

Effet de la mue induite sur les performances des poules pondeuses Lohmann Brown

Najlae EL BOUANANI¹, Hafsa HOUMAIRI¹, Bouchaib BENCHARKI¹

(Reçu le 08/04/2025; Accepté le 04/06/2025)

Résumé

La méthode du retrait d'aliments est la méthode d'induction de la mue la plus populaire et la plus efficace, elle a été utilisée dans cette étude. L'objectif de cette étude est de comparer les performances de production d'un lot des poules pondeuses commerciales de souches Lohmann Brown lot «MUE» avec un lot de référence de la souche Lohmann Brown lot «REF». Pour cette étude, 120.000 poules pondeuses de souche Lohmann Brown, élevées en cage, ont été suivies. Le suivi des performances zootechniques a commencé dès le début du cycle de ponte, à 18 semaines d'âge jusqu'à l'âge de 92 semaines. À partir de la semaine 69 après l'induction de la mue, les poules du lot «MUE» ont atteint un pic de ponte de 89,0 % contre 79,2% du lot «REF» à la même semaine d'âge. Le nombre cumulé d'œufs produits en fin de cycle, à l'âge de 92 semaines par le lot «MUE» a été significativement supérieur à celui du lot «REF». En effet, un écart positif en faveur du lot «MUE» de 191.544 œufs a été observé. Tout au long du cycle des poules, le poids moyen des œufs du lot «REF» était plus grand que celui du lot «MUE». Après la restriction alimentaire du lot «MUE», le poids des poules a baissé de 487 g, soit 24,0 % du poids avant la mue.

Mots clés: Mue, poule pondeuse, Lohmann Brown, œufs

Effect of induced molting on the performance of Lohmann Brown laying hens

Abstract

The feed withdrawal method is the most popular and effective method of molt induction and was used in this study. The objective of this study was to compare the production performance of a batch of commercial Lohmann Brown laying hens, batch "MUL" with a reference batch of the Lohmann Brown strain, batch "REF". For this study, 120,000 cage-reared Lohmann Brown laying hens were monitored. Monitoring of zootechnical performance began from the beginning of the laying cycle, at 18 weeks of age, up to 92 weeks of age. From week 69 after molt induction, hens in the "MUL" batch reached a peak laying of 89.0% compared to 79.2% in the "REF" batch at the same week of age. The cumulative number of eggs produced at the end of the cycle, at 92 weeks of age, by the "Molting" flock was significantly higher than that of the "REF" flock. Indeed, a positive difference of 191,544 eggs in favor of the "Molting" flock was observed. Throughout the hen's cycle, the average egg weight of the "REF" flock was greater than that of the "Molting" flock. After the "Molting" flock's feed restriction, the hens' weight decreased by 487 g, or 24.0% of their pre-molting weight.

Keywords: Molting, laying hen, Lohmann Brown, eggs

INTRODUCTION

La mue est une pratique courante utilisée par l'industrie commerciale des œufs pour rajeunir les troupeaux pour un deuxième ou un troisième cycle de ponte. Pendant ce temps, les poules se reposent de la production et les organes reproducteurs sont rajeunis pour augmenter la production et la qualité lors du prochain cycle de ponte (Donalson *et al.*, 2005).

La mue est un processus biologique naturel des poules pondeuses, mais l'induction de la mue est une pratique controversée en raison de la méthodologie utilisée. Diverses techniques se sont avérées efficaces pour induire la mue, soit individuellement, soit en diverses combinaisons: alimentation, eau ou restriction lumineuse (Cunningham et Mauldin, 1996).

Les éléments clés d'une mue réussie sont considérés comme l'arrêt de la production d'œufs accompagné d'une perte importante de poids corporel. En conséquence, une mue réussie entraîne souvent un deuxième pic de production d'œufs de 10 à 12 % au-dessus des niveaux d'avant la mue, avec un retour de la qualité de la coquille équivalente à celle d'une poulette beaucoup plus jeune (Cunningham et Mauldin, 1996).

Dans le passé, des études ont été menées en utilisant des régimes mélangés à des concentrations élevées de zinc (Bell, 2003), de thyroxine (Keshavarz et Quimby, 2002) et de faibles concentrations de sodium (Berry et Brake, 1985) pour induire la mue. Cependant, ces régimes ont donné des résultats incohérents, sont coûteux et peuvent entraîner des comportements négatifs tels que le picage cannibale (Webster, 2003; Biggs *et al.*, 2004).

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Protocole expérimentale

120.000 poules pondeuses de souche Lohmann Brown, élevées en cage, ont été suivies pour effectuer cette étude. Le suivi des performances zootechniques a commencé dès le départ du cycle de ponte, à 18 semaines d'âge jusqu'à l'âge de 92 semaines. La mue a été induite à l'âge de 61 semaines et 3 jours. L'étude s'est déroulée pendant 76 semaines, du 09/09/2019 au 07/03/2021, dans la région de Témara au Maroc.

Les performances de production du lot étudié (MUE) ont été comparées à un lot référentiel de la souche Lohmann Brown, lot «REF».

Programme alimentaire des poules pondeuses Lohmann Brown avant la mue

4 formules alimentaires ont été adoptées avant l'induction de la mue: Formule A: 18 à 20 semaines d'âge, Formule B : 21 à 30 semaines d'âge, Formule C: 31 à 36 semaines d'âge, et la Formule D: 37 à 61 semaines d'âge (Tableau 1).

Programme alimentaire des poules pondeuses Lohmann Brown pour induire la mue

À partir la semaine 60 et 3 jours, les poules pondeuses Lohmann Brown ont été à jeun pendant 9 jours, puis elles ont consommé le maïs concassé pendant 18 jours à raison de 80 g/poule/jour, et à partir la semaine 65; une transition alimentaire vers la formule B a été effectuée. À noter que l'eau fraîche a été mise en place à volonté toute la période de l'essai (Tableau 2).

