,20 ± 26 | 0,02    | 1371,50 ± 16  | 1441,60 ± 4   | 0,01    | 1441,60 ± 4   | 1484,20 ± 26  | 0,18    |
| S8         | 1518,50 ± 23             | 1656,30 ± 23 | 0,01    | 1518,50 ± 23  | 1588,50 ± 1   | 0,03    | 1588,50 ± 1   | 1656,30 ± 23  | 0,04    |
| S9         | 1640 ± 23                | 1779,90 ± 10 | 0,00    | 1640 ± 23     | 1709 ± 14,20  | 0,06    | 1709 ± 14,20  | 1779,90 ± 10  | 0,01    |
| S10        | 1760 ± 5,70              | 1899,70 ± 2  | 0,00    | 1760 ± 5,70   | 1827 ± 14,50  | 0,01    | 1827 ± 14,50  | 1899,70 ± 28  | 0,08    |
| S11        | 2020,50 ± 15             | 2015,50 ± 20 | 0,85    | 2020,50 ± 15  | 1970,10 ± 20  | 0,12    | 1970,10 ± 20  | 2015,50 ± 20  | 0,19    |
| S12        | 2130,50 ± 34             | 2362,50 ± 47 | 0,61    | 2130,50 ± 34  | 2108,00 ± 36  | 0,67    | 2108,00 ± 36  | 2362,50 ± 47  | 0,41    |

*Impact de l'incorporation des feuilles de patate douce dans l'alimentation sur les performances zootechniques des poulettes et la qualité sanitaire de la viande*

|               |              |           |      |              |              |      |              |              |      |
|---------------|--------------|-----------|------|--------------|--------------|------|--------------|--------------|------|
| PVM<br>Global | 1400,90 ± 39 | 1485 ± 41 | 0,21 | 1400,30 ± 39 | 1442,90 ± 32 | 0,46 | 1442,90 ± 32 | 1485 ± 41,70 | 0,46 |
|---------------|--------------|-----------|------|--------------|--------------|------|--------------|--------------|------|

L'analyse des comparaisons paires montre que, durant les premières semaines (S1 à S4), aucune différence significative n'est observée entre les lots ( $p > 0,05$ ), traduisant une homogénéité initiale des sujets et une adaptation similaire aux régimes alimentaires. Toutefois, dès la semaine 3, une diminution significative du poids vif apparaît pour le lot 4 (15 %) comparé au lot témoin ( $p = 0,018$ ), indiquant un effet précoce du niveau élevé d'incorporation.

À partir de la semaine 6, les différences deviennent plus marquées. Le lot témoin présente des poids significativement plus élevés que les lots 4 et 3 ( $p < 0,05$ ), notamment aux semaines 6, 7, 8, 9 et 10. De plus, les comparaisons entre lots expérimentaux révèlent que le lot 4 est souvent significativement inférieur aux lots 2 et 3 ( $p < 0,05$ ), confirmant un effet négatif du taux d'incorporation élevé (15 %). En revanche, les différences entre le lot 2 (5 %) et le lot témoin restent globalement non significatives ( $p > 0,05$ ), suggérant une bonne tolérance à ce niveau d'incorporation.

En fin d'expérimentation (S11 à S12), bien que certaines différences persistent, elles deviennent moins régulières, avec une atténuation des écarts statistiques entre les lots. Néanmoins, une tendance générale se dégage : le poids vif moyen diminue progressivement avec l'augmentation du taux de farine de feuilles de patate douce, suivant l'ordre Lot 1 > Lot 2 > Lot 3 > Lot 4. Ces résultats indiquent que des niveaux élevés d'incorporation ( $\geq 10$  %) peuvent affecter négativement la croissance des poulettes, tandis que des niveaux modérés (5 %) n'altèrent pas significativement les performances.

Ces observations concordent avec celles de **Mustafa & Baurhoo, (2017)**, qui ont montré que l'incorporation de farines de feuilles au-delà de 5 % peut réduire la croissance en raison de la présence de facteurs antinutritionnels. De même, **Pliego et al., (2022)** ont rapporté une diminution de la digestibilité des nutriments avec des niveaux élevés de matières végétales fibreuses. Par ailleurs, **Obakanurhe et al., (2025)** ont observé une réduction significative du poids corporel chez les poules recevant des feuilles de patate douce, attribuée à la présence de composés limitant l'absorption des nutriments.

Ainsi, l'ensemble des résultats suggère que l'utilisation de la farine de feuilles de patate douce doit être maîtrisée, car si elle constitue une ressource alternative intéressante, son incorporation à des niveaux élevés peut compromettre les performances de croissance des volailles.

#### 4.2.2 Gain moyen quotidien

Le gain moyen quotidien (GMQ) a été calculé pour comparer l'effet des différents régimes alimentaires, incluant la farine de feuilles de patate douce, sur la croissance des poulettes. Le Tableau 7 présente le GMQ moyen par lot et par semaine.

**Tableau 8.** Gain moyen quotidien selon le traitement alimentaire

| Age        | Traitements alimentaires |              |         |              |              |         |              |              |         |
|------------|--------------------------|--------------|---------|--------------|--------------|---------|--------------|--------------|---------|
|            | Lot 4                    | Lot 1        | p-value | Lot 3        | Lot 1        | p-value | Lot 2        | Lot 1        | p-value |
| S1 - S2    | 17,30 ± 0,65             | 26,19 ± 0,71 | 0,00    | 18,42 ± 0,29 | 26,19 ± 0,71 | 0,00    | 25,39 ± 0,38 | 26,19 ± 0,71 | 0,38    |
| S2 - S3    | 11,13 ± 0,59             | 14,77 ± 0,78 | 0,01    | 16,27 ± 0,82 | 14,77 ± 0,78 | 0,24    | 13,01 ± 0,82 | 14,77 ± 0,78 | 0,07    |
| S3 - S4    | 11,19 ± 1,66             | 17,25 ± 0,36 | 0,03    | 9,77 ± 1,30  | 17,25 ± 0,36 | 0,00    | 15,91 ± 0,05 | 17,25 ± 0,36 | 0,02    |
| S4 - S5    | 11,17 ± 1,09             | 16,37 ± 0,23 | 0,01    | 14,86 ± 0,46 | 16,37 ± 0,23 | 0,04    | 13,49 ± 0,46 | 16,37 ± 0,23 | 0,00    |
| S5 - S6    | 12,40 ± 1,24             | 16,88 ± 0,06 | 0,23    | 12,43 ± 0,71 | 16,88 ± 0,06 | 0,04    | 12,11 ± 0,09 | 16,88 ± 0,06 | 0,00    |
| S6 - S7    | 13,77 ± 1,53             | 13,57 ± 0,23 | 0,90    | 13,45 ± 0,73 | 13,57 ± 0,23 | 0,88    | 13,35 ± 0,16 | 13,57 ± 0,23 | 0,47    |
| S7 - S8    | 20,92 ± 1,08             | 16,42 ± 0,06 | 0,01    | 20,97 ± 1,96 | 16,42 ± 0,06 | 0,08    | 24,57 ± 0,26 | 16,42 ± 0,06 | 0,00    |
| S8 - S9    | 17,42 ± 1,53             | 21,42 ± 0,29 | 0,06    | 17,21 ± 0,41 | 21,42 ± 0,29 | 0,00    | 17,65 ± 0,91 | 21,42 ± 0,29 | 0,01    |
| S9 - S10   | 17,14 ± 1,27             | 19,28 ± 0,42 | 0,18    | 16,85 ± 0,45 | 19,28 ± 0,42 | 0,01    | 17,12 ± 0,11 | 19,28 ± 0,42 | 0,00    |
| S10 - S11  | 19,77 ± 1,31             | 19,28 ± 49   | 0,74    | 20,44 ± 1,44 | 19,28 ± 49   | 0,48    | 16,53 ± 0,24 | 19,28 ± 49   | 0,00    |
| S11 - S12  | 17,44 ± 0,98             | 20,14 ± 46   | 0,68    | 19,70 ± 1,69 | 20,14 ± 46   | 0,81    | 20,76 ± 1,75 | 20,14 ± 46   | 0,60    |
| GMQ Global | 14,03 ± 1,54             | 16,60 ± 0,26 | 0,17    | 14,85 ± 0,51 | 16,60 ± 0,26 | 0,03    | 15,70 ± 0,25 | 16,60 ± 0,26 | 0,05    |
| Age        | Lot 4                    | Lot 2        | p-value | Lot 4        | Lot 3        | p-value | Lot 3        | Lot 2        | p-value |
|            | Lot 4                    | Lot 2        | p-value | Lot 4        | Lot 3        | p-value | Lot 3        | Lot 2        | p-value |
| S1 - S2    | 17,30 ± 0,65             | 25,39 ± 0,38 | 0,00    | 17,30 ± 0,65 | 18,42 ± 0,29 | 0,19    | 18,42 ± 0,29 | 25,39 ± 0,38 | 0,00    |
| S2 - S3    | 11,13 ± 0,59             | 13,01 ± 0,82 | 0,03    | 11,13 ± 0,59 | 16,27 ± 0,82 | 0,00    | 16,27 ± 0,82 | 13,01 ± 0,82 | 0,01    |
| S3 - S4    | 11,19 ± 1,66             | 15,91 ± 0,05 | 0,07    | 11,19 ± 1,66 | 9,77 ± 1,30  | 0,36    | 9,77 ± 1,30  | 15,91 ± 0,05 | 0,00    |
| S4 - S5    | 11,17 ± 1,09             | 13,49 ± 0,46 | 0,12    | 11,17 ± 1,09 | 14,86 ± 0,46 | 0,03    | 14,86 ± 0,46 | 13,49 ± 0,46 | 0,10    |
| S5 - S6    | 12,40 ± 1,24             | 12,11 ± 0,09 | 0,87    | 12,40 ± 1,24 | 12,43 ± 0,71 | 0,98    | 12,43 ± 0,71 | 12,11 ± 0,09 | 0,81    |
| S6 - S7    | 13,77 ± 1,53             | 13,35 ± 0,16 | 0,79    | 13,77 ± 1,53 | 13,45 ± 0,73 | 0,86    | 13,45 ± 0,73 | 13,35 ± 0,16 | 0,90    |
| S7 - S8    | 20,92 ± 1,08             | 24,57 ± 0,26 | 0,03    | 20,92 ± 1,08 | 20,97 ± 1,96 | 0,18    | 20,97 ± 1,96 | 24,57 ± 0,26 | 0,14    |
| S8 - S9    | 17,42 ± 1,53             | 17,65 ± 0,91 | 0,90    | 17,42 ± 1,53 | 17,21 ± 0,41 | 0,90    | 17,21 ± 0,41 | 17,65 ± 0,91 | 0,68    |
| S9 - S10   | 17,14 ± 1,27             | 17,12 ± 0,11 | 0,98    | 17,14 ± 1,27 | 16,85 ± 0,45 | 0,84    | 16,85 ± 0,45 | 17,12 ± 0,11 | 0,59    |
| S10 - S11  | 19,77 ± 1,31             | 16,53 ± 0,24 | 0,07    | 19,77 ± 1,31 | 20,44 ± 1,44 | 0,74    | 20,44 ± 1,44 | 16,53 ± 0,24 | 0,05    |
| S11 - S12  | 17,44 ± 0,98             | 20,76 ± 1,75 | 0,07    | 17,44 ± 0,98 | 19,70 ± 1,69 | 0,31    | 19,70 ± 1,69 | 20,76 ± 1,75 | 0,62    |
| GMQ Global | 14,03 ± 1,54             | 15,70 ± 0,25 | 0,34    | 14,03 ± 1,54 | 14,85 ± 0,51 | 0,64    | 14,85 ± 0,51 | 15,70 ± 0,25 | 0,19    |

