

Effet des programmes lumineux sur la croissance pondérale des poulets de chair

Mbusa Siviholya Kito¹, Naomi Nziavake Kyalwahi², Amos Kasereka Makwera³, Symphorien Kambale Kathavo⁴

Résumé

L'effet de l'éclairement sur la croissance pondérale des poulets de chair a été étudié en Ville de Butembo entre mars et avril 2022 pendant quatre semaines sur 30 poussins âgés de trois semaines au début de l'expérimentation. Les poussins ont été soumis à trois programmes lumineux : l'éclairement en permanence CH1 (24L : 0D), l'éclairement sur la moitié du nyctémère CH2 (12L : 12D) et l'alternance de 4 heures de lumière pour 2 heures d'obscurité CH3 (4L : 2D). Les résultats de l'étude ont montré que l'effet du programme d'éclairage sur la croissance pondérale de poulet de chair est variable dans le temps. Globalement, le programme lumineux de CH2 a donné des poids plus bas avec respectivement des poids de 0,415 kg ; 0,632 kg ; 0,99 kg ; 2,05kg pour la semaine 1, 2, 3, 4; alors que pour CH1, les poids ont été plus élevés avec des moyennes respectivement de 0,45 kg, 0,82 kg, 1,72 kg et 2,75 kg pour les semaines 1, 2, 3, 4 statistiquement similaires aux poids obtenus pour CH3.

Mots-clés : Programme lumineux, poulet de chair, croissance pondérale.

Abstract

The effect of light duration on the weight growth of broilers was studied in the town of Butembo between March and April 2022 for four weeks on 30 chicks aged three weeks at the start of the experiment. The chicks were subjected to three light programs: permanent illumination CH1 (24L: 0D), illumination on half of the nycthemera CH2 (12L: 12D) and the alternation of 4 hours of light for 2 hours of darkness CH3 (4L: 2D). The results of the study showed that the effect of the light duration on the weight growth of broilers varies over time. Globally, the CH2 light program yielded lower weights with weights of 0.415 kg, 0.632 kg, 0.99kg, 2.05kg respectively for weeks 1, 2, 3, 4 while for CH1 the weights were higher with averages respectively of 0.45 kg, 0.82 kg, 1.72 kg and 2.75 kg for the weeks 1, 2, 3, 4 statistically similar to the weights obtained for CH3.

Key words: Light program, broiler, weight growth

¹ Professeur Associé en Faculté des Sciences agronomiques de l'Université Catholique du Graben, Nord-Kivu/RDC : mbusakito@gmail.com

² Ingénieure agronome de l'Université Catholique du Graben, Nord-Kivu/RDC.

³ Ingénieur agronome de l'Université Catholique du Graben, Nord-Kivu/RDC.

⁴ Professeur *Full* en Faculté des Sciences agronomiques de l'Université Catholique du Graben, Nord-Kivu/RDC.

1. Introduction

En Afrique subsaharienne, l'aviculture représente une part importante dans les économies nationales (Sonaiya & Swan, 2004). Outre son rôle socioculturel, la volaille constitue une source intéressante de revenus et de protéines animales alimentaires pour les populations urbaines et rurales (Vidogbèna et al., 2010). Cette activité reste essentiellement familiale dans de nombreux pays (Sonaiya & Swan, 2004). Toutefois, cet élevage rencontre plusieurs contraintes dont notamment l'accès aux ingrédients alimentaires industriels, l'insuffisance de prophylaxie médicale et sanitaire, des problèmes de commercialisation des produits (œufs et poulets) et des équipements pour garantir les bonnes conditions de croissance des oiseaux (Brou et al., 2020).

En République Démocratique du Congo, l'élevage est une nécessité de lutter contre l'insécurité alimentaire particulièrement grâce aux différentes productions animales qui garantissent un apport en protéines de valeur nutritionnelle élevée dans l'alimentation humaine. C'est aussi une source sûre de création des richesses. Ceci est tout particulièrement vrai en aviculture à cause d'un cycle de production rapide et d'un coût abordable pour lancer une petite unité avicole comme le stipule Ndomba (2015). En plus, tel que rappelé par Pandey (2019), les poulets de chair modernes ont été génétiquement sélectionnés pour une croissance rapide, une bonne efficacité d'utilisation alimentaire et un rendement élevé en viande.

D'après Attia *et al.* (2011), Bovera *et al.* (2013) et Yang *et al.* (2015), les facteurs environnementaux tels que la lumière et la température affectent les performances et la croissance chez les animaux. Les poulets de chair sont fréquemment soumis à un éclairage artificiel dans plusieurs contrées du monde (Yang *et al.*, 2015).