¹ Laboratoire Agro-alimentaire et Santé, Faculté des sciences et technologies de Settat, Université Hassan Premier de Settat, Maroc

Tableau 1: Programme alimentaire des poules pondeuses Lohmann Brown avant la mue

Matière première	Formule A	Formule B	Formule C	Formule D	Unité
Maïs	38,29	50,00	51,89	58,00	%
Tourteau de tournesol	13,00	13,00	7,10	12,00	%
Tourteau de soja	11,50	14,10	16,65	14,70	%
Blé fourrager	10,00	0,00	0,00	0,00	%
Carbonate de calcium	9,10	9,25	8,85	9,20	%
Farine de riz	5,00	3,00	5,00	0,00	%
Tourteau de colza	5,00	3,00	3,00	2,40	%
Drêche de maïs : DDGS	3,65	3,00	4,00	0,00	%
Huile de soja	2,00	2,00	1,00	1,00	%
Mono-Di calcium Phosphate	1,05	1,10	1,05	1,15	%
Prémix (vitamines et minéraux)	0,50	0,55	0,50	0,500	%
Bicarbonate de sodium	0,215	0,185	0,170	0,235	%
Sel	0,210	0,100	0,110	0,190	%
Méthionine liquide 80%	0,150	0,165	0,170	0,160	%
L-Lysine HCL 78%	0,120	0,105	0,085	0,105	%
Choline liquide 75%	0,090	0,090	0,090	0,090	%
Acide formique 96%	0,000	0,250	0,250	0,250	%
Sorbitol liquide	0,067	0,067	0,067	0,067	%
Extrait de plantes médicinales	0,050	0,000	0,000	0,000	%
Protéase	0,000	0,025	0,000	0,000	%
Xylanase	0,010	0,010	0,010	0,010	%
Phytase	0,003	0,003	0,003	0,003	%
Total	100	100	100	100	%
Composition nutritionnelle	Formule A	Formule B	Formule C	Formule D	Unité
Énergie métabolisable ponte	2774	2800	2800	2760	Kcal/kg
Protéines brutes	18,4	18,4	17,7	16,7	%
Humidité	10,3	10,3	10,6	11,0	%
Amidon	32,9	33,4	35,0	38,1	%
Calcium	40,1	40,5	39,4	41,0	g/kg
Phosphore total	8,11	7,89	7,41	7,06	g/kg
Phosphore disponible	4,38	4,37	4,00	4,03	g/kg
Cellulose brute	4,85	4,76	3,97	4,26	%
Matière grasse	5,5	4,9	4,2	3,8	%
Matière minérale	136	136	131	132	g/kg
Chlore	0,22	0,15	0,15	0,20	%
Sodium	0,16	0,11	0,11	0,15	%
Sucre	3,29	3,20	3,27	3,13	%
Acide linoléique	2,47	2,34	1,92	1,86	%
Chlorure de choline	675	675	675	675	mg/kg
Lysine totale	9,18	9,15	9,00	8,52	g/kg
Lysine digestible	7,8	8,0	7,8	7,5	g/kg
Méthionine + cystine totaux	8,13	8,05	8,05	7,80	g/kg
Méthionine + cystine digestibles	7,18	7,22	7,22	7,00	g/kg
Méthionine totale	4,57	4,66	4,80	4,64	g/kg
Méthionine digestible	4,29	4,41	4,55	4,42	g/kg
Thréonine totale	6,86	7,03	6,72	6,36	g/kg
Thréonine digestible	5,75	6,05	5,73	5,49	g/kg
Tryptophane totale	2,08	2,06	1,95	1,84	g/kg
Tryptophane digestible	1,82	1,84	1,72	1,58	g/kg
Leucine totale	13,4	14,0	14,0	13,7	g/kg
Leucine digestible	12,17	12,8	12,8	12,6	g/kg

Tableau 2: Programme alimentaire des poules pondeuses Lohmann Brown pour induire la mue

Semaine	Aliment
61	À jeun (pendant 9 jours)
62	Maïs (pendant 18 jours: semaines 62, 63 et 64)
63	
64	
65	Transition 50% maïs et 50% formule après mue 1

Programme alimentaire des poules pondeuses Lohmann Brown Après la mue

Évitant tout stress nutritionnel après 65 semaine d'âges, les poules Lohmann Brown ont consommé 5 formules alimentaires adaptées au stade et de production: Formule

après mue 1: (MU1) , formule après mue 1 optimisation 2: (MU1OP2), formule après mue 2: (MU2) , formule après mue 2 optimisation2: (MU2OP2), et en fin de cycle, les poules ont consommé la formule alimentaire réforme: Réforme (Tableau 3).