Le gain moyen quotidien (GMQ) a permis d'évaluer l'effet des différents niveaux d'incorporation de la farine de feuilles de patate douce sur la croissance des poulettes. Les résultats montrent globalement que le lot témoin (0 %) présente les meilleures performances de croissance, suivi du lot à 5 %, tandis que les lots à 10 % et 15 % affichent des gains plus faibles.

Au début de l'expérimentation (S1–S3), des différences significatives ont été observées entre le lot témoin et les lots à forte incorporation (10 % et 15 %) ( $p < 0,05$ ), traduisant une diminution du GMQ avec l'augmentation du taux d'incorporation. Le lot à 5 % ne diffère pas significativement du témoin durant certaines périodes ( $p > 0,05$ ), ce qui indique une bonne

tolérance à ce niveau d'incorporation. Les comparaisons entre lots confirment également que le lot à 15 % présente les performances les plus faibles, notamment par rapport aux lots 2 et 3.

Entre S4 et S6, les écarts restent globalement significatifs entre le témoin et les lots à 10 % et 15 %, bien que certaines comparaisons deviennent non significatives ( $p > 0,05$ ), suggérant une adaptation progressive des animaux aux régimes alimentaires. A partir de la semaine 6 (S6–S12), les différences entre les lots deviennent moins marquées, avec une majorité de p-values supérieures à 0,05, traduisant une homogénéisation des performances de croissance.

Sur l'ensemble de la période expérimentale, le GMQ moyen confirme cette tendance, avec des valeurs plus élevées pour le lot témoin (16,6 g/j) et le lot à 5 % (15,7 g/j), comparativement aux lots à 10 % (14,8 g/j) et 15 % (14,0 g/j), avec une différence globalement significative ( $p < 0,05$ ). Cette diminution du GMQ aux taux élevés d'incorporation pourrait s'expliquer par la présence de composés antinutritionnels dans les feuilles de patate douce, susceptibles de réduire la digestibilité des nutriments et l'ingestion alimentaire.

Ces résultats sont en accord avec ceux de **Unigwe et al., (2014)**, qui ont montré qu'une incorporation élevée de farines de feuilles végétales entraîne une baisse du GMQ chez les volailles. De même, **Nkukwana et al., (2014)** ont rapporté que la présence de facteurs antinutritionnels dans les feuilles pouvait affecter négativement les performances de croissance. En revanche, **Tsega & Tamir, (2009)** ainsi que **Tamir, (2010)** ont observé que des niveaux modérés d'incorporation (5 à 10 %) n'affectent pas significativement le GMQ, ce qui corrobore les résultats obtenus dans cette étude pour le lot à 5 %.

En somme, les résultats indiquent que l'incorporation de farine de feuilles de patate douce peut être envisagée dans l'alimentation des poulettes à des niveaux modérés ( $\leq 5$  %) sans effet négatif significatif sur la croissance, tandis que des niveaux plus élevés ( $\geq 10$  %) entraînent une diminution des performances zootechniques.

#### **4.2.3 Consommation alimentaire par lot**

La consommation alimentaire (CA) reflète l'ingestion journalière moyenne d'aliment par sujet et constitue un indicateur clé de l'appétit et de l'efficacité alimentaire chez les poulettes. Elle a été calculée en soustrayant les refus alimentaires à la quantité distribuée par lot, puis en rapportant la consommation obtenue au nombre d'animaux et au nombre de jours, afin d'exprimer l'ingéré moyen en g/sujet/jour.

**Tableau 9.** Consommation alimentaire individuelle des poulettes selon les traitements alimentaires (g/j/sujet)

| Age       | Traitements alimentaires |               |         |               |               |         |               |               |         |
|-----------|--------------------------|---------------|---------|---------------|---------------|---------|---------------|---------------|---------|
|           | Lot 4                    | Lot 1         | p-value | Lot 3         | Lot 1         | P-value | Lot 2         | Lot 1         | p-value |
| S1 - S2   | 59,53 ± 0,71             | 59,57 ± 0,98  | 0,92    | 59,74 ± 0,51  | 59,57 ± 0,98  | 0,85    | 59,85 ± 0,24  | 59,57 ± 0,98  | 0,82    |
| S2 - S3   | 64,11 ± 0,58             | 64,09 ± 0,83  | 0,91    | 64,07 ± 0,02  | 64,09 ± 0,83  | 0,97    | 64,17 ± 0,09  | 64,09 ± 0,83  | 0,94    |
| S3 - S4   | 65 ± 0,99                | 65 ± 0,64     | 1,00    | 65 ± 0,17     | 65 ± 0,64     | 1,00    | 65 ± 0,46     | 65 ± 0,64     | 1,00    |
| S4 - S5   | 75 ± 1                   | 75 ± 0,57     | 1,00    | 75 ± 0,17     | 75 ± 0,57     | 1,00    | 75 ± 0,63     | 75 ± 0,57     | 1,00    |
| S5 - S6   | 59,28 ± 1,34             | 59,28 ± 1,63  | 0,99    | 59,28 ± 0,15  | 59,28 ± 1,63  | 0,99    | 59,28 ± 4,44  | 59,28 ± 1,63  | 0,99    |
| S6 - S7   | 87,14 ± 0,71             | 87,14 ± 1,16  | 1,00    | 87,14 ± 0,62  | 87,14 ± 1,16  | 1,00    | 87,14 ± 1,27  | 87,14 ± 1,16  | 1,00    |
| S7 - S8   | 91,43 ± 0,66             | 91,43 ± 0,29  | 1,00    | 91,43 ± 0,29  | 91,43 ± 0,29  | 1,00    | 91,43 ± 0,32  | 91,43 ± 0,29  | 1,00    |
| S8 - S9   | 92,14 ± 1,03             | 92,14 ± 0,85  | 1,00    | 92,14 ± 0,08  | 92,14 ± 0,85  | 1,00    | 92,14 ± 0,58  | 92,14 ± 0,85  | 1,00    |
| S9 - S10  | 90,10 ± 0,95             | 90,10 ± 0,66  | 1,00    | 90,10 ± 0,43  | 90,10 ± 0,66  | 1,00    | 90,10 ± 0,62  | 90,10 ± 0,66  | 1,00    |
| S10 - S11 | 104,29 ± 0,59            | 104,29 ± 0,64 | 1,00    | 104,29 ± 0,95 | 104,29 ± 0,64 | 1,00    | 104,29 ± 0,81 | 104,29 ± 0,64 | 1,00    |
| S11 - S12 | 110 ± 0,25               | 110 ± 0,57    | 1,00    | 110 ± 0,64    | 110 ± 0,57    | 1,00    | 110 ± 1,15    | 110 ± 0,57    | 1,00    |
| CA Global | 81,65 ± 0,89             | 81,64 ± 0,60  | 0,98    | 81,65 ± 0,40  | 81,64 ± 0,60  | 0,99    | 81,67 ± 0,97  | 81,64 ± 0,60  | 0,98    |
| Age       | Lot 4                    | Lot 2         | p-value | Lot 4         | Lot 3         | P-value | Lot 3         | Lot 2         | p-value |
|           | Lot 4                    | Lot 2         | p-value | Lot 4         | Lot 3         | P-value | Lot 3         | Lot 2         | p-value |
| S1 - S2   | 59,53 ± 0,71             | 59,85 ± 0,24  | 0,76    | 59,53 ± 0,71  | 59,74 ± 0,51  | 0,72    | 59,74 ± 0,51  | 59,85 ± 0,24  | 0,92    |
| S2 - S3   | 64,11 ± 0,58             | 64,17 ± 0,09  | 0,94    | 64,11 ± 0,58  | 64,07 ± 0,02  | 0,70    | 64,07 ± 0,02  | 64,17 ± 0,09  | 0,91    |
| S3 - S4   | 65 ± 0,99                | 65 ± 0,46     | 1,00    | 65 ± 0,99     | 65 ± 0,17     | 1,00    | 65 ± 0,17     | 65 ± 0,46     | 1,00    |
| S4 - S5   | 75 ± 1                   | 75 ± 0,63     | 1,00    | 75 ± 1        | 75 ± 0,17     | 1,00    | 75 ± 0,17     | 75 ± 0,63     | 1,00    |
| S5 - S6   | 59,28 ± 1,34             | 59,28 ± 4,44  | 0,99    | 59,28 ± 1,34  | 59,28 ± 0,15  | 0,99    | 59,28 ± 0,15  | 59,28 ± 4,44  | 0,99    |
| S6 - S7   | 87,14 ± 0,71             | 87,14 ± 1,27  | 1,00    | 87,14 ± 0,71  | 87,14 ± 0,62  | 1,00    | 87,14 ± 0,62  | 87,14 ± 1,27  | 1,00    |
| S7 - S8   | 91,43 ± 0,66             | 91,43 ± 0,32  | 1,00    | 91,43 ± 0,66  | 91,43 ± 0,29  | 1,00    | 91,43 ± 0,29  | 91,43 ± 0,32  | 1,00    |
| S8 - S9   | 92,14 ± 1,03             | 92,14 ± 0,58  | 1,00    | 92,14 ± 1,03  | 92,14 ± 0,08  | 1,00    | 92,14 ± 0,08  | 92,14 ± 0,58  | 1,00    |
| S9 - S10  | 90,10 ± 0,95             | 90,10 ± 0,62  | 1,00    | 90,10 ± 0,95  | 90,10 ± 0,43  | 1,00    | 90,10 ± 0,43  | 90,10 ± 0,62  | 1,00    |
| S10 - S11 | 104,29 ± 0,59            | 104,29 ± 0,81 | 1,00    | 104,29 ± 0,59 | 104,29 ± 0,95 | 1,00    | 104,29 ± 0,95 | 104,29 ± 0,81 | 1,00    |
| S11 - S12 | 110 ± 0,25               | 110 ± 1,15    | 1,00    | 110 ± 0,25    | 110 ± 0,64    | 1,00    | 110 ± 0,64    | 110 ± 1,15    | 1,00    |
| CA Global | 81,65 ± 0,89             | 81,67 ± 0,97  | 0,99    | 81,65 ± 0,89  | 81,65 ± 0,40  | 0,99    | 81,65 ± 0,40  | 81,67 ± 0,97  | 0,98    |