La logique derrière la modulation des programmes lumineux repose sur le fait que les poules ne s'alimentent pas sous l'obscurité ; ce qui fait penser qu'un éclairage pendant assez longtemps permettrait une meilleure ingestion et, par conséquent, une meilleure croissance. C'est ainsi que de vastes recherches ont été menées sur les effets de différents programmes d'éclairage sur la croissance et la structure des corps des poulets de chair (Ingram *et al.*, 2000).

Toutefois, il existe bel et bien des limites quant à l'éclairement intensif et continu des animaux. Pandey (2019) rapporte que le recours à une méthode d'élevage des poulets de chair alimentés totalement en lumière continue a eu comme conséquence une croissance pondérale précoce sans tenir compte de la robustesse des jambes ; d'où les anomalies de posture observées fréquemment. Par ailleurs, l'intensité lumineuse a le potentiel de moduler la production et le bien-être des poulets de chair (Deep et al., 2013) ; dans tous les cas, l'éleveur doit balancer le prix de la croissance additionnelle au coût de l'éclairage pour prendre une décision motivée.

Face à toutes ces préoccupations, des études supplémentaires sont nécessaires pour évaluer comment différents programmes d'éclairement affecteront le rendement des poulets de chair. C'est dans cette logique que Brown (2008) suggère d'observer les performances pondérales et le comportement des poulets face à l'éclairement en vue de marier la rentabilité et le bien-être animal. Les études de ce genre comme celle de Beane *et al.* (1979) ont montré qu'en général, les oiseaux élevés sous un éclairage intermittent ont un poids plus élevé à l'âge d'abattage comparativement à ceux élevés sous éclairage permanent. En plus, le programme lumineux est réputé d'augmenter le poids vif et d'améliorer la conversion alimentaire (Petek et al., 2005) même si Cave *et al.* (1985) signalent que l'accroissement du poids dépend du sexe de l'oiseau chaque fois qu'un programme d'éclairage fractionné est appliqué.

Dans le contexte de la Ville de Butembo en République Démocratique du Congo, Talikuha (2020) a observé que l'élevage du poulet de chair a le potentiel d'une solution de lutte contre l'insécurité alimentaire. Même s'il reste critique sur les techniques d'élevage, il rapporte que l'aviculture est pratiquée en Ville de Butembo et les poulets de chair y existent réellement même si l'effectif est encore relativement insuffisant par rapport à la population de la ville.

Comme le développement d'un programme lumineux peut permettre l'optimisation de la croissance pondérale tel que repris par les divers auteurs, la présente étude s'est fixé comme objectif d'évaluer l'effet de trois programmes lumineux abordables sur la croissance pondérale chez le poulet de chair en finition.

2. Milieu et méthode

2.1. Milieu d'étude

Les expérimentations ont été conduites en Ville de Butembo. Elle est localisée dans les hautes terres de l'est de la RDC, en Province du Nord-Kivu. Son altitude moyenne est de 1700 m et elle est située entre 0°05' et 0°10' de latitude nord et 29° 17' et 29°18' longitude est. Elle se trouve à 17 km au nord de l'Équateur (Sahani, 2011). La Ville de Butembo a globalement trois saisons : deux saisons pluvieuses séparées par une petite saison sèche. Le climat d'altitude est généralement du type C selon la classification de Köppen. La première saison pluvieuse va de mars à mi-mai et la seconde allant de septembre à mi-novembre avec une saison sèche intermédiaire se situant de mi-mai à mi-août (Sahani, 2011).

Les sols de Butembo sont de type kaolitique. Les types de sols en Ville de Butembo sont d'après Sahani (2011) :

- ✓ Hygro-xérokaolisols non humifères formés sur du granito-gneiss. Ils sont situés dans la zone circonscrite entre Vutetse, la Mususa et le domaine universitaire de l'Horizon.
- ✓ Hygro-xérokaolisols humifères formés sur des schistes et des phyllades. Ils sont situés au nord-ouest de la Ville autour de Mubunge. Un autre groupe d'hydro-xérokaolisols humifères se trouve sur une bande isolée à l'est de Mukuna, sur des roches basiques.
- ✓ Hygro-kaolisols humifères qui s'étalent sur toute la Ville de Butembo. Le premier type est formé sur des schistes et des phyllades. Il s'étend sur le centre et l'Ouest de la ville. Le deuxième groupe est sur des roches micacées. Il occupe toute la partie orientale de la ville.

2.2. Méthode de collecte des échantillons et d'analyse des données

Pour atteindre l'objectif assigné à cette étude, les étapes ci-après ont été suivies : (i) choix des unités expérimentales, (ii) conduite de l'expérimentation, (iii) analyse et traitement des données.

2.2.1. Choix des unités expérimentales

Les unités expérimentales de cette étude étaient constituées de 10 poussins chacune, chacun des poussins ayant un âge de 3 semaines et un poids variant entre 450 et 510 grammes. Ces poussins ont été repartis aléatoirement dans trois chambres différentes en raison de 10 poussins par chambre correspondant à chaque traitement. Un programme lumineux spécifique était appliqué dans chaque chambre.