Tableau 3: Programme alimentaire des poules pondeuses Lohmann Brown après la mue

Matière première	MU1	MU1OP2	MU2	MU2OP2	Réforme	Unité
Maïs	49,4	47,9	51,9	52,0	56,5	%
Tourteau de tournesol	6,80	6,40	9,65	11,9	4,00	%
Tourteau de soja	19,3	17,1	11,6	9,00	13,8	%
Carbonate de calcium	9,35	9,44	9,85	10,0	10,4	%
Son de blé	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	%
Tourteau de colza	0,00	3,00	6,00	6,00	6,00	%
Drêche de maïs : DDGS	5,00	6,00	7,00	7,00	6,85	%
Huile de soja	2,50	2,50	2,00	2,00	0,50	%
Di calcium Phosphate 18,1%	1,00	1,00	0,60	0,40	0,43	%
Prémix (vitamines et minéraux)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	%
Bicarbonate de sodium	0,14	0,21	0,17	0,20	0,00	%
Sulfate de sodium	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	%
Sel	0,20	0,20	0,09	0,07	0,10	%
Méthionine liquide 80%	0,27	0,25	0,19	0,19	0,19	%
L-Lysine HCL 78%	0,08	0,07	0,09	0,14	0,06	%
L-Thréonine 98,5%	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	%
Choline liquide 75%	0,06	0,06	0,06	0,06	0,09	%
Acide formique 96%	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	%
Sorbitol liquide	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	%
Xylanase	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	%
Phytase	0,003	0,00	0,003	0,003	0,003	%
Total	100	100	100	100	100	%
Composition nutritionnelle	MU1	MU1OP2	MU2	MU2OP2	REF	Unité
Énergie métabolisable ponte	2830	2800	2800	2780	2760	kcal/kg
Protéines brutes	18,0	18,0	17,5	17,2	16,8	%
Humidité	10,5	10,6	10,4	10,4	10,8	%
Amidon	33,4	32,5	34,0	34,1	36,9	%
Calcium	41,0	41,6	42,4	42,7	44,0	g/kg
Phosphore total	7,00	7,14	6,44	6,17	5,75	g/kg
Phosphore disponible	4,01	4,03	3,33	3,00	3,00	g/kg
Cellulose brute	3,80	4,13	4,61	4,93	3,81	%
Matière grasse	5,44	5,58	5,05	5,00	3,78	%
Matière minérale	134,8	135,3	135,1	135,3	137,8	g/kg
Chlore	0,201	0,201	0,142	0,141	0,140	%
Sodium	0,141	0,161	0,110	0,111	0,110	%
Sucre	3,26	3,32	3,15	3,07	3,14	%
Acide linoléique	2,67	2,71	2,42	2,42	1,74	%
Chlorure de choline	487	487	487	487	675	mg/kg
Lysine totale	9,18	9,00	8,40	8,35	8,19	g/kg
Lysine digestible	8,00	7,80	7,22	7,20	7,03	g/kg
Méthionine + cystine totales	8,44	8,50	8,16	8,18	7,82	g/kg
Méthionine + cystine digestibles	7,60	7,62	7,29	7,32	7,00	g/kg
Méthionine totale	5,24	5,19	4,78	4,84	4,56	g/kg
Méthionine digestible	4,98	4,92	4,52	4,58	4,31	g/kg
Thréonine totale	6,83	6,78	6,63	6,47	6,42	g/kg
Thréonine digestible	5,85	5,76	5,62	5,48	5,45	g/kg
Tryptophane totale	1,97	1,96	1,84	1,78	1,75	g/kg
Tryptophane digestible	1,72	1,69	1,61	1,56	1,51	g/kg
Leucine totale	14,7	14,7	14,4	14,0	14,3	g/kg
Leucine digestible	13,4	13,3	13,1	12,7	13,0	g/kg

Programme Lumineux

Le programme lumineux adopté pour ce lot de poules est le programme lumineux en saison chaude (B) (Figure 1). En effet, avant la mue le programme lumineux a atteint 16 heures de lumières, pendant la mue durant 5 semaines sans lumière (bâtiment 100% obscure), après la mue 14 heures de lumière dans le bâtiment.

Paramètres étudiés

Durant l'étude (avant, après et lors de la mue), 7 paramètres ont été suivis : taux de mortalité, taux de ponte, nombre d'œufs par poule présente, nombre d'œufs cumulé par poule présente, masse des œufs par poule présente, calibre des œufs, poids vif des poules.

Analyses statistiques des données

Le test des étendues de Tukey a été réalisé dans le cadre de l'analyse de la variance ANOVA pour étudier le degré de signification de la différence des moyennes.

Après avoir étudié la signification de la différence entre les moyennes des écarts, une analyse de la variance de l'effet de la mue est étudiée pour chaque variable : taux de mortalité, taux de ponte, nombre d'œufs par poule présente, nombre d'œufs cumulé par poule présente, masse des œufs par poule présente, calibre des œufs, poids vif des poules.

Trois périodes du cycle des poules pondeuses, sont étudiées : période 1 «P1» de 18 semaines d'âge à 60 semaines d'âge, période 2 «P2» de 61 semaines à 65 semaines, et la période 3 «P3» de 66 semaines d'âge à 92 semaines d'âge.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Taux de mortalité cumulé

Après avoir forcé la mue à l'âge de 61 semaines, le taux de mortalité a augmenté de 2,38% de la semaine 61 à la semaine 66 après l'arrêt du renforcement de la mue induite (Figure 2). Ceci est naturellement normal parce que les poules ont subi le stress nutritionnel et le stress lumineux.

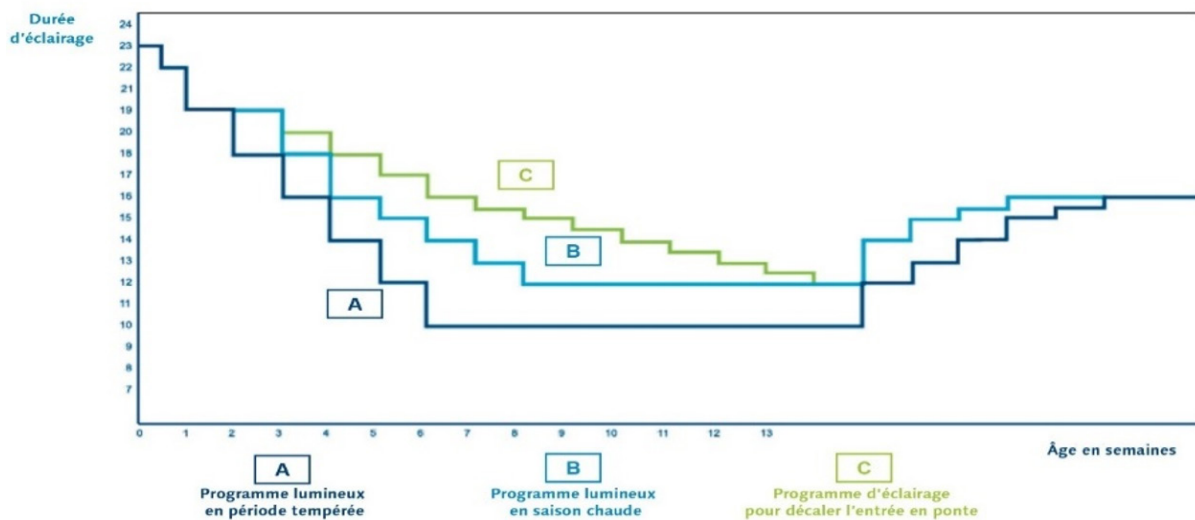


Figure 1: Programme lumineux (Stokvis, 2020)