Les résultats de la consommation alimentaire par lot (CA) montrent globalement une absence de différences significatives entre les lots sur l'ensemble des périodes expérimentales. En effet, les comparaisons entre le lot témoin et les lots expérimentaux (Lot 2, Lot 3 et Lot 4), ainsi que les comparaisons entre lots expérimentaux (Lot 4 vs Lot 3, Lot 4 vs Lot 2, Lot 3 vs Lot 2), présentent majoritairement des p-values supérieures à 0,05, indiquant une homogénéité de l'ingestion alimentaire.

Au cours des premières semaines (S1–S3), aucune différence significative n'a été observée entre les lots ( $p > 0,05$ ), ce qui suggère que l'incorporation de la farine de feuilles de patate

douce, même à des niveaux élevés (jusqu'à 15 %), n'a pas affecté l'appétence des aliments ni la capacité d'ingestion des poulettes. Cette tendance s'est maintenue tout au long de l'expérimentation (S3–S12), avec des valeurs de consommation pratiquement identiques entre les lots pour chaque intervalle d'âge.

Les comparaisons directes entre lots expérimentaux confirment également cette homogénéité, aucune différence significative n'ayant été mise en évidence entre les différents niveaux d'incorporation (5 %, 10 % et 15 %) ( $p > 0,05$ ). Cela indique que l'augmentation du taux d'incorporation de la farine de feuilles de patate douce n'a pas entraîné de modification du comportement alimentaire des poulettes.

Cette absence de variation significative de la consommation alimentaire suggère que les rations expérimentales étaient bien acceptées par les animaux, indépendamment du niveau d'incorporation. Elle indique également que les différences observées au niveau du gain moyen quotidien ne sont pas liées à une réduction de l'ingestion, mais plutôt à une efficacité d'utilisation des nutriments, probablement influencée par la composition nutritionnelle et la présence de facteurs antinutritionnels.

Ces résultats sont en accord avec ceux de **Jha & Mishra, (2021)**, qui ont montré que l'incorporation modérée ou même relativement élevée d'ingrédients riches en fibres n'affecte pas nécessairement la consommation alimentaire chez les volailles. De même, **Ferket & Gernat, (2006)** ont souligné que la prise alimentaire dépend davantage de la densité énergétique et de la qualité nutritionnelle globale de la ration que de la seule nature des ingrédients incorporés. Par ailleurs, des travaux récents indiquent que des consommations similaires peuvent être associées à des performances de croissance différentes, en fonction de l'efficacité métabolique des nutriments (**Jie et al., 2024**).

En somme, les résultats obtenus montrent que l'incorporation de farine de feuilles de patate douce jusqu'à 15 % n'affecte pas significativement la consommation alimentaire des poulettes, traduisant une bonne acceptabilité des régimes expérimentaux, mais pouvant influencer indirectement les performances de croissance via des mécanismes nutritionnels.

#### **4.2.4 Indice de consommation alimentaire (ICA)**

Le Tableau 9 présente l'indice de consommation alimentaire (ICA) des poulettes soumises aux différents régimes alimentaires testés, calculé par période et globalement. L'ICA est un

*Impact de l'incorporation des feuilles de patate douce dans l'alimentation sur les performances zootechniques des poulettes et la qualité sanitaire de la viande*

indicateur essentiel de l'efficacité alimentaire, reflétant la quantité d'aliment consommée pour produire une unité de gain de poids : plus l'ICA est bas, l'efficacité alimentaire est meilleure.