Dans cette étude, pour évaluer l'effet du programme lumineux sur la croissance des poulets de chair, les traitements considérés correspondent au programme lumineux. Il s'agit d'un programme d'éclairement continu de 24 heures de lumière par jour dans la chambre CH1 (Programme 24L), un programme lumineux restreint non intermittent de 12h de lumière (L) et 12h d'obscurité (D) dans la chambre CH2 (Programme 12L : 12D), et enfin un programme lumière intermittente de 4h de lumière (L) et 2h d'obscurité (D) dans CH3 (Programme 4L : 2D).

2.2.2. Conduite de l'expérimentation

L'expérimentation a été menée pendant quatre semaines en mars et avril 2022. Dans la réalisation de l'expérimentation, tous les poussins ont été soumis à un même régime d'alimentation indépendamment de leur programme lumineux. L'alimentation était constituée du prémélange de KBC qui a été mixé avec le maïs finement concassé en raison 3 kg de KBC et 1 kg de maïs. La ration était homogène, c'est-à-dire dans chaque chambre, 0,6 kg d'aliment était distribué le matin et le soir pendant la première et la deuxième semaines. Pendant la troisième semaine, la quantité d'aliment a été augmentée jusqu'à 2 kg dans chaque chambre. Enfin, à la quatrième semaine, elle a été également augmentée jusqu'à 3 kg. Il faut noter que

pendant toutes les semaines, l'aliment était distribué le matin et le soir et la composition n'a pas été modifiée.

Pour une bonne hygiène et la prévention des maladies aviaires, la litière en copeaux de bois était renouvelée une fois après les deux premières semaines, mais aussi à la fin de la troisième semaine. A la fin de chaque semaine, les poids des poulets au sein de chaque chambre étaient enregistrés selon les traitements.

2.2.3. Analyse des données

L'analyse statistique des données a été réalisée à différents niveaux à travers plusieurs tests. Les données de poids de chaque semaine ont été considérées comme indépendantes. Les analyses ont été effectuées indépendamment pour chaque semaine avant de les considérer globalement. Ceci peut permettre d'appliquer un programme lumineux jusqu'à une période donnée quitte à le changer après.

Pour évaluer l'effet du programme lumineux sur la croissance pondérale de poulet de chair, les données de poids de chaque semaine ont été soumises à l'analyse de la variance à un critère de classification (Chambre/Programme d'éclairage) ou au test non paramétrique correspondant de Kruskal-Wallis (Barnier et al., 2020). En effet, avant de réaliser ces tests précités, la condition de normalité et celle d'égalité de variance ont été réalisées respectivement par le test de Shapiro-Wilk et de Bartlett. En cas de conformité au test de normalité et au test d'égalité de variance, l'analyse de la variance a été appliquée, sinon le test de Kruskal-Wallis. Tous ces tests ont été appliqués au seuil de signification de 5 %.

En cas de différence significative entre les poids dans les chambres, le test de comparaison multiple de Tuckey a été appliqué pour les données ayant subi l'ANOVA et pour les données ayant subi le test de Kruskal-Wallis, un test de comparaison multiple spécifique à ce test a été appliqué au seuil de 5 % (Le Roux, 2009). Toutes ces analyses ont été effectuées avec le logiciel R sous l'interface R Studio avec le package ggplot2 pour les graphiques, pglm pour la comparaison multiple du test de Kruskal-Wallis et enfin, le package basique stats pour d'autres tests.

3. Résultats

Les résultats issus des expérimentations sont illustrés dans les figures 1 à 5 et les tableaux 1 à 3.

3.1. Croissance pondérale observée

La figure (1) présente la courbe de croissance pondérale des poulets de chair pendant quatre semaines d'expérimentation.