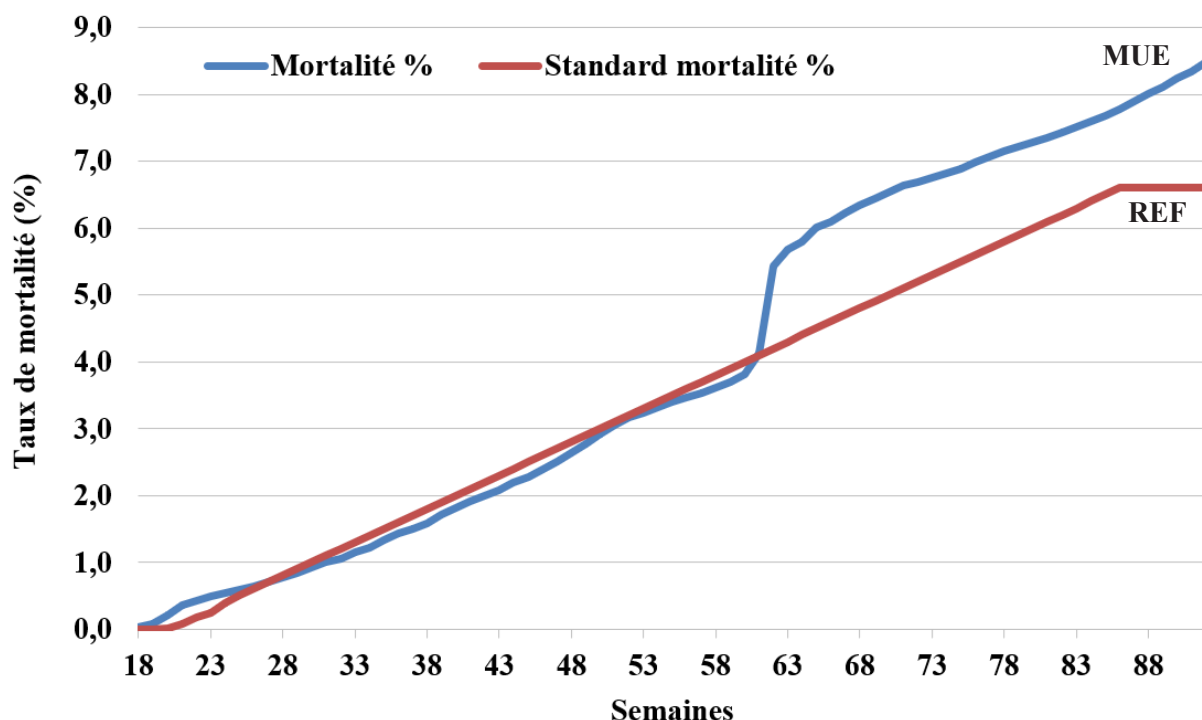


Figure 2: Évolution du taux de mortalité des poules Lohmann Brown commerciale avec et sans mue

Taux de ponte

Le pic de ponte au niveau du lot «MUE», a été atteint à la semaine 27 et 28 par un pourcentage de 95,9% de production, contre un pic de 95,3% de production durant les semaines 31, 32 et 33 pour le lot «REF» (Figure 3).

Juste avant l'induction de la mue à la semaine 60, le taux de ponte du lot «MUE» a été de 89,8% contre 86,3% au niveau du lot «REF» soit un écart de 3,54 points. Le taux de ponte a chuté jusqu'à 0% à la semaine 63 pour le lot «MUE». Après la distribution de l'aliment «MU1», la production a augmenté progressivement pendant la semaine 66 à 26.4% contre 83% de production des œufs du lot «REF».

A partir de la semaine 69, les poules du lot «MUE» ont maximisé leur potentiel génétique de production pour atteindre un nouveau pic de ponte de 89,0% contre 79,2%

au lot «REF» à la même semaine d'âge. Ceci est rapporté par Al-Mosawy et Al-Hassani (2022), qui ont indiqué que la production d'œufs a commencé à augmenter de manière significative dans tous les traitements de mue par rapport au traitement témoin à partir de la 3^{ème} semaine après la mue et s'est poursuivie jusqu'à la fin de l'expérience.

L'écart moyen du taux de ponte entre les 2 lots «MUE» et «REF», avant et après la mue, n'est pas significatif; l'erreur standard est de l'ordre de 3,36%.

Nombre d'œufs cumulé total

Une différence significative entre le nombre d'œufs produits cumulé en fin de cycle à l'âge de 92 semaines entre le lot «MUE» et lot «REF» a été observé (Figure 4). L'écart positif est de 191 544 œufs en faveur du lot «MUE».