**Tableau 10.** Indice de consommation alimentaire selon le traitement alimentaire

| Age       | Traitements alimentaires |             |         |             |             |         |             |             |         |
|-----------|--------------------------|-------------|---------|-------------|-------------|---------|-------------|-------------|---------|
|           | Lot 4                    | Lot 1       | p-value | Lot 3       | Lot 1       | p-value | Lot 2       | Lot 1       | p-value |
| S1 - S2   | 4,14 ± 0,62              | 3,09 ± 0,06 | 0,17    | 3,76 ± 0,38 | 3,09 ± 0,06 | 0,16    | 2,76 ± 0,02 | 3,09 ± 0,06 | 0,01    |
| S2 - S3   | 4,71 ± 0,19              | 3,22 ± 0,06 | 0,00    | 3,69 ± 0,11 | 3,22 ± 0,06 | 0,02    | 2,77 ± 0,06 | 3,22 ± 0,06 | 0,00    |
| S3 -S4    | 5,08 ± 0,06              | 3,32 ± 0,15 | 0,00    | 3,44 ± 0,11 | 3,32 ± 0,15 | 0,55    | 2,92 ± 0,01 | 3,32 ± 0,15 | 0,05    |
| S4 - S5   | 4,88 ± 0,17              | 3,11 ± 0,01 | 0,00    | 3,65 ± 0,10 | 3,11 ± 0,01 | 0,00    | 3,04 ± 0,02 | 3,11 ± 0,01 | 0,05    |
| S5 - S6   | 4,93 ± 0,06              | 3,20 ± 0,01 | 0,00    | 3,95 ± 0,40 | 3,20 ± 0,01 | 0,15    | 3,07 ± 0,03 | 3,20 ± 0,01 | 0,01    |
| S6 - S7   | 4,42 ± 0,10              | 2,95 ± 0,05 | 0,00    | 2,72 ± 0,01 | 2,95 ± 0,05 | 0,01    | 2,81 ± 0,10 | 2,95 ± 0,05 | 0,29    |
| S7 - S8   | 4,67 ± 0,16              | 3,21 ± 0,09 | 0,00    | 4 ± 0,01    | 3,21 ± 0,09 | 0,00    | 3,19 ± 0,07 | 3,21 ± 0,09 | 0,87    |
| S8 - S9   | 4,58 ± 0,42              | 3,08 ± 0,04 | 0,02    | 3,99 ± 0,04 | 3,08 ± 0,04 | 0,00    | 3,05 ± 0,01 | 3,08 ± 0,04 | 0,52    |
| S9 - S10  | 4,34 ± 0,47              | 3,18 ± 0,05 | 0,07    | 3,84 ± 0,15 | 3,18 ± 0,05 | 0,01    | 3,56 ± 0,02 | 3,18 ± 0,05 | 0,00    |
| S10 - S11 | 5,29 ± 0,04              | 2,94 ± 0,01 | 0,00    | 3,69 ± 0,17 | 2,94 ± 0,01 | 0,01    | 3,39 ± 0,05 | 2,94 ± 0,01 | 0,00    |
| S11 - S12 | 4,60 ± 0,01              | 3,24 ± 0,01 | 0,00    | 4,06 ± 0,13 | 3,24 ± 0,01 | 0,00    | 3,79 ± 0,04 | 3,24 ± 0,01 | 0,00    |
| IC Global | 4,70 ± 0,00              | 3,14 ± 0,12 | 0,00    | 3,71 ± 0,13 | 3,14 ± 0,12 | 0,01    | 3,12 ± 0,49 | 3,14 ± 0,12 | 0,71    |
|           | Lot 4                    | Lot 2       | p-value | Lot 4       | Lot 3       | p-value | Lot 3       | Lot 2       | p-value |
| S1 - S2   | 4,14 ± 0,62              | 2,76 ± 0,02 | 0,09    | 4,14 ± 0,62 | 3,76 ± 0,38 | 0,63    | 3,76 ± 0,38 | 2,76 ± 0,02 | 0,06    |
| S2 - S3   | 4,71 ± 0,19              | 2,77 ± 0,06 | 0,01    | 4,71 ± 0,19 | 3,69 ± 0,11 | 0,01    | 3,69 ± 0,11 | 2,77 ± 0,06 | 0,00    |
| S3 -S4    | 5,08 ± 0,06              | 2,92 ± 0,01 | 0,00    | 5,08 ± 0,06 | 3,44 ± 0,11 | 0,00    | 3,44 ± 0,11 | 2,92 ± 0,01 | 0,00    |
| S4 - S5   | 4,88 ± 0,17              | 3,04 ± 0,02 | 0,00    | 4,88 ± 0,17 | 3,65 ± 0,10 | 0,00    | 3,65 ± 0,10 | 3,04 ± 0,02 | 0,00    |
| S5 - S6   | 4,93 ± 0,06              | 3,07 ± 0,03 | 0,06    | 4,93 ± 0,06 | 3,95 ± 0,40 | 0,06    | 3,95 ± 0,40 | 3,07 ± 0,03 | 0,10    |
| S6 - S7   | 4,42 ± 0,10              | 2,81 ± 0,10 | 0,00    | 4,42 ± 0,10 | 2,72 ± 0,01 | 0,00    | 2,72 ± 0,01 | 2,81 ± 0,10 | 0,42    |
| S7 - S8   | 4,67 ± 0,16              | 3,19 ± 0,07 | 0,01    | 4,67 ± 0,16 | 4 ± 0,01    | 0,01    | 4 ± 0,01    | 3,19 ± 0,07 | 0,00    |
| S8 - S9   | 4,58 ± 0,42              | 3,05 ± 0,01 | 0,23    | 4,58 ± 0,42 | 3,99 ± 0,04 | 0,23    | 3,99 ± 0,04 | 3,05 ± 0,01 | 0,00    |
| S9 - S10  | 4,34 ± 0,47              | 3,56 ± 0,02 | 0,37    | 4,34 ± 0,47 | 3,84 ± 0,15 | 0,37    | 3,84 ± 0,15 | 3,56 ± 0,02 | 0,14    |
| S10 - S11 | 5,29 ± 0,04              | 3,39 ± 0,05 | 0,00    | 5,29 ± 0,04 | 3,69 ± 0,17 | 0,00    | 3,69 ± 0,17 | 3,39 ± 0,05 | 0,18    |
| S11 - S12 | 4,60 ± 0,01              | 3,79 ± 0,04 | 0,10    | 4,60 ± 0,01 | 4,06 ± 0,13 | 0,10    | 4,06 ± 0,13 | 3,79 ± 0,04 | 0,14    |
| IC Global | 4,70 ± 0,00              | 3,12 ± 0,49 | 0,00    | 4,70 ± 0,00 | 3,71 ± 0,13 | 0,00    | 3,71 ± 0,13 | 3,12 ± 0,49 | 0,01    |

Les résultats de l'indice de consommation alimentaire (ICA) montrent des variations significatives entre les lots selon les périodes, indiquant une influence du niveau d'incorporation de la farine de feuilles de patate douce.

Comparativement au lot témoin, le lot 4 (15 %) présente des ICA significativement plus élevés sur plusieurs périodes (S1-S2, S3-S4, S5-S6, S7-S8, et S10-S11 ;  $p < 0,05$ ), indiquant une moins

bonne efficacité alimentaire. Le lot 3 (10 %) montre également une augmentation significative de l'ICA à certaines périodes (S2, S4, S7, S8, S9, S10 et S11 ;  $p < 0,05$ ), bien que cette tendance soit moins marquée que pour le lot 4. En revanche, le lot 2 (5 %) présente des ICA comparables ou inférieurs au lot témoin, avec des différences significatives en sa faveur à certaines périodes (S1-S2, S4-S5, S9-S10 et S11-S12 ;  $p < 0,05$ ), traduisant une meilleure efficacité de conversion alimentaire. Les comparaisons entre lots expérimentaux confirment cette tendance. Le lot 4 présente des ICA significativement plus élevés que les lots 2 et 3 à plusieurs périodes (notamment S1-S2, S3-S4, S6-S7 et S9-S10 ;  $p < 0,05$ ), tandis que le lot 3 présente également des ICA supérieurs au lot 2 à certaines périodes (S1-S2, S3-S4, S7 et S7-S8 ;  $p < 0,05$ ). Ces résultats mettent en évidence une augmentation progressive de l'ICA avec le niveau d'incorporation, indiquant une dégradation de l'efficacité alimentaire aux taux élevés.

Les valeurs globales confirment cette tendance, avec des ICA plus faibles dans le lot témoin et le lot 2 ( $3,14 \pm 0,16$  et  $3,12 \pm 0,14$  respectivement) et plus élevés dans les lots 3 et 4 ( $3,71 \pm 0,46$  et  $4,70 \pm 0,46$ ), montrant une relation dose-effet claire entre le niveau d'incorporation et l'efficacité de conversion. Cette tendance est cohérente avec d'autres études sur l'intégration de matières premières alternatives dans l'alimentation des volailles. Des niveaux élevés d'ingrédients riches en fibres peuvent entraîner une augmentation du ratio consommation/gain de poids (ICA), notamment en raison d'une réduction de la digestibilité et de la densité énergétique des rations (Ayuk, 2004; Unigwe et al., 2016). De même, l'incorporation de feuilles de patate douce peut affecter l'utilisation des nutriments lorsque les niveaux deviennent élevés.

Plus spécifiquement, (Bekele & Sintayehu, 2021) ont montré que l'incorporation de feuilles de patate douce à des niveaux modérés ( $\leq 7,5$  %) permet de maintenir de bonnes performances, tandis que des niveaux plus élevés entraînent une augmentation de l'ICA. De même, Tewe, (1994) a rapporté que l'utilisation de produits de patate douce à des niveaux élevés peut détériorer l'efficacité alimentaire en raison de la composition nutritionnelle moins favorable comparée aux matières premières conventionnelles. Dans le présent travail, les résultats confirment que les lots 1 et 2 présentent une meilleure efficacité alimentaire, tandis que les lots 3 et 4 montrent une dégradation progressive de la conversion alimentaire. Cela s'explique probablement par la teneur plus élevée en fibres et la présence de facteurs limitant la digestibilité dans les feuilles de patate douce.

En conclusion, l'incorporation de farine de feuilles de patate douce à un niveau modéré ( $\leq 5\%$ ) permet de maintenir une bonne efficacité alimentaire, tandis que des niveaux plus élevés (10 % et 15 %) entraînent une augmentation significative de l'ICA, indiquant une moins bonne valorisation de l'aliment.

#### 4.2.5 Caractéristiques des organes

Les caractéristiques des organes internes des poulettes soumises aux différents régimes alimentaires incluant la farine de feuilles de patate douce sont présentées dans le Tableau 10. Les paramètres mesurés comprenaient le poids vif à l'abattage, la masse de la carcasse, ainsi que les masses des organes internes tels que la rate, le foie et le cœur.

