

Éclairage et perception lumineuse chez les volailles de chair : de la science au terrain

Wejdene Chetouane¹, Julien Martineau², Maxime Quentin¹,

¹ *INSTITUT TECHNIQUE DE L'AVICULTURE – 35000 RENNES, FRANCE*

² *SOCIÉTÉ INTENSITY - 85480 BOURNEZEAU, FRANCE*

RESUME :

Qu'il soit artificiel ou naturel, l'éclairage constitue une composante majeure de l'élevage moderne de volailles de chair. Ces oiseaux présentent une acuité visuelle largement supérieure à celle des humains et depuis longtemps, une attention particulière est accordée aux impacts de la gestion de l'éclairage sur leur performance. L'établissement d'un régime d'éclairage approprié, incluant des aspects tels que la source lumineuse, l'intensité, la durée et la longueur d'onde du spectre lumineux, fait l'objet de nombreuses publications. Les plus récentes s'intéressent à l'utilisation de la lumière naturelle, plébiscitée par les associations de protection animale, mais aussi à l'utilisation de certains spectres lumineux dès le développement embryonnaire. Le choix d'une stratégie lumineuse adaptée permet non seulement d'assurer l'expression de leur potentiel de croissance mais aussi d'améliorer leur santé et leur bien-être sur le long terme en influençant des régulations métaboliques, immunologiques et comportementales. Les avancées dans la technologie de l'éclairage offrent de nouvelles possibilités pour améliorer les programmes d'éclairage traditionnels dans les poulaillers. Cette revue a pour objectif de présenter succinctement les travaux récents sur l'utilisation de la lumière et ses conséquences sur le bien-être, la croissance et les réponses physiologiques des poulets de chair.

Mots-clés : lumière monochromatique, embryogenèse, croissance, bien-être, santé, poulets de chair.

ABSTRACT :

Whether artificial or natural, lighting is a major component of modern broiler poultry farming. These birds have visual acuity significantly superior to that of humans, and for a long time, special attention has been given to the impacts of lighting management on their performance. Establishing an appropriate lighting regimen, including aspects such as the light source, intensity, duration, and wavelength of the light spectrum, is the subject of numerous publications. The most recent ones focus on the use of natural light, endorsed by animal protection associations, as well as the use of specific light spectra from embryonic development. Choosing an adapted lighting strategy not only ensures the expression of their growth potential but also enhances their long-term health and well-being by influencing metabolic, immunological, and behavioral regulations. Advances in lighting technology offer new possibilities to improve traditional lighting programs in poultry houses. This review aims to briefly present recent research on the use of light and its consequences on the well-being, growth, and physiological responses of broiler chickens.

Key Words : monochromatic light, embryogenesis, growth, welfare, health, broiler chicken

INTRODUCTION

La question de la lumière artificielle en élevage s'est longtemps résumée à une durée d'éclairement maximisée afin d'optimiser la croissance des volailles ou la production d'œufs des poules pondeuses, ou reproductrices (Ballard, 1930). Les évolutions technologiques mettent à disposition des sources lumineuses variées et l'amélioration des connaissances des effets physiologiques de la lumière, l'intérêt combiné de périodes d'obscurité ou de sources, ont fait de la lumière un véritable outil de pilotage de la performance, de la santé et du bien-être animal pour l'éleveur et son technicien (Olanrewaju et al, 2006).

Plus récemment, la science s'est intéressée aux effets de la qualité de la lumière : l'intensité lumineuse, le spectre lumineux jusqu'à l'utilisation de la lumière naturelle (Abdel-Moneim et al, 2023). L'adoption croissante de la technologie d'éclairage LED (pour « light-emitting diode ») par les éleveurs de poulets de chair permet un meilleur contrôle de la composition spectrale de la lumière mais son efficacité énergétique et sa longue durée de vie en font une source d'économie significative en élevage. Les technologies d'éclairage émergentes, en particulier l'éclairage dynamique et intelligent, présentent des perspectives prometteuses dans la production de poulets de chair. L'éclairage intelligent, caractérisé par son pilotage à distance et en fonction des conditions d'éclairage extérieures, introduit une nouvelle dimension d'adaptabilité. La personnalisation des programmes d'éclairage en fonction de variables telles que le temps, la météo et le comportement des poulets améliore non seulement les performances mais préserve également la santé et le bien-être des animaux.