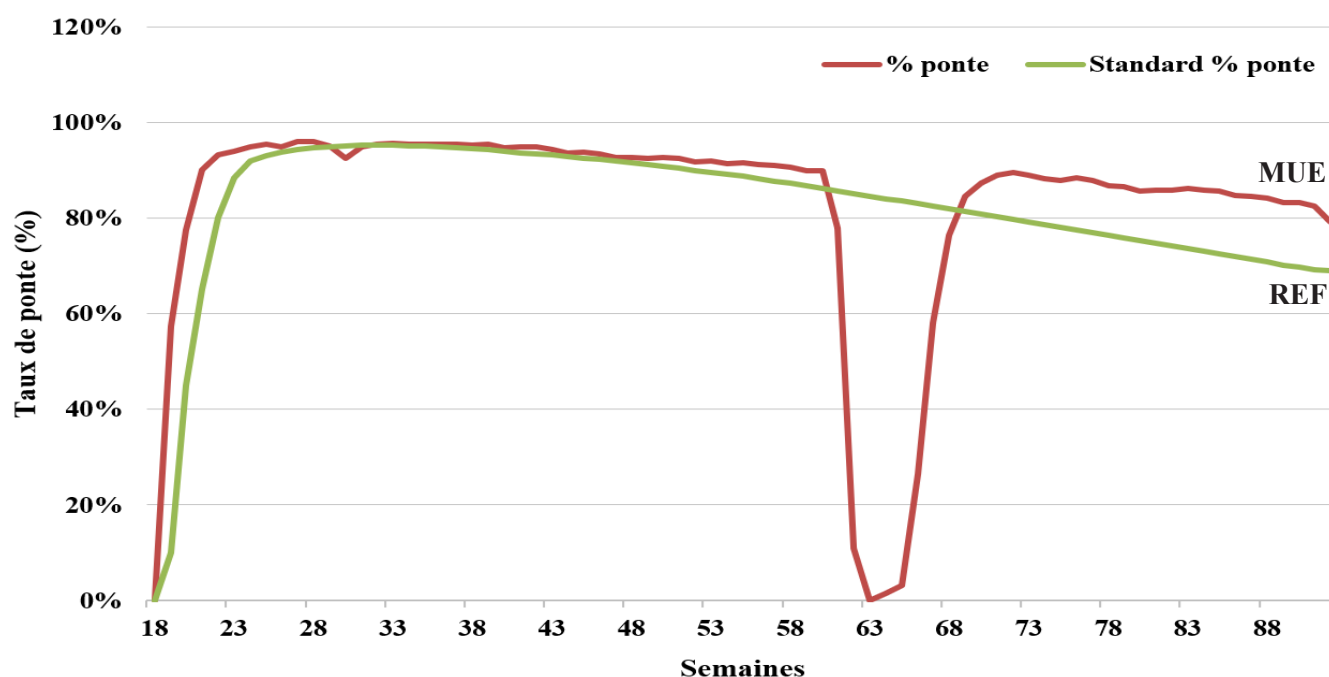


Figure 3: Évolution de la production des œufs de la Lohmann Brown commerciale avec et sans mue induite

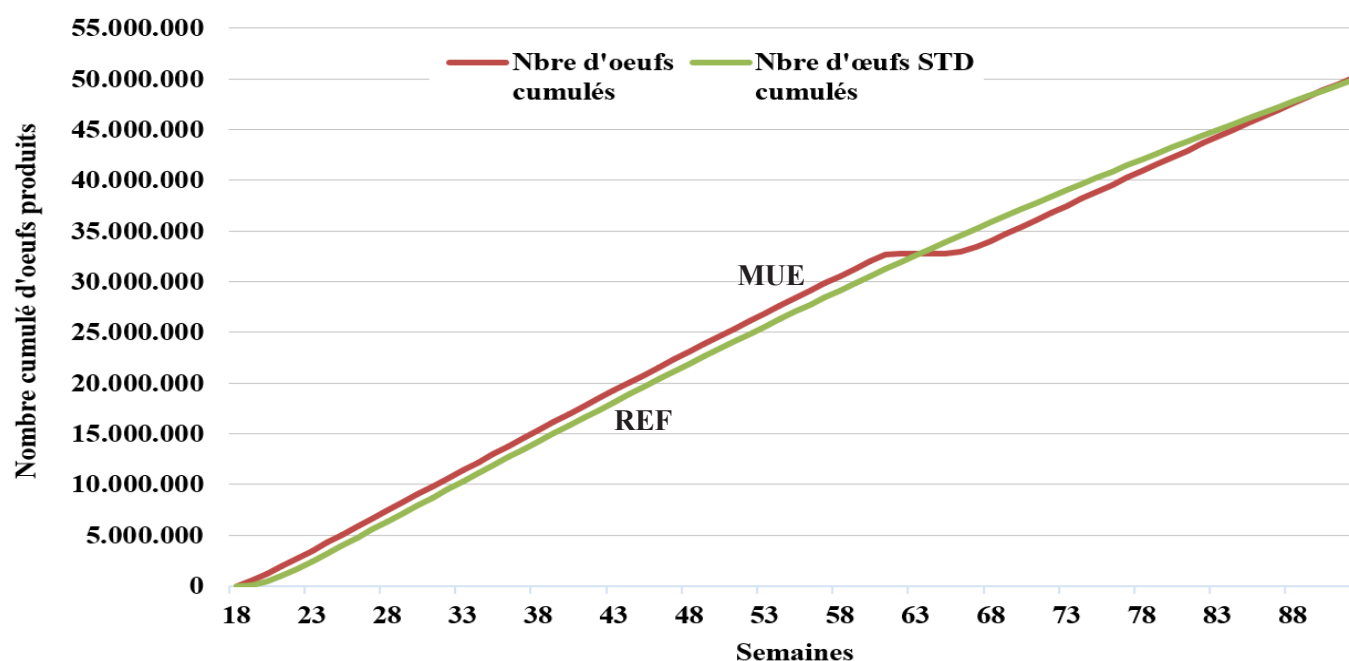


Figure 4: Évolution du nombre d'œufs cumulé total des poules Lohmann Brown commerciale lot «MUE» et lot «REF»

Nombre d'œufs par poule présente

Le nombre d'œufs produit par poule présente du lot «MUE» n'est pas significativement supérieur à celui du lot «REF» après la mue induite (Tableau 4 et Figure 5).

Tableau 4: Nombre d'œufs cumulés par poule (Effectif Départ)

Semaines	Réel avec mue	Standard sans mue
À 30 semaines	75,4	66,3
À 60 semaine	271,5	259,3
À 70 semaine	301,3	317,6
À 80 semaines	362,9	372,0
À 90 semaines	422,3	422,6
À 92 semaines	433,7	432,3

En fin du cycle, le nombre d'œufs cumulé par poule présente est de 434 œufs/poule du lot «MUE» et 432 œufs/poule du lot «REF», soit une différence d'un œuf en plus en faveur du lot «MUE» (Figure 6).

Le poids moyen des œufs (g)

La souche Lohmann Brown a été sélectionnée génétiquement pour le gros calibre des œufs, mais en conditions du terrain, il est très difficile d'avoir l'évolution du lot «REF». En effet, tout au long du cycle des poules, le poids moyen des œufs «REF» était plus grand que celui du lot «MUE» (Figure 7).