**Tableau 11.** Effet des feuilles de patate douce sur les organes internes des poulettes

| Organes               | Lot 4        | Lot 1        | p-value | Lot 3        | Lot 1        | p-value | Lot 2        | Lot 1        | p-value |
|-----------------------|--------------|--------------|---------|--------------|--------------|---------|--------------|--------------|---------|
| PV à l'abattage en kg | 2,15 ± 0,03  | 2,30 ± 0,06  | 0,11    | 2,05 ± 0,08  | 2,30 ± 0,06  | 0,08    | 2,25 ± 0,02  | 2,30 ± 0,06  | 0,52    |
| Masse carcasse en kg  | 1,29 ± 0,04  | 1,47 ± 0,70  | 0,09    | 1,30 ± 0,02  | 1,47 ± 0,70  | 0,08    | 1,47 ± 0,01  | 1,47 ± 0,70  | 1,00    |
| Masse rate en g       | 2,07 ± 0,09  | 1,65 ± 0,02  | 0,01    | 2,02 ± 0,04  | 1,65 ± 0,02  | 0,00    | 1,75 ± 0,26  | 1,65 ± 0,02  | 0,73    |
| Masse foie en g       | 54,95 ± 0,53 | 49,05 ± 7,19 | 0,46    | 47,02 ± 1,09 | 49,05 ± 7,19 | 0,79    | 45,18 ± 0,92 | 49,05 ± 7,19 | 0,62    |
| Masse cœur en g       | 9,87 ± 0,08  | 11,46 ± 0,27 | 0,01    | 9,04 ± 0,11  | 11,46 ± 0,27 | 0,00    | 10,50 ± 0,44 | 11,46 ± 0,27 | 0,16    |
| Organes               | Lot 4        | Lot 2        | p-value | Lot 4        | Lot 3        | p-value | Lot 3        | Lot 2        | p-value |
| PV à l'abattage en kg | 2,15 ± 0,03  | 2,25 ± 0,02  | 0,07    | 2,15 ± 0,03  | 2,05 ± 0,08  | 0,32    | 2,05 ± 0,08  | 2,25 ± 0,02  | 0,08    |
| Masse carcasse en kg  | 1,29 ± 0,04  | 1,47 ± 0,01  | 0,02    | 1,29 ± 0,04  | 1,30 ± 0,02  | 0,85    | 1,30 ± 0,02  | 1,47 ± 0,01  | 0,00    |
| Masse rate en g       | 2,07 ± 0,09  | 1,75 ± 0,26  | 0,32    | 2,07 ± 0,09  | 2,02 ± 0,04  | 0,65    | 2,02 ± 0,04  | 1,75 ± 0,26  | 0,37    |
| Masse foie en g       | 54,95 ± 0,53 | 45,18 ± 0,92 | 0,00    | 54,95 ± 0,53 | 47,02 ± 1,09 | 0,00    | 47,02 ± 1,09 | 45,18 ± 0,92 | 0,27    |
| Masse cœur en g       | 9,87 ± 0,08  | 10,50 ± 0,44 | 0,21    | 9,87 ± 0,08  | 9,04 ± 0,11  | 0,01    | 9,04 ± 0,11  | 10,50 ± 0,44 | 0,03    |

Les résultats présentés au tableau 10 montrent que le poids vif à l'abattage variait légèrement entre les lots, allant de  $2,05 \pm 0,08$  kg pour le Lot 3 à  $2,3 \pm 0,06$  kg pour le lot 1. La masse de la carcasse se situait entre  $1,29 \pm 0,04$  kg (Lot 4) et  $1,47 \pm 0,70$  kg (Lot 1 et 2). Pour les organes internes, la masse de la rate variait de  $1,65 \pm 0,02$  g à  $2,07 \pm 0,09$  g, celle du foie de  $45,18 \pm 0,92$  g à  $54,95 \pm 0,53$  g, et la masse du cœur de  $9,04 \pm 0,11$  g à  $11,46 \pm 0,27$  g.

Les analyses statistiques ont montré que les différences observées entre les lots n'étaient généralement pas significatives ( $P > 0,05$ ), indiquant que l'inclusion progressive de farine de feuilles de patate douce jusqu'à 15 % n'a pas affecté le poids vif ni la masse des organes internes. L'absence de variations significatives suggère que l'incorporation de cet ingrédient

n'a pas eu d'effet néfaste sur le développement des organes vitaux ni sur la croissance générale des poulettes. La stabilité des masses du foie et du cœur indique que la fonction métabolique et cardiovasculaire des poulettes est restée intacte, ce qui reflète la sécurité nutritionnelle de la farine de feuilles de patate douce (Afolayan et al., 2012).

La légère augmentation de la masse de la rate dans les lots 3 et 4 pourrait être liée aux effets immunomodulateurs des composés bioactifs présents dans les feuilles de patate douce, tels que polyphénols et flavonoïdes, connus pour stimuler l'activité du système lymphoïde (Khan & Road, 2017). Toutefois, cette variation n'étant pas statistiquement significative, elle n'indique pas d'impact biologique majeur.

### 4.3 La qualité sanitaire de la viande

Afin d'apprécier la qualité sanitaire de la viande, des analyses chimiques et microbiologiques ont été réalisées sur les différents lots expérimentaux (lot témoin, lots 2, 3 et 4).

#### 4.3.1 Résultats d'analyse chimique de la viande

Afin d'évaluer la sécurité sanitaire de la viande produite, une analyse chimique a été réalisée pour déterminer les teneurs en métaux lourds, notamment le plomb (Pb) et le cadmium (Cd), dans les différents lots expérimentaux. Les résultats obtenus sont présentés au tableau 11.

**Tableau 12.** Résidus de métaux lourds dans la viande des poulettes (mg/kg)

|                 | Traitement alimentaire   |                          |                          |                          |                                    |         |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|---------|
| Paramètres      | Lot 1 témoin             | Lot 2                    | Lot 3                    | Lot 4                    | Méthodes                           | Limites |
| Plomb (mg/kg)   | 1,79 ± 0,31 <sup>a</sup> | 1,86 ± 0,28 <sup>a</sup> | 1,74 ± 0,35 <sup>a</sup> | 1,51 ± 0,22 <sup>a</sup> | AOAC, 21 <sup>e</sup> Edition 2019 | 0,10    |
| Cadmium (mg/kg) | < 0,50                   | < 0,50                   | < 0,50                   | < 0,50                   | AOAC, 21 <sup>e</sup> Edition 2019 | < 0,50  |

Les résultats de l'analyse chimique de la viande montrent que les teneurs en métaux lourds varient peu entre les différents traitements alimentaires. Les concentrations en plomb (Pb) enregistrées dans les quatre lots se situent entre 1,51 et 1,86 mg/kg, sans différence statistiquement significative ( $p > 0,05$ ). Ces valeurs dépassent toutefois la limite maximale fixée par la réglementation de l'Union européenne pour la viande de volaille, établie à 0,10 mg/kg (Commission européenne-Règlement (UE), 2023). Cette élévation du plomb semble indépendante du niveau d'incorporation des feuilles de patate douce, ce qui suggère que la source de contamination pourrait être liée à des facteurs environnementaux tels que l'eau de

boisson, le sol, les matières premières utilisées dans les concentrés ou les conditions d'élevage, plutôt qu'au régime alimentaire expérimental lui-même.

En revanche, les teneurs en cadmium (Cd) sont restées inférieures au seuil de détection ( $< 0,5$  mg/kg) pour l'ensemble des lots, respectant ainsi la limite maximale autorisée par l'Union européenne **Commission européenne-Règlement (UE), (2023)**. Cette conformité indique une absence de bioaccumulation significative du cadmium dans les tissus musculaires des poulettes, même en présence de feuilles de patate douce dans la ration.

Globalement, ces résultats montrent que l'incorporation de la farine de feuilles de patate douce jusqu'à 15 % n'a pas contribué à une augmentation des teneurs en métaux lourds dans la viande, confirmant son innocuité vis-à-vis du cadmium, tout en mettant en évidence la nécessité d'un contrôle renforcé des sources potentielles de contamination au plomb afin de garantir la sécurité sanitaire des produits avicoles destinés à la consommation humaine.

#### 4.3.2 Résultats d'analyse microbiologique de la Viande

Le Tableau 12 présente les résultats des analyses microbiologiques effectuées sur les différents lots de viande. Les paramètres évalués comprennent la flore aérobie mésophile totale (FAMT), la présence d'*Escherichia coli*, *Salmonella* et *Staphylococcus*.

**Tableau 13.** Analyse microbiologique de la viande

| Paramètres     | Résultats Analyse microbiologique |                      |                   |                       |        |                 |         |
|----------------|-----------------------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|--------|-----------------|---------|
|                | Lot 1 témoin                      | Lot 2                | Lot 3             | Lot 4                 | Unité  | Méthodes        | Limites |
| FAMT           | $3,16.10^3 \pm 390^a$             | $1,09.10^3 \pm 60^c$ | $2.10^3 \pm 45^b$ | $2,20.10^3 \pm 100^b$ | UFC/ml | ISO 4833        | $10^6$  |
| E. coli        | A                                 | A                    | A                 | A                     | UFC/ml | ISO 7251        | A       |
| Salmonella     | A                                 | A                    | A                 | A                     | UFC/ml | ISO 6785        | A       |
| Staphylococcus | $8.10^1 \pm 13,20$                | $7.10^1 \pm 7$       | $8.10^2 \pm 36$   | $1,48.10^3 \pm 1480$  | UFC/ml | Méthode interne | $10^3$  |

**A : absence de croissance**

Les résultats microbiologiques présentés au Tableau 13 indiquent une bonne qualité sanitaire globale de la viande issue des différents lots. La flore aérobie mésophile totale (FAMT) varie entre  $1,09 \times 10^3$  et  $3,16 \times 10^3$  UFC/ml, des valeurs largement inférieures à la limite de  $10^6$  UFC/ml fixée par la norme ISO 4833, traduisant des conditions d'abattage et de manipulation satisfaisantes. Aucun échantillon n'a révélé la présence d'*Escherichia coli* ni de *Salmonella*, conformément aux normes ISO 7251 et ISO 6785, ce qui témoigne du respect des bonnes pratiques d'hygiène et d'un faible risque de contamination fécale ou entérique (**Lee et al., 2016**). Les staphylocoques ont été détectés à de faibles concentrations ( $7 \times 10^1$  à  $1,48 \times 10^3$

UFC/ml), avec une valeur légèrement plus élevée dans le lot 4, restant toutefois proche du seuil généralement admis pour les viandes fraîches.

Cette présence modérée pourrait être liée aux manipulations post-abattage et souligne la nécessité d'un contrôle rigoureux de l'hygiène du personnel et des surfaces (**Loir et al., 2003**). Globalement, ces résultats confirment que la viande produite est microbiologiquement sûre pour la consommation. L'incorporation microbienne enregistrée traduit une qualité technologique et sanitaire satisfaisante, conformément aux observations rapportées par **Mead G.C, (2004)**, et indique que l'incorporation des feuilles de patate douce dans l'alimentation n'a pas compromis l'innocuité microbiologique de la viande.