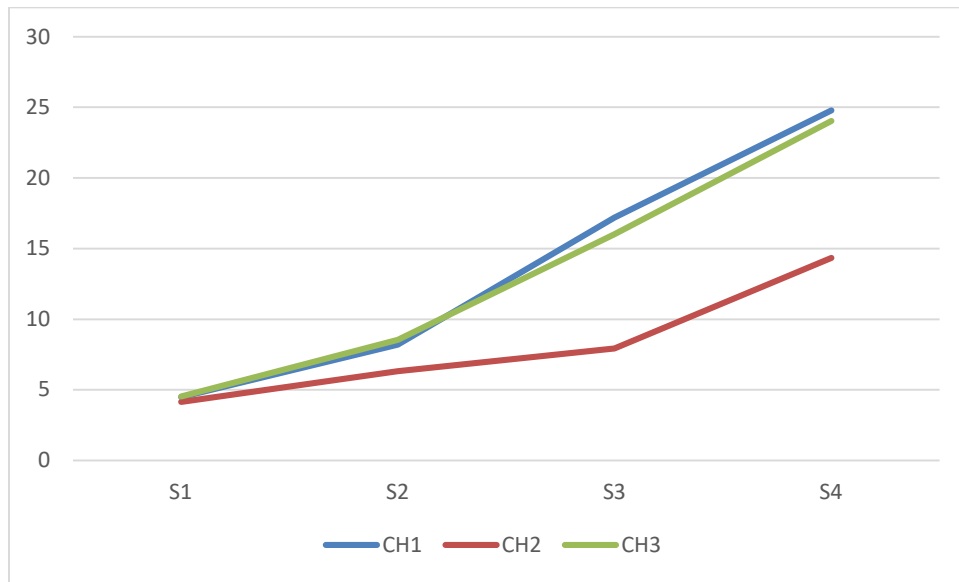


Figure 1. Évolution des poids des lots des poulets de chair (en kg) dans le temps en semaines (S) en fonction des traitements (CH = Programme lumineux).

Les résultats révèlent que les poulets de chair soumis au programme lumineux de la CH2 (12L : 12D) ont connu un retard de croissance par rapport à ceux soumis au programme de la CH1(24L) et CH3(4L : 2D) soit seize heures d'éclairement par jour. En effet, les cumuls de poids obtenu

dans la CH1, CH2, CH3 sont respectivement de 24,8 kg ; 14,35 kg ; 24,05 kg.

3.2. Effet du programme lumineux sur la croissance pondérale en fonction de la semaine

Le tableau 1 présente les moyennes des poids obtenus à la fin de chaque semaine d'observation.

Tableau 1. Moyennes des poids individuels (en kg) obtenues à chaque semaine d'expérimentation

Chambre	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4
CH1	0,45	0,82	1,72	2,75
CH2	0,415	0,632	0,99	2,05
CH3	0,455	0,855	1,602	2,405

3.2.1. Semaine 1

Les poids moyens individuels des poulets de chair obtenus après la semaine 1 sont de 0,45 kg, 0,415 kg et 0,455kg respectivement pour les chambres CH1, CH2, CH3. La distribution de ces poids n'a pas suivi une loi normale selon le test de Shapiro-Wilk (p-value = 0,01098) (Figure 2). Cependant, la condition d'égalité des variances est respectée (p-value = 0,8865). Ces poids en fonction du programme lumineux dans différentes chambres n'ont pas différé de manière significative (Kruskal-Wallis chi-deux = 2,7288, ddl = 2, p-value = 0,2555). La figure (2) illustre la distribution des poids de la semaine 1.

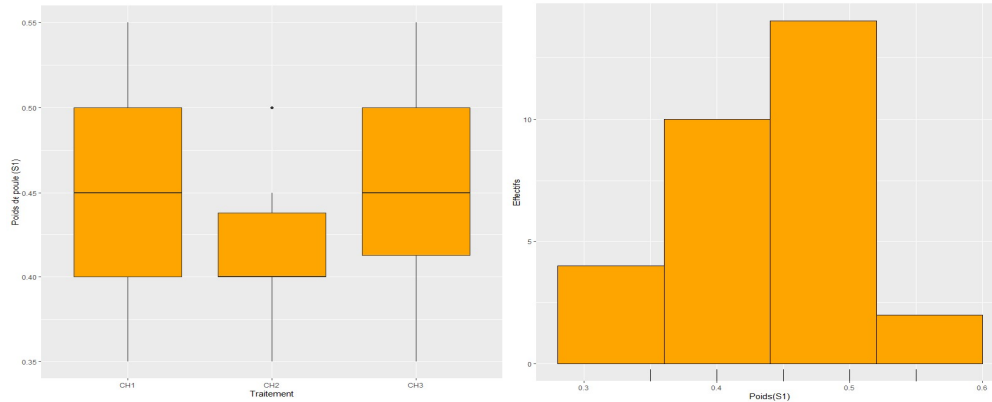


Figure 2. Distribution des poids des poulets de chair à la fin de la semaine 1

3.2.2. Semaine 2

À la fin de la semaine 2, les poids des poulets ont été en moyenne de 0,82 kg pour la CH1 ; de 0,63 kg pour la CH2 et de 0,855 kg pour la CH3. Les médianes sont respectivement de 0,775 kg ; 0,625 kg et 0,85 kg pour les chambres CH1, CH2 et CH3. La distribution des poids à la deuxième semaine est loin de la normalité selon le test de Shapiro-Wilk (p -value = 0,0009975) (figure 3) ainsi que la condition d'égalité de variance n'a pas été respectée (p -value = 0,001767).