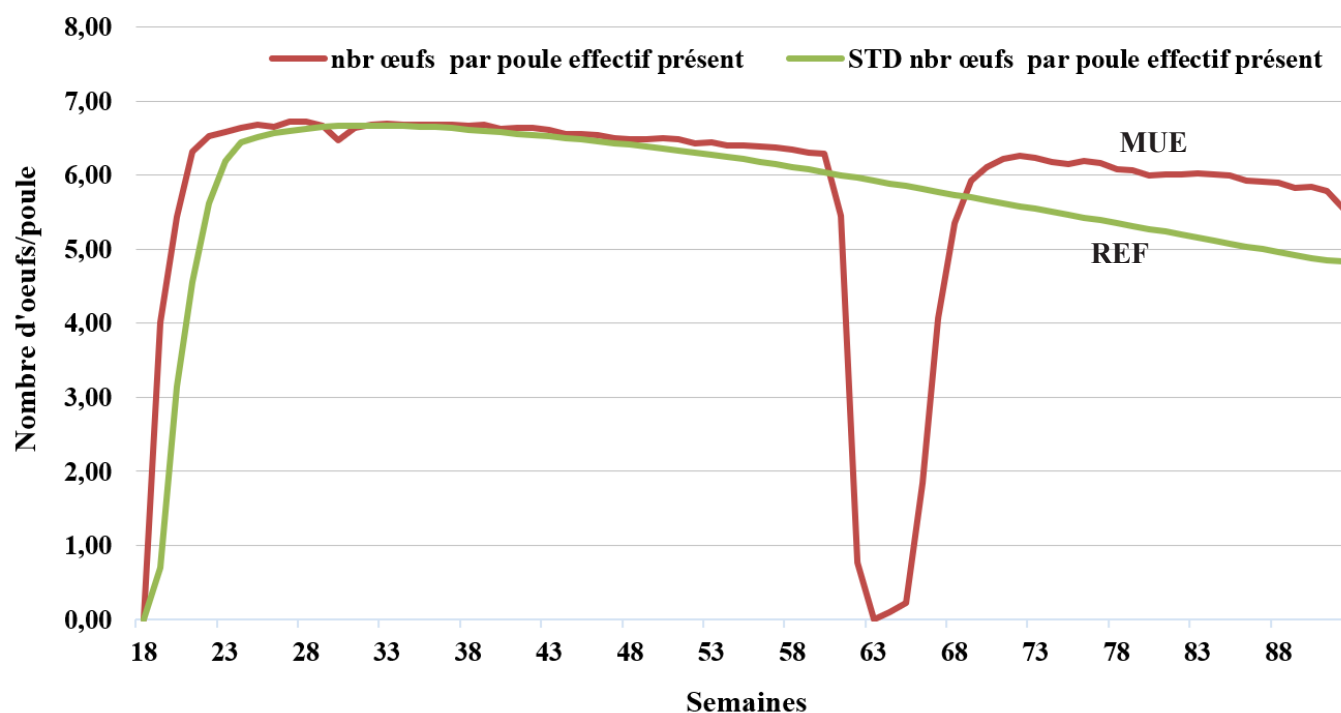


Figure 5: Évolution du nombre d'œufs par poule Lohmann Brown commerciale présente avant durant et après de la mue

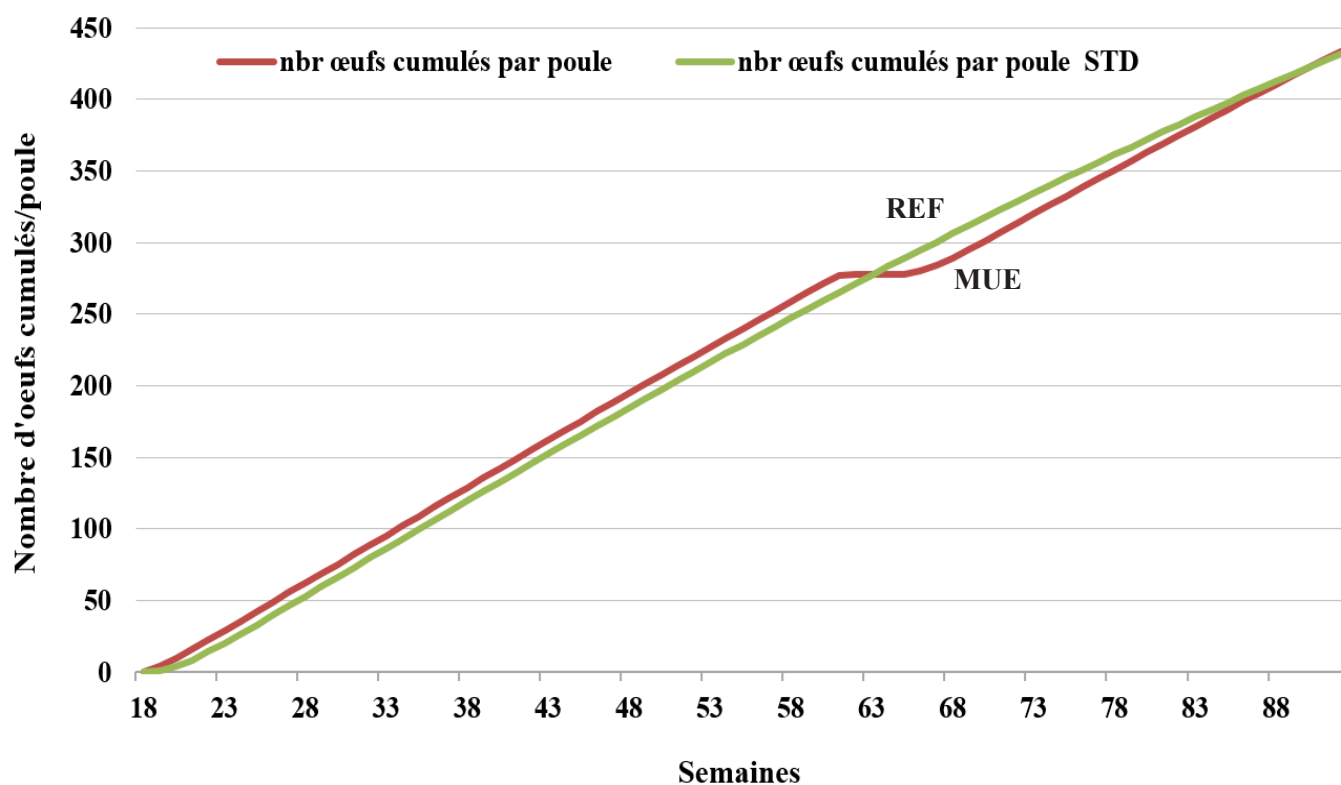


Figure 6: Évolution du nombre d'œufs cumulés par poule présente: Lohmann Brown commerciale avant durant et après de la mue pour les lots «MUE» et «REF»

La masse d'œuf cumulée en g

Afin de combiner entre le taux de ponte et le poids moyen de l'œuf produit, le paramètre masse d'œuf est très important. En effet, le lot des poules «MUE» a enregistré un pic de masse d'œufs à la semaine 38 par 404 g/poule/semaine, contre un pic de masse d'œufs de 423 g/poule/semaine à la semaine 42 du lot «REF». Cependant, après la mue induite à l'âge de 61 semaines, la masse d'œufs par poule enregistré au lot «MUE» est plus grande que celle du lot «REF». En effet, à la semaine 80 le lot «MUE» a enregistré une masse d'œufs hebdomadaire par poule de 380 g contre 362 g par poule du lot «REF», mais cette différence n'est pas significative selon le test de Tukey (Figure 8).