#### **4.3.3 Evaluation du coût alimentaire**

Le coût alimentaire représente un paramètre économique essentiel dans l'évaluation des performances zootechniques, car il permet d'apprécier la rentabilité des différents traitements alimentaires appliqués. Son analyse repose sur la quantité totale d'aliment consommée, le prix unitaire de l'aliment ainsi que l'indice de consommation global, qui traduit l'efficacité de conversion de l'aliment en production animale.

Le tableau 14 présente ainsi une comparaison du coût alimentaire des différents lots expérimentaux afin de mettre en évidence le traitement offrant le meilleur compromis entre performance alimentaire et rentabilité économique

**Tableau 14.** Rendement alimentaire

| Traitements alimentaires | Consommation totale en kg | P.U en BIF | IC GLOBAL | Coût alimentaire en BIF |
|--------------------------|---------------------------|------------|-----------|-------------------------|
| Lot témoin               | 135,39                    | 1802,15    | 3,14      | 5658,75                 |
| LOT 2                    | 135,40                    | 1768,40    | 3,12      | 5517,41                 |
| LOT3                     | 135,43                    | 1791,10    | 3,71      | 6644,98                 |
| LOT4                     | 135,48                    | 1716,80    | 4,70      | 8068,96                 |

Les résultats indiquent que le prix unitaire de l'aliment diminue avec l'augmentation du taux d'incorporation de la farine de feuilles de patate douce, passant de 1802,15 BIF/kg dans le lot témoin à 1716,8 BIF/kg dans le lot à 15 %. Cependant, cette diminution du coût de formulation ne s'accompagne pas systématiquement d'une réduction du coût alimentaire global.

En effet, le Lot 2 (5 %) enregistre le coût alimentaire le plus faible et le meilleur indice de consommation, traduisant une utilisation plus efficace de l'aliment que dans le lot témoin. En

*Impact de l'incorporation des feuilles de patate douce dans l'alimentation sur les performances zootechniques des poulettes et la qualité sanitaire de la viande*

revanche, aux niveaux d'incorporation plus élevés (10 % et 15 %), on observe une augmentation de l'indice de consommation ainsi qu'une hausse du coût alimentaire.

Ces résultats montrent que la réduction du prix de l'aliment ne garantit pas une meilleure rentabilité, car celle-ci dépend également de l'efficacité de conversion alimentaire. Ainsi, un taux d'incorporation modéré (5 %) apparaît comme optimal, tandis que des niveaux élevés compromettent les performances zootechniques et augmentent le coût alimentaire.

## **CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS**

Au terme de cette étude, dont l'objectif était d'évaluer l'impact de l'incorporation de la farine de feuilles de patate douce dans l'alimentation des poulettes en vue de valoriser les ressources locales, de réduire les coûts alimentaires et de maintenir les performances zootechniques ainsi que la qualité sanitaire de la viande, les résultats obtenus mettent en évidence des effets contrastés selon le niveau d'incorporation.

La consommation alimentaire individuelle est restée pratiquement stable entre les différents lots, avec  $81,64 \pm 0,6$  g/jour pour le lot témoin,  $81,67 \pm 0,97$  g/jour pour le lot 2,  $81,65 \pm 0,4$  g/jour pour le lot 3 et  $81,65 \pm 0,89$  g/jour pour le lot 4. En revanche, le poids vif moyen a diminué progressivement de  $1535,62 \pm 10,63$  g dans le lot témoin à  $1400,93 \pm 39,84$  g dans le lot 4, tandis que le gain moyen quotidien est passé de  $16,6 \pm 0,26$  g/jour à  $14,03 \pm 1,54$  g/jour, traduisant une baisse graduelle des performances de croissance avec l'augmentation du taux d'incorporation. Parallèlement, l'indice de consommation a augmenté de  $3,12 \pm 0,16$  dans le lot témoin à  $4,33 \pm 0,18$  dans le lot 4, indiquant une diminution de l'efficacité alimentaire aux niveaux d'incorporation les plus élevés.

Ces observations montrent que la première hypothèse est partiellement confirmée : l'incorporation de la farine de feuilles de patate douce n'améliore pas significativement la croissance ni le poids à l'abattage lorsque son taux d'incorporation augmente, ce qui infirme en partie cette hypothèse. Toutefois, à un taux modéré de 5%, elle permet de maintenir des performances zootechniques satisfaisantes tout en améliorant l'efficacité économique de la ration.

Sur le plan économique, les résultats montrent que le prix unitaire de l'aliment a diminué avec l'augmentation du taux d'incorporation, passant de 1802,15 BIF/kg dans le lot témoin à 1716,8 BIF/kg dans le lot à 15%. Toutefois, cette baisse du coût de formulation ne s'est pas traduite automatiquement par une meilleure rentabilité. En effet, le lot 2 (5 %) a enregistré le coût alimentaire le plus faible (5517 BIF) ainsi que le meilleur indice de consommation global (3,12), traduisant une utilisation plus efficace de l'aliment que dans le lot témoin (5658 BIF ; IC = 3,14). A l'inverse, les niveaux d'incorporation plus élevés ont entraîné une hausse du coût alimentaire global, atteignant 6644,981 BIF pour le lot 3 et 8068,96 BIF pour le lot 4, en lien avec la dégradation de l'efficacité de conversion alimentaire.

Ces résultats confirment la deuxième hypothèse, selon laquelle la farine de feuille de patate douce séchées peut réduire le coût lié à l'alimentation tout en maintenant des performances acceptables à faible niveau d'incorporation, tandis qu'une utilisation excessive (10 à 15 %) altère les performances zootechniques et peut compromettre la qualité globale de la production.

Sur le plan sanitaire, aucune mortalité n'a été enregistrée durant la période expérimentale. Les analyses microbiologiques ont montré que la viande était exempte de *Escherichia coli* et de *Salmonella*, tandis que la flore aérobie mésophile totale est restée largement inférieure aux limites réglementaires, confirmant une bonne qualité microbiologique. Par ailleurs, les teneurs en cadmium sont restées inférieures à 0,5 mg/kg, alors que celles en plomb ont varié de 1,51 à 1,86 mg/kg, dépassant la limite réglementaire et mettant en évidence la nécessité d'un suivi rigoureux des matières premières utilisées pour prévenir tout risque de contamination chimique.

En définitive, l'incorporation modérée de farine de patate douce autour de 5% apparaît comme le niveau optimal recommandé, conciliant valorisation des ressources locales, réduction des coûts alimentaires, maintien des performances zootechniques et qualité sanitaire satisfaisante de la viande, sous réserve d'un contrôle strict des contaminants chimiques.

À la lumière des résultats obtenus et des constats de cette étude, il est recommandé :

**1. Aux aviculteurs :**

- Envisager l'intégration de la farine de feuilles de patate douce jusqu'à 5 % dans l'alimentation des poulettes, afin de réduire les coûts alimentaires tout en maintenant des performances zootechniques satisfaisantes et la qualité sanitaire de la viande ;
- Veiller à la qualité des matières premières, à la traçabilité et à la régularité de l'approvisionnement pour garantir la sécurité alimentaire.
- Surveiller les sources potentielles de la contamination au plomb

**2. Aux autorités publiques, centres de recherche et partenaires techniques :**

- Encourager les initiatives de valorisation des ressources locales comme les feuilles de patate douce, à travers :
  - Des programmes de recherche approfondis sur l'incorporation des feuilles de patate douce et d'autres ressources végétales locales dans l'alimentation avicole ;
  - Des formations techniques pour les éleveurs et l'élaboration de cadres réglementaires encadrant l'utilisation de ces ingrédients alternatifs ;

- Promouvoir la recherche et l'innovation dans le domaine de l'alimentation animale alternative, en facilitant les partenariats entre instituts de recherche, universités et aviculteurs.

**3. Aux laboratoires nationaux :**

- Renforcer les capacités analytiques (équipements et ressources humaines) pour un suivi régulier de la qualité microbiologique et de la sécurité chimique des matières premières et produits finis.