Le programme lumineux au sein de différentes chambres a influencé de manière très significative le poids des poulets de chair par le test de Kruskal-Wallis basé sur la médiane (Kruskal-Wallis chi-deux = 17,847, ddl = 2, p -value = 0,0001332 ***). La comparaison multiple par le test associé à celle de Kruskal-wallis révèle que les poids obtenus dans la CH2 ont été très inférieurs par rapport aux deux autres. Les poids obtenus dans la CH1 et la CH3 ne sont pas statistiquement différents au seuil de 0,05.

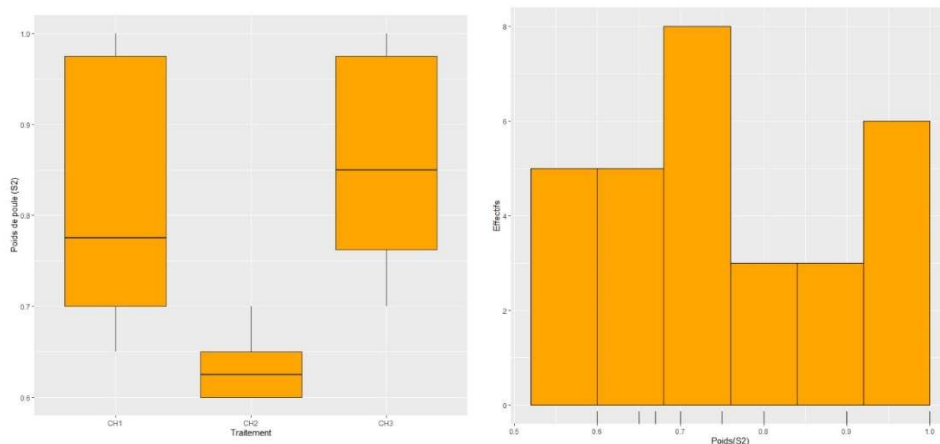


Figure 3. Distribution des poids individuels des poulets de chair à la fin de la semaine 2

3.2.3. Semaine 3

À la fin de la semaine 3, les moyennes des poids selon les chambres ont été de 1,72 kg pour la chambre CH1 ; 0,99 kg pour la CH2 et 1,60 kg pour la CH3. Les médianes ont été de 1,55 kg ; 1 kg et 1,55 kg respectivement pour la CH1, CH2, CH3. La distribution de ce poids suit la normalité selon le test de Shapiro-Wilk (p-value = 0,119) (figure 4), alors que la condition d'égalité de la variance n'est pas respectée (p-value = 0,003922).

Le test de Kruskal-Wallis révèle une différence très hautement significative entre les poids obtenus de différentes chambres (Kruskal-Wallis chi-deux = 16,609, ddl = 2, p-value = 0,0002474***). Le test de comparaison multiple associé au test de Kruskal-Wallis révèle que les poids obtenus dans la chambre CH2 ont été significativement très différents de ceux obtenus dans les autres chambres. Il n'existe pas de différence significative au seuil de 0,05 entre le poids moyen de 1,72 kg obtenu dans la chambre CH1 et celui de 1,60 kg obtenu dans la chambre CH3.

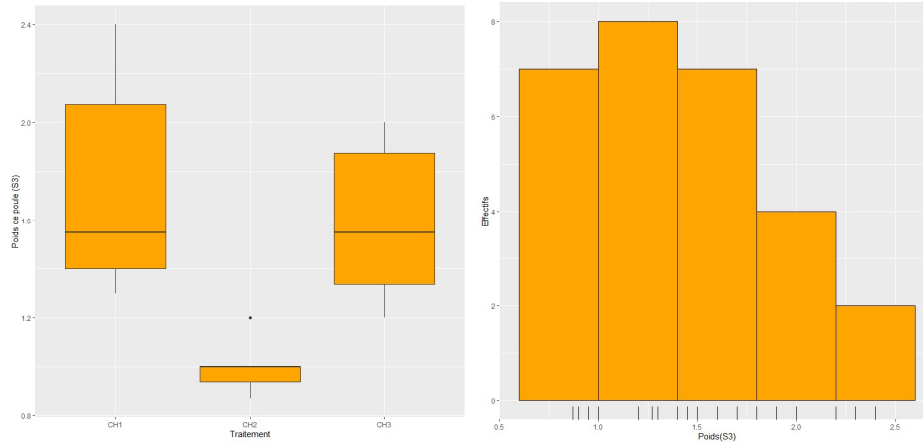


Figure 4. Distribution des poids obtenus à la semaine 3

3.2.4. Semaine 4

À la fin de la dernière semaine d'observation (semaine 4), les moyennes des poids ont été respectivement de 2,75 kg ; 2,05 kg et 2,405 kg pour les chambres CH1, CH2 et CH3. Ces poids obtenus à la fin de cette semaine suivent la loi normale selon le test de Shapiro-Wilk ($p\text{-value} = 0,06104$) et respectent la condition d'égalité de variance ($p\text{-value} = 0,5539$) selon le test de Bartlett. Le résultat de l'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative ($p\text{-value} = 0,0003591^{***}$) entre les moyennes des poids dans les chambres, celle obtenue dans la chambre CH2 ayant été inférieure par rapport aux deux autres. La figure 5 présente la distribution des poids des poulets de chair à la fin de la quatrième semaine.