La mue forcée impacte positivement le taux de ponte et la masse d'œufs (Faitarone *et al.*, 2008).

Évolution du poids vif moyen des poules Lohmann Brown

Le poids vif moyen des poules Lohmann Brown du lot «MUE» avant la mue induite à l'âge de 60 semaine était de 2032 g contre un poids vif moyen du lot «REF» de 1997 g au même âge. Après la restriction alimentaire du lot «MUE», le poids des poules a baissé de 487 g soit 24,0% du poids avant la mue (1536 g à la semaine 68) ($P < 0,05$) contre un poids vif moyen du lot «REF» de 2000 g. En fin du cycle, le poids vif moyen des poules a augmenté pour atteindre le poids normal 2055, similaire au poids vif moyen du lot «REF» de 2057 g au même âge (Figure 9).

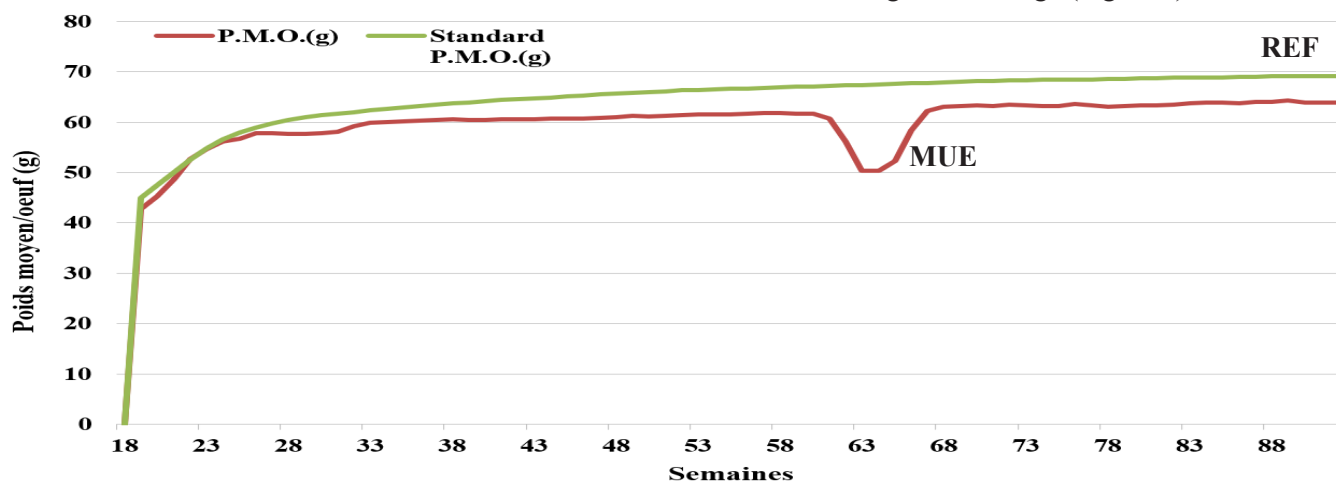


Figure 7: Évolution du calibre des œufs (g) du lot «MUE» et le lot «REF»

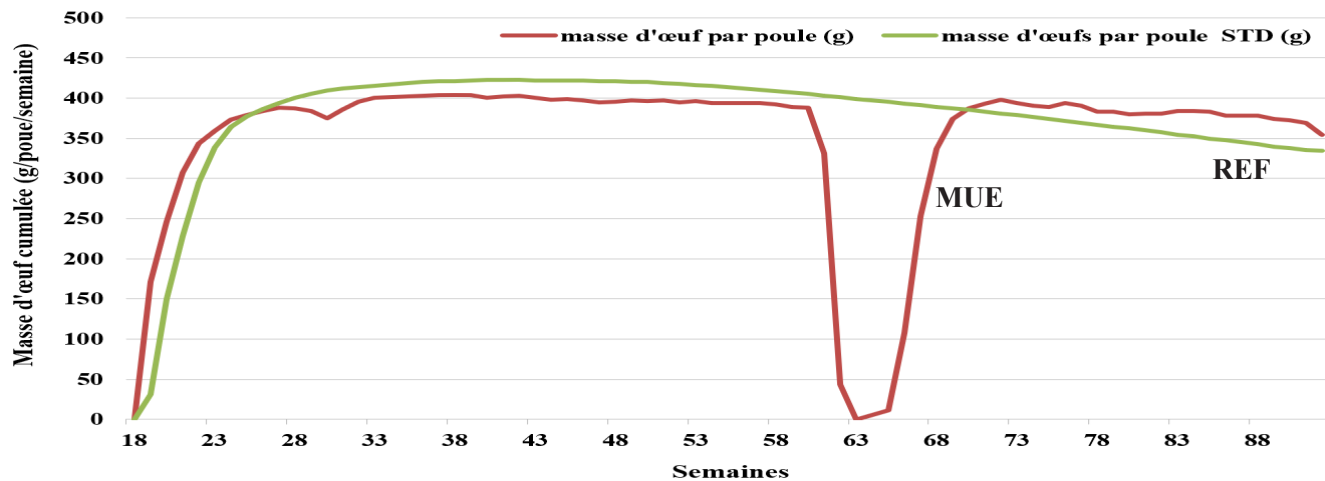


Figure 8: Évolution de la masse d'œuf cumulée (g/poule/semaine) du lot «MUE» et le lot «REF»