**4. Pour les recherches futures :**

- Etudier l'effet de la farine de feuilles de patate douce sur d'autres paramètres, tels que la qualité des œufs, la santé digestive et la valeur nutritionnelle globale de la viande et des œufs ;
- Explorer différents niveaux d'inclusion et combiner cette farine avec d'autres ressources locales pour optimiser les rations et l'efficacité alimentaire ;
- Evaluer l'impact économique et la faisabilité de l'utilisation de la farine de feuilles de patate douce à l'échelle semi-industrielle ou industrielle ;
- Surveiller d'autres micro-organismes potentiellement présents dans la matière première ou la viande afin d'assurer une sécurité sanitaire complète.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] AAFCO. (2015). *AAFCO official publication*. Association of American Feed Control Officials Champaign (IL).
- [2] Adaszyńska-Skwirzyńska, M., Konieczka, P., Buclaw, M., Majewska, D., Pietruszka, A., Zych, S., & Szczerbińska, D. (2025). Analysis of the production and economic indicators of broiler chicken rearing in 2020–2023: a case study of a Polish farm. *Agriculture*, 15(2), 139.
- [3] Afolayan, S. B., Dafwang, I. I., Tegbe, T. S. B., & Sekoni, A. (2012). Response of Broiler Chickens Fed on Maize-based Diets Substituted with Graded Levels of Sweet Potato Meal. *Asian Journal of Poultry Science*, 6(1), 15–22. <https://doi.org/10.3923/ajpsaj.2012.15.22>
- [4] Ahmed, A. (2014). Phytochemical screening, proximate and mineral composition of sweet potato leaves grown in Tepi Provision, South- west of Ethiopia. *Sci Technol Arts Res J*, 3. <https://doi.org/10.4314/star.v3i3.19>
- [5] Alders, R. G., Dumas, S. E., Rukambile, E., Magoke, G., Maulaga, W., Jong, J., & Costa, R. (2018). Family poultry: Multiple roles, systems, challenges, and options for sustainable contributions to household nutrition security through a planetary health lens. *Maternal & Child Nutrition*, 14, e12668.
- [6] Andrews, W. H., Jacobson, A., Hammack, T. S., & Al., E. (2021). Salmonella. In *FDA Bacteriological Analytical Manual (BAM)*. U.S. Food and Drug Administration.
- [7] Antia, B. S., Akpan, E. J., Okon, P. A., & Umoren, I. U. (2006). Nutritive and anti-nutritive evaluation of sweet potatoes (*Ipomoea batatas*) leaves. *Pakistan Journal of Nutrition*, 5(2), 166–168.
- [8] Applegate, T. J., & Angel, R. (2014). Nutrient requirements of poultry publication : History and need for an update. *Journal of Applied Poultry Research*, 23(3), 567–575. <https://doi.org/10.3382/japr.2014-00980>
- [9] Association of Official Analytical Chemists, Official methods of analysis of AOAC International 1 (2019).
- [10] Ayuk, E. A. (2004). Effects of sweet potato meal on the growth rate of broilers. *Livestock Research for Rural Development*, 16(9), 1.
- [11] Barszcz, M., Tuśnio, A., & Taciak, M. (2024). Poultry nutrition. *Physical Sciences Reviews*, 9(2), 611–650. <https://doi.org/doi:10.1515/psr-2021-0122>

- [12] Bekele, B., & Sintayehu, S. (2021). Effect of Various Levels of Sweet Potato (Hawassa-83) Leaf Meal on the Laying Performance and Egg Quality of Koekoek Dual Purpose Chicken. *Poultry, Fisheries & Wildlife Sciences*, 9(11), 1–4.
- [13] Bell, D. D., & Weaver, W. D. (2012). *Commercial chicken meat and egg production*. Springer Science & Business Media.
- [14] Birhanu, M. Y., Osei-Amponsah, R., Yeboah Obese, F., & Dessie, T. (2023). Smallholder poultry production in the context of increasing global food prices: roles in poverty reduction and food security. *Animal Frontiers*, 13(1), 17–25.
- [15] Bist, R. B., Bist, K., Poudel, S., Subedi, D., Yang, X., Paneru, B., Mani, S., Wang, D., & Chai, L. (2024). Sustainable poultry farming practices: a critical review of current strategies and future prospects. *Poultry Science*, 103(12), 1–28.  
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104295>
- [16] Chatterjee, R. N., Rajkumar, U., & Prince, L. L. L. (2022). Revolutionizing impact of poultry resources in food security and rural economy. In *Agriculture, Livestock Production and Aquaculture: Advances for Smallholder Farming Systems Volume 1* (pp. 205–215). Springer.
- [17] Colato, G., Cristina, A., Takeiti, Y., Augustus, R., Kil, D. O., & Park, J. (2011). *Sweet Potato : Production , Morphological and Physicochemical Characteristics , and Technological Process*.
- [18] Commission européenne-Règlement (UE). (2023). Règlement (UE) 2023/915 de la Commission du 25 avril 2023 concernant les teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires et abrogeant le règlement (CE) n° 1881/2006. *Journal Officiel de l'Union Européenne*, l 119, 79 p.
- [19] Efremova, A. (2018). Role of poultry industry in public food supply. *Proceedings of the International Scientific Conference" Economic Sciences for Agribusiness and Rural Economy"*, 2.
- [20] Erdaw, M. M., & Beyene, W. T. (2022). Trends, prospects and the socio-economic contribution of poultry production in sub-Saharan Africa: a review. *World's Poultry Science Journal*, 78(3), 835–852.
- [21] Farrell, D. (2013). The role of poultry in human nutrition. *Poultry Development Review. Rome: Food and Agriculture Organization*, 2–9.
- [22] Ferket, P. R., & Gernat, A. G. (2006). Factors That Affect Feed Intake of Meat Birds : A Review. *International Journal of Poultry Science*, 5(10), 905–911.

- [23] Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., & Tempio, G. (2013). *Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities*.
- [24] Gouveia, C. S. S., Ganança, J. F. T., Lebot, V., & Pinheiro de Carvalho, M. A. A. (2020). Changes in oxalate composition and other nutritive traits in root tubers and shoots of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.[Lam.]) under water stress. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(4), 1702–1710.
- [25] International Organization for Standardization. (2001). *ISO 16649-2: Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of beta-glucuronidase-positive Escherichia coli — Part 2: Colony-count technique at 44 degrees C using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl beta-D-glucuronide*.
- [26] International Organization for Standardization. (2007). *ISO 7218: Microbiology of food and animal feeding stuffs — General requirements and guidance for microbiological examinations*.
- [27] International Organization for Standardization. (2013). *ISO 4833-1: Microbiology of the food chain — Enumeration of microorganisms — Part 1: Colony count at 30°C by the pour plate technique*.
- [28] International Organization for Standardization. (2017). *ISO 6887-1: Microbiology of the food chain — Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions*.
- [29] International Organization for Standardization. (2021). *ISO 6888-1: Microbiology of the food chain — Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (Staphylococcus aureus and other species) — Part 1: Method using Baird-Parker agar medium*.
- [30] ISO 16654. (2001). *Microbiologie des aliments — Méthode horizontale pour la recherche des Escherichia coli O157*. 2001, 3–10.
- [31] ISO 4833-1. (2013). *Microbiologie de la chaîne alimentaire-Méthode horizontale pour le dénombrement des micro-organismes*. 2013, 9.
- [32] ISO 6579-1:2017. (2017). *Microbiology of the food chain, Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of Salmonella spp. Part 1: Detection of Salmonella Spp.*, 2017, 2022–2023.
- [33] Jang, Y., & Koh, E. (2019). Antioxidant content and activity in leaves and petioles of six sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) and antioxidant properties of

blanched leaves. *Food Science and Biotechnology*, 28(2), 337–345.

- [34] Jha, R., & Mishra, P. (2021). Dietary fiber in poultry nutrition and their effects on nutrient utilization, performance, gut health, and on the environment: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12(1), 51.
- [35] Jie, Y., Wen, C., Huang, Q., Gu, S., Sun, C., Li, G., Yan, Y., Wu, G., & Yang, N. (2024). Distinct patterns of feed intake and their association with growth performance in broilers. *Poultry Science*, 103(9), 1–9.  
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103974>
- [36] Khan, S. H., & Road, M. (2017). Sweet potato ( *Ipomoea batatas* ( L .) Lam ) as feed ingredient in poultry diets. *World's Poultry Science Journal*, 73(March), 1–11.  
<https://doi.org/10.1017/S0043933916000805>
- [37] Koçer, B., Bozkurt, M., Ege, G., & Tüzün, A. E. (2021). Effects of sunflower meal supplementation in the diet on productive performance, egg quality and gastrointestinal tract traits of laying hens. *British Poultry Science*, 62(1), 101–109.
- [38] Koo, B., Choi, J., Holanda, D. M., Yang, C., & Nyachoti, C. M. (2023). Comparative effects of dietary methionine and cysteine supplementation on redox status and intestinal integrity in immunologically challenged-weaned pigs. *Amino Acids*, 55(1), 139–152.
- [39] Lee, H., Yong, H. I., Kim, H., Choe, W., Yoo, S. J., Jang, E. J., & Jo, C. (2016). Evaluation of the microbiological safety , quality changes , and genotoxicity of chicken breast treated with flexible thin-layer dielectric barrier discharge plasma. *Food Science and Biotechnology*, 25(4), 1189–1195. <https://doi.org/10.1007/s10068-016-0189-1>
- [40] Leeson, S., & Summers, J. D. (2005). *Commercial Poultry Nutrition* (3rd ed.). University Books.
- [41] Loir, Y. Le, Baron, F., & Gautier, M. (2003). Staphylococcus aureus and food poisoning. *Genetics and Molecular Research*, 2(1), 1–14.
- [42] Mead G.C. (2004). Microbiological quality of poultry meat : a review. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 6(3), 135–142.
- [43] Melesse, A., Alemu, T., Banerjee, S., & Berihun, K. (2016). The effect of partial substitution of roasted soybean seed with graded levels of sweet potato (*Ipomoea batatas*) leaf meal on growth performances and carcass characteristics of broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*.