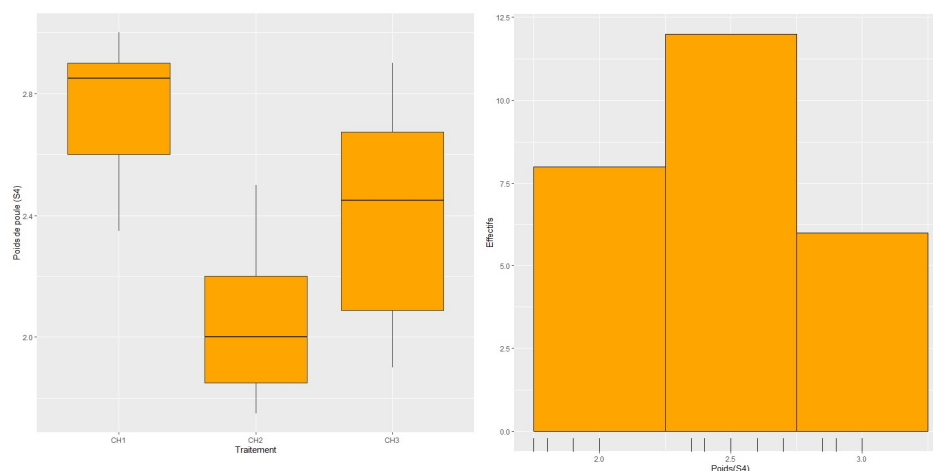


Figure 5. Distribution des poids des poulets de chair à la fin de la semaine 4

Tableau 2. Analyse de la variance pour la semaine 4

Source de variation	ddl	SCE	CM	F	P-valeur
Chambre	2	1,9709	0,98546	11,421	0,0003591 ***
Résiduelle	27	1,9845	0,08628		

Comme cela est repris dans le tableau 3, la comparaison multiple des moyennes des poids par le test de Tukey révèle que les poids obtenus dans la CH1 ont été différents de deux autres (CH2-CH1 p-value = 0,0002376 et CH3-CH1 p-valeur = 0,041), alors qu'entre les poids obtenus dans la CH2 et la CH3 ne sont pas différents au seuil de 0,05 (p-value = 0,0556993).

Tableau 3. Résultats de la comparaison multiple par le test de Tukey

Traitement	Différence	p-valeur
CH2-CH1	-0,7055556	0,0002376***
CH3-CH1	-0,3505556	0,0410818*
CH3-CH2	0,3550000	0,0556993

4. Discussion des résultats

Le programme lumineux est un facteur important de l'environnement des oiseaux. Les résultats de l'expérimentation révèlent que l'effet du programme lumineux sur la croissance pondérale des poulets n'est pas direct et se manifeste au cours du temps. Selon Farghly et al. (2020), le régime d'éclairage ou le programme lumineux a un effet sur la croissance des poulets de chair. Les résultats de la présente expérimentation s'y conforment. L'effet du régime d'éclairage n'a pas été visible à la fin de la première semaine ($p = 0,2555 > 0,05$), mais a commencé à être visible à partir de la fin de la deuxième semaine jusqu'à la quatrième ($p = 0,0001332 < 0,05$). Les résultats similaires ont été trouvés par Olanrewaju & Purswell (2012) dans une étude sur l'influence de la photopériode et de l'intensité de la lumière sur la croissance des poulets de chair où l'effet a été visible à partir du 14^{ième} jour de l'expérimentation.

À la fin de la semaine 2 et de la semaine 3, le programme lumineux de la chambre CH1 (24L) et celui de la chambre CH3 (4L:2D) ont eu un effet similaire sur la croissance pondérale des poulets de chair contrairement à ceux de la chambre CH2 (12L:12D). Les poids obtenus dans les chambres CH1 et CH3 ont été supérieurs à ceux obtenus dans la CH2. C'est en ce sens que Buyse *et al.* (1994) affirmaient que le programme lumineux fractionné pouvait induire un poids final similaire, voire meilleur que le programme de lumière continue.

À la quatrième semaine, dans la présente étude, le poids des poulets de chair soumis à la lumière continue (24L) a été plus élevé (p -valeur = 0,0410818) que celui de la lumière intermittente de courte durée (4L : 2D) (figure 5). Au vu du nombre d'heures d'éclairement sur le nycthémère, ces résultats sont en contradiction avec ceux trouvés par Mahmud et al. (2011) pour qui le gain des poids sous la lumière continue (23L : 1D) et celui de la lumière intermittente courte durée (1L : 3D et 1L : 2D) n'ont pas montré de différence significative.