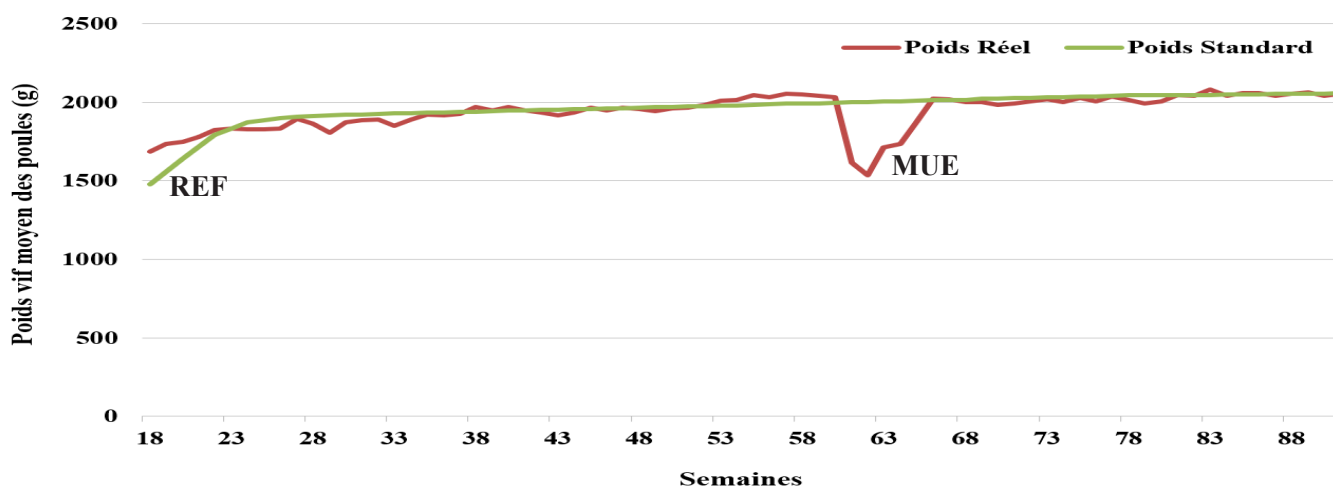


Figure 9: Évolution du poids vif moyen des poules Lohmann Brown du lot MUE et du lot REF

CONCLUSION

La mue induite par la restriction alimentaire et lumineuse a affecté significativement ($P < 0,05$) le poids vif des poules Lohmann Brown et cela a été aussi affirmé par Saleem *et al.* (2022) qui ont cité que les poules pondeuses commerciales ont montré un effet significatif de perte de poids corporel ($p \leq 0,05$) après la mue induite.

Une différence significative est observée entre le nombre d'œufs produits cumulé en fin de cycle à l'âge de 92 semaines entre le lot «MUE» et lot «REF». En effet, un écart positif en faveur du lot «MUE» de 191 544 œufs sur les 109 939 poules restantes.

La mue induite n'a pas affecté le calibre ou le poids des œufs mais elle a impacté le nombre d'œufs total cumulés produits par le lot «MUE».

Le niveau élevé de la protéines (18,4%) dans l'aliment de la semaine 18 à 30 semaine d'âge a affecté positivement le pic de production.

Éthique animale

Ce travail a été validé et approuvé par le comité national d'éthique animale de l'institut agronomique et vétérinaire Hassan 2.

Remerciements

Nos remerciements les plus chaleureux vont à l'ensemble du personnel de «Dawajin Ouled Said» et de «Benway», y compris le directeur général, le personnel administratif, les soigneurs d'animaux et les vétérinaires.

RÉFÉRENCES

- Akbari Moghaddam Kakhki R., Mousavi Z., Anderson K.E. (2018). An appraisal of moulting on post-moult egg production and egg weight distribution in white layer hens: meta-analysis. *British Poultry Science*, 59: 278-285.
- Al-Mosawy H.A., Al-Hassani D.H. (2022). Effect of force molting using high levels of dietary nano zinc oxide on productive performance of laying hens. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 53: 230-236.
- Berry W.D., Brake J. (1985). Comparison of parameters associated with molt induced by fasting, zinc, and low dietary sodium in caged layers. *Poultry Science*, 64: 2027-2036.
- Biggs P.E., Persia M.E., Koelkebeck K.W., Parsons C.M. (2004). Further evaluation of nonfeed removal methods for molting programs. *Poultry Science*, 83: 745-752.
- Cunningham D.L., Mauldin J.M. (1996). Cage housing, beak trimming, and induced molting of layers: A review of welfare and production issues. *Journal of Applied Poultry Research*, 5: 63-69.
- Donalson L.M., Kim W.K., Woodward C.L., Herrera P., Kubena L.F., Nisbet D.J., Ricke S.C. (2005). Utilizing different ratios of alfalfa and layer ration for molt induction and performance in commercial laying hens. *Poultry Science*, 84: 362-369.
- Faitarone A.B.G., Garcia E.A., Pizzolante C.C., Molino A.B., Pelícia K., Berto D.A. (2008). Forced-Molting methods and their effects on the performance and egg quality of Japanese quails (*Coturnix japonica*) in the second laying cycle. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 10, 53-57.
- Keshavarz K., Quimby F.W. (2002). An investigation of different molting techniques with an emphasis on animal welfare. *Journal of Applied Poultry Research*, 11: 54-67.
- Regmi P., Robison C.I., Jones D.R., Gast R.K., Tempelman R.J., Karcher D.M. (2018). Effects of different litter substrates and induced molt on production performance and welfare quality parameters of white Leghorn hens housed in multi-tiered aviary system. *Poultry Science*, 97: 3397-3404.

Saleem M.M., Hussain J., Elahi U., Khan E.U., Usman M., Hashmi S.G.M., Ahmad S. (2022). Interaction effects of age and body weight losses during moulting on the performance of commercial laying hens. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 46: 1-8.

Stokvis B. (2020). Tout savoir sur la lumière. <https://pondeuses.hendrix-genetics.fr/fr/news/tout-savoir-sur-la-lumiere/>

Webster A.B. (2003). Physiology and behavior of the hen during induced molt. *Poultry Science*, 82: 992-1002.