<https://doi.org/10.5713/ajas.15.0642>

- [44] Mottet, A., & Tempio, G. (2017). Global poultry production: current state and future outlook and challenges. *World's Poultry Science Journal*, 73(2), 245–256.
- [45] Moyo, B., Masika, P. J., Hugo, A., & Muchenje, V. (2011). Nutritional characterization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *African Journal of Biotechnology*, 10(60), 12925–12933.
- [46] Mugenzi, I. (2024). *Évaluation de la contribution de l' aviculture dans les revenus des ménages ruraux : Cas de Gitaramuka*. Université du Burundi.
- [47] Mustafa, A. F., & Baurhoo, B. (2017). Evaluation of dried vegetables residues for poultry: II. Effects of feeding cabbage leaf residues on broiler performance, ileal digestibility and total tract nutrient digestibility. *Poultry Science*, 96(3), 681–686.
- [48] Mwanri, A. W., Kogi-Makau, W., & Laswai, H. S. (2011). Nutrients and antinutrients composition of raw, cooked and sun-dried sweet potato leaves. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 11(5), 5142–5156.
- [49] Nassar, F. S., & Abbas, A. O. (2025). Crisis and risk management in poultry production: Preparing future leaders for sustainability and food security. *Poultry Science*, 104(12). <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105903>
- [50] Nguyen, H. C., Chen, C.-C., Lin, K.-H., Chao, P.-Y., Lin, H.-H., & Huang, M.-Y. (2021). Bioactive compounds, antioxidants, and health benefits of sweet potato leaves. *Molecules*, 26(7), 1820.
- [51] Nkukwana, T. T., Muchenje, V., Pieterse, E., Masika, P. J., Mabusela, T. P., Hoffman, L. C., & Dzama, K. (2014). Effect of *Moringa oleifera* leaf meal on growth performance, apparent digestibility, digestive organ size and carcass yield in broiler chickens. *Livestock Science*, 161, 139–146.
- [52] North, M. O., Bell, D. D., & Al., E. (1990). *Commercial Chicken Production Manual* (4th ed). Avi Publishing Company (ou Van Nostrand Reinhold).
- [53] Obakanurhe, O., Irikefe-Ekeke, E. P., Moemeka, A. M., Onwumelu, I. J., Sanubi, J. O., & Unukevwere, J. U. (2025). Antioxidant and antinutritional potentials of sweet potato (*Ipomoea batatas*) leaf meal on the growth performance, economics of production, blood indices, carcass characteristics and histopathology of broiler chickens. *Tropical Animal Health and Production*, 57(2), 51.
- [54] OMS, P. A. M., & Unicef. (2017). *Dépliant: L'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2017–SOFI*.

- [55] Onyimba, I., Ogbonna, A., Egber, J., Njila, H., & Ogbonna, C. (2015). Bioconversion of Sweet Potato Leaves to Animal Feed. *Annual Research & Review in Biology*, 8(3), 1–6. <https://doi.org/10.9734/arrb/2015/19290>
- [56] Panda, A. K., & Cherian, G. (2014). Role of vitamin E in counteracting oxidative stress in poultry. *The Journal of Poultry Science*, 51(2), 109–117.
- [57] Pečjak, M., Leskovec, J., Levart, A., Salobir, J., & Rezar, V. (2022). Effects of dietary vitamin E, vitamin C, selenium and their combination on carcass characteristics, oxidative stability and breast meat quality of broiler chickens exposed to cyclic heat stress. *Animals*, 12(14), 1789.
- [58] Pliego, A. B., Tavakoli, M., Khusro, A., Seidavi, A., Elghandour, M. M. M. Y., Salem, A. Z. M., Márquez-Molina, O., & Rene Rivas-Caceres, R. (2022). Beneficial and adverse effects of medicinal plants as feed supplements in poultry nutrition: A review. *Animal Biotechnology*, 33(2), 369–391.
- [59] Sanoussi, A. F., Dansi, A., Ahissou, H., Adebawale, A., Sanni, L. O., Orobiyi, A., Dansi, M., Azokpota, P., & Sanni, A. (2016). *Possibilities of sweet potato [Ipomoea batatas (L.) Lam] value chain upgrading as revealed by physico-chemical composition of ten elites landraces of Benin*. 15(13), 481–489. <https://doi.org/10.5897/AJB2015.15107>
- [60] Sonaiya, E. B. (2007). Family poultry, food security and the impact of HPAI. *World's Poultry Science Journal*, 63(1), 132–138.
- [61] Suárez, S., Mua, T., Suna, H., & Añó, M. C. (2020). Antioxidant activity, nutritional, and phenolic composition of sweet potato leaves as affected by harvesting period. *Int J Food Prop*, 23. <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1716796>
- [62] Sultana, F., Khatun, H., & Ali, M. A. (2016). Use of potato as carbohydrate source in poultry ration. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 3(30), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s40538-016-0081-5>
- [63] Tamir, B., & Tsega, W. (2010). Effects of different levels of dried sweet potato (*Ipomoea batatas*) leaves inclusion in finisher ration on feed intake, growth, and carcass yield performance of Ross broiler chicks. *Tropical Animal Health and Production*, 42(4), 687–695.
- [64] Teng, P.-Y., Choi, J., Yadav, S., Tompkins, Y. H., & Kim, W. K. (2021). Effects of low-crude protein diets supplemented with arginine, glutamine, threonine, and methionine on regulating nutrient absorption, intestinal health, and growth

performance of Eimeria-infected chickens. *Poultry Science*, 100(11), 101427.

- [65] Tewe, O. o. (1994). Sweet potato utilization in poultry diets. *Symposium on Tropical Root Crops in a Developing Economy*, 2(1), 426–437.
- [66] Tsega, W., & Tamir, B. (2009). The effect of increasing levels of dried leaves of sweet potato (*Ipomoea batatas*) on dry matter intake and body weight gain performance of broiler finisher chickens. *Livestock Research for Rural Development*, 21(12), 208.
- [67] Unigwe, C. R., Okorafor, U. P., Atoyebi, T. J., & Ogbu, U. M. (2014). The Nutritive Value and Evaluation of Sweet Potato (*Ipomoea Batatas*) Leaf Meal on the Growth Performance of Broiler Chickens Introduction. *International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology Int. J. Pure Appl. Sci. Technol*, 20(2), 19–26.
- [68] Unigwe, C. R., Ononogbu, C. E., Adejuyigbe, A. D., & Abonyi, F. O. (2016). Growth performance and haematology of broiler chickens fed diets with graded sweet potato ( *Ipomoea batatas* ) leaf meals. *World Scientific News*, 56(1), 45–55.
- [69] Van An, L., & Lindberg, J. E. (2004). Ensiling of sweet potato leaves (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) and the nutritive value of sweet potato leaf silage for growing pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 17(4), 497–503.  
<https://doi.org/10.5713/ajas.2004.497>
- [70] Wen, C., Jiang, X. Y., Ding, L. R., Wang, T., & Zhou, Y. M. (2017). Effects of dietary methionine on growth performance, meat quality and oxidative status of breast muscle in fast-and slow-growing broilers. *Poultry Science*, 96(6), 1707–1714.
- [71] Wennekes, P., Benoit, L., Roullier, C., Duputie, A., & Fernandez, M. (2013). *Disentangling the Origins of Cultivated Sweet Potato ( Ipomoea batatas ( L . ) Lam . )*. 8(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062707>
- [72] Widodo, Y., Wahyuningsih, S., & Ueda, A. (2015). Sweet Potato Production for Bio-ethanol and Food Related Industry in Indonesia : Challenges for Sustainability. *Procedia Chemistry*, 14, 493–500. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2015.03.066>
- [73] Wu Di, W. Di, Cai ZhiHua, C. Z., Wei YeXin, W. Y., Zhang Chi, Z. C., Liang GuoLu, L. G., & Guo QiGao, G. Q. (2013). *Research advances in moringa as a new plant protein feed*.
- [74] Zeferino, C. P., Komiyama, C. M., Pelícia, V. C., Fascina, V. B., Aoyagi, M. M., Coutinho, L. L., Sartori, J. R., & Moura, A. (2016). Carcass and meat quality traits of chickens fed diets concurrently supplemented with vitamins C and E under constant heat stress.

## ANNEXES

### Fiche de pesée hebdomadaire des poulettes

| Date : Jour ...../Mois ...../Année ..... |            |       |            |       |            |       |            |
|------------------------------------------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|
| LOT 1                                    |            | LOT 2 |            | LOT 3 |            | LOT 4 |            |
| N°                                       | Poids (kg) | N°    | Poids (kg) | N°    | Poids (kg) | N°    | Poids (kg) |
| [1]                                      |            | [21]  |            | [41]  |            | [61]  |            |
| [2]                                      |            | [22]  |            | [42]  |            | [62]  |            |
| [3]                                      |            | [23]  |            | [43]  |            | [63]  |            |
| [4]                                      |            | [24]  |            | [44]  |            | [64]  |            |
| [5]                                      |            | [25]  |            | [45]  |            | [65]  |            |
| [6]                                      |            | [26]  |            | [46]  |            | [66]  |            |
| [7]                                      |            | [27]  |            | [47]  |            | [67]  |            |
| [8]                                      |            | [28]  |            | [48]  |            | [68]  |            |
| [9]                                      |            | [29]  |            | [49]  |            | [69]  |            |
| [10]                                     |            | [30]  |            | [50]  |            | [70]  |            |
| [11]                                     |            | [31]  |            | [51]  |            | [71]  |            |
| [12]                                     |            | [32]  |            | [52]  |            | [72]  |            |
| [13]                                     |            | [33]  |            | [53]  |            | [73]  |            |
| [14]                                     |            | [34]  |            | [54]  |            | [74]  |            |
| [15]                                     |            | [35]  |            | [55]  |            | [75]  |            |
| [16]                                     |            | [36]  |            | [56]  |            | [76]  |            |
| [17]                                     |            | [37]  |            | [57]  |            | [77]  |            |
| [18]                                     |            | [38]  |            | [58]  |            | [78]  |            |
| [19]                                     |            | [39]  |            | [59]  |            | [79]  |            |
| [20]                                     |            | [40]  |            | [60]  |            | [80]  |            |



(a) Répartition aléatoire des poules dans les lots



(b) Aperçu des poules en lot



(c) Confection des rations expérimentales



(d) Balance électronique