En somme, dans la présente étude, les poulets de chair qui ont été soumis à un programme lumineux restreint non intermittent de 12L : 12D ont présenté un retard de croissance (figure 1). En effet, Ingram et al. (2000) ont trouvé aussi qu'un programme d'éclairage de tel type a amélioré

considérablement la conversion alimentaire, alors qu'il diminue le poids corporel comme pour dire qu'un tel programme permet aux poulets de mieux métaboliser sans que ces poulets mangent assez pour gagner du poids. En outre, Rahimi et al. (2005) stipulent que l'activité physique est très faible pendant l'obscurité et que la dépense énergétique est considérable. C'est pourquoi une réduction de l'activité physique avec la lumière intermittente peut également contribuer à une amélioration de l'efficacité de conversion. Du point de vue pratique, le programme lumineux intermittent peut être utilisé comme une technique de gestion efficace pour la production des poulets de chair pendant la saison chaude dans les zones tropicales et subtropicales (Abbas et al., 2008).

Conclusion et suggestions

Cette étude réalisée à Butembo en mars et avril 2022 pendant quatre semaines avait pour objectif d'analyser les différences de croissance pondérale des poussins de trois semaines soumis à trois programmes lumineux différents, à savoir 24L ; 12L : 12D ; 4L : 2D. De cette étude, il est ressorti que les poussins soumis au programme lumineux 12L : 12D dans la chambre CH2 ont connu un retard de croissance contrairement à ceux soumis aux programmes lumineux 24L (chambre 2) et 4L : 2D (chambre 3).

À la première semaine, l'effet de la lumière n'a pas été visible avec des poids qui n'ont pas été statistiquement différents selon les chambres (programmes lumineux). L'effet du programme d'éclairage a été visible à partir de la deuxième semaine jusqu'à la quatrième. Dans la pratique, ceci amènerait à appliquer le programme lumineux CH1 ou CH3 à partir de la deuxième semaine d'engraissement.

Tenant compte du manque de différence significative entre CH1 et CH3, il serait, dans ce cas, conseillé de recourir au programme CH3 qui a l'avantage d'utiliser moins de temps de lumière et donc moins de courant électrique avec des performances pondérales similaires. Vers la fin de la croissance à la quatrième semaine d'engraissement, on devrait recourir au programme lumineux CH1 dans lequel les poulets sont éclairés permanemment et contribuant ainsi à une meilleure croissance.

Une étude plus approfondie devrait être menée quant à l'influence de la durée d'éclairement sur les indices de consommation pour vérifier si l'efficacité de conversion alimentaire qui peut être affectée par les programmes lumineux pourrait être compensée en termes de coût par le rythme de croissance, c'est-à-dire savoir s'il y a des avantages économiques au niveau de l'exploitation en intégrant un programme lumineux à croissance rapide par rapport au coût de l'électricité et aux coûts des aliments.

D'autres études devraient être menées en recourant à des ressources alimentaires diversifiées et aux prémélanges autres que le KBC. Par ailleurs, ces recherches devront prendre en compte la qualité de la lumière tout comme à l'intensité lumineuse pour mieux intégrer cet aspect dans les élevages.

Références bibliographiques

- ABBAS, A. O., ALM EL-DEI, A. K., DESOKY, A. A., & A.A. GALAL, M. (2008). The effects of photoperiod programs on broiler chicken performance and immune response. *International Journal of Poultry Science*, 7(7), 665-671. <https://doi.org/10.3923/ijps.2008.665.671>
- ATTIA, Y. A., HASSAN, R. A., TAG EL-DIN, A. E., & ABOU-SHEHEMA, B. M. (2011). Effect of ascorbic acid or increasing metabolizable energy level with or without supplementation of some essential amino acids on productive and physiological traits of slow-growing chicks exposed to chronic heat stress. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 95(6), 744-755. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2010.01104.x>
- BARNIER, J., BIAUDET, J., BRIATTE, F., BOUCHET-VALT, M., GALLIC, E., GIRAUD, F., GOMBIN, J., KAUFFMANN, M., LALANNE, C., LARMARANGE, J., & ROBETTE, N. (2020). *Analyse-R : Introduction à l'analyse d'enquêtes avec R et R Studio*.
- BEANE, W. L., CHERRY, J. A., & WEAVER, W. D. (1979). Intermittent Light and Restricted Feeding of Broiler Chickens. *Poultry Science*, 58(3), 567-571. <https://doi.org/10.3382/ps.0580567>

- BOVERA, F., LESTINGI, A., PICCOLO, G., IANNACCONE, F., ATTIA, Y. A., & TATEO, A. (2013). Effects of water restriction on growth performance, feed nutrient digestibility, carcass and meat traits of rabbits. *Animal*, 7(10), 1600-1606. <https://doi.org/10.1017/S1751731113001146>
- BROU, G. K. G., ADOU, C. F. D., KOUASSI, K. D., & DIOMANDE, D. (2020). Analyse technique de l'élevage du poulet traditionnel en milieu rural dans le Departement de Dimbokro en Cote d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 32(2), Article 2.
- BROWN, A. (2008). *Photoperiod effects on broiler behavior* [Master Thesis]. Virginia Polytechnic Institute and State University.
- BUYSE, J., DECUYPERE, E., & MICHELS, H. (1994). Intermittent Lighting and Broiler Production .1. Effect On Female Broiler Performance. *Archiv Fuer Gefluegelkunde*, 58(2), 69.
- CAVE, N. A. G., BENTLEY, A. H., & MACLEAN, H. (1985). The Effect of Intermittent Lighting on Growth, Feed:Gain Ratio, and Abdominal Fat Content of Broiler Chickens of Various Genotypes and Sex1. *Poultry Science*, 64(3), 447-453. <https://doi.org/10.3382/ps.0640447>
- DEEP, A., RAGINSKI, C., SCHWEAN-LARDNER, K., FANCHER, B. I., & CLASSEN, H. L. (2013). Minimum light intensity threshold to prevent negative effects on broiler production and welfare. *British Poultry Science*, 54(6), 686-694. <https://doi.org/10.1080/00071668.2013.847526>
- FARGHLY, A. M. F., METWALLY, M. A., & SHARAQA, T. M. (2020). Effects of light regimens on s asso broilers. *Egyptian Poultry Science Journal*, 40(3), 673-683.
- INGRAM, D. R., HATTENS, L. F., & MCPHERSON, B. N. (2000). Effects of light restriction on broiler performance and specific body structure measurements. *Journal of Applied Poultry Research*, 9(4), 501-504. <https://doi.org/10.1093/japr/9.4.501>
- LE ROUX, Y. (2009). *Logiciel R*.
- MAHMUD, A., SAIMA, RAFIULLAH, & ALI, I. (2011). Effect of different light regimens on performance of broilers. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 21(1), 104-106.

- NDOMBA, K. W. (2015). *Caractérisation morpho-productive et parasitologique de la poule locale (Gallus gallus domesticus) élevée dans la province du Maniema/RDC* [Thèse de doctorat]. Université de Kisangani.
- OLANREWaju, H., & PURSWELL, J. (2012). Influence of Photoperiod , Light Intensity and Their Interaction on Growth Performance and Carcass Characteristics of Broilers Grown to Heavy Weights. *International Journal of Poultry Science*, 11(12), 739-746. <https://doi.org/10.3923/ijps.2012.739.746>
- PANDEY, U. (2019). Effect of Lighting in Broiler Production. *Acta Scientific Agriculture*, 3(6), 114-116.
- PETEK, M., SÖNMEZ, G., YILDIZ, H., & BASPINAR, H. (2005). Effects of different management factors on broiler performance and incidence of tibial dyschondroplasia. *British Poultry Science*, 46(1), 16-21. <https://doi.org/10.1080/00071660400023821>
- RAHIMI, G., REZAEI, M., HAFEZIAN, H., & SAIYAHZADEH, H. (2005). The Effect of Intermittent Lighting Schedule on Broiler Performance. *International Journal of Poultry Science*, 4(6), 396-398. <https://doi.org/10.3923/ijps.2005.396.398>
- SAHANI, M. (2011). *Contexte urbain et climatique des risques hydrologique de la ville de Butembo, Nord-Kivu/ R.D. C* [Thèse de doctorat]. Université de Liège.
- SONAIYA, E. B., & SWAN, S. E. J. (2004). *Production en aviculture familiale* (FAO). Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.
- THALIKUHA, K. F. (2020). *Etude de la filière poulets de chair en ville de Butembo* [Travail de Fin de Cycle]. Université Catholique du Graben.
- VIDOGBENA, F., ADEGBIDI, A. A., GARNETT, S. T., KOUDANDE, D. O., AGBO, V., & ZANDER, K. K. (2010). Peace, health or fortune ? Preferences for chicken traits in rural Benin. *Ecological Economics*, 69(9), 1848-1857. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.04.027>

YANG, H., XING, H., WANG, Z., XIA, J., WAN, Y., HOU, B., & ZHANG, J. (2015). Effects of intermittent lighting on broiler growth performance, slaughter performance, serum biochemical parameters and tibia parameters. *Italian Journal of Animal Science*, 14(4), 684-689.<https://doi.org/10.4081/ijas.2015.414>