Même si la source de lumière « idéale » reste toujours une question de recherche, cette synthèse a pour objectif de faire un point sur les connaissances acquises et leur application en élevage de poulets de chair.

1. PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE LA LUMIERE

1.1 Principales mesures de la quantité et de la qualité de la lumière

Les principales métriques permettant de décrire les sources lumineuses dans les élevages avicoles sont les suivantes :

L'intensité lumineuse correspond à la puissance émise par une source de lumière dans une direction donnée. Elle est mesurée en candelas (cd). Elle ne doit pas être confondue avec le **flux lumineux** (en lumens, lm) qui mesure la quantité totale de lumière émise par une source dans toutes les directions.

Enfin, **l'éclairement** mesure la quantité de lumière qui frappe une surface donnée. Il est défini comme le flux lumineux par unité de surface et est mesuré en lux (lx). **La température de couleur** est un paramètre de plus en plus utilisé. Il représente la tonalité de la lumière émise par une source. Elle est mesurée en kelvin (K). Les sources de lumière chaude (tendant vers le rouge), comme les ampoules incandescentes, ont une température de couleur basse (environ 2700 K), tandis que les sources de lumière froide (proche de la lumière du jour), ont une température de couleur élevée (environ 6000 K ou plus). Le spectre lumineux d'une lumière est également mesuré par un ensemble **de longueurs d'onde** exprimées en nanomètre (nm). Il est souvent utilisé pour caractériser l'ensemble des couleurs d'une source lumineuse allant des radiations ultra violettes (<400nm) aux radiations infra-rouges (>700nm).

1.2. Sources lumineuses : naturelle et artificielle

La lumière naturelle est celle du soleil. Elle émet un large spectre électromagnétique, comprenant toutes les couleurs visibles de 400 à 700 nm ce qui en fait une lumière plutôt blanche (>6000K). Elle a la caractéristique de varier en intensité, couleur et en direction tout au long de la journée et de l'année en raison de la rotation de la Terre et de son inclinaison par rapport au Soleil. Un lever ou un coucher de soleil approche une température de 1000K alors qu'un soleil vif peut atteindre 10500K.

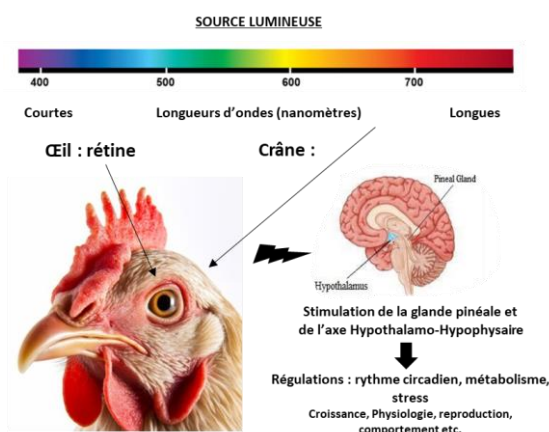
Les sources d'éclairage artificielles incluent les ampoules électriques, les LED, les lampes fluorescentes notamment. Le spectre de la lumière artificielle est spécifique de source. Par exemple, les ampoules incandescentes ont un spectre continu (380 - 750 nm), mais les LED, peuvent être ajustées pour émettre une couleur de lumière spécifique. L'intensité de la source artificielle est le plus souvent contrôlable. Contrairement à la lumière naturelle, la lumière artificielle est disponible de manière constante, indépendamment des conditions météorologiques ou de l'heure de la journée.

2. VISION DES VOLAILLES

Les volailles ont des yeux de grande taille qui couvrent un large champ. Les poulets de chair peuvent voir à 300 degrés sans tourner la tête. La longueur moyenne du globe oculaire axial du poussin est d'environ 12 à 13 mm, soit environ la moitié de la longueur de l'œil humain (Montiani-Ferreira et al., 2003). L'œil gauche des volailles est hypermétrope, mais l'œil droit est myope, ce qui les amène à tourner fréquemment la tête pour ajuster leur vision et indique une spécialisation de chacun des yeux pour certaines fonctions. (Egbuniwe et Ayo, 2016).

La vision binoculaire est limitée chez les volailles même si elle joue un rôle prépondérant dans l'appréciation des distances. Leur vision est donc essentiellement monoculaire, avec la capacité d'une perception précise simultanée d'un environnement éloignée (pour détecter un prédateur) et la reconnaissance d'objet précis à une distance courte (Picard et al, 2000). Cette acuité des yeux aviaires peut être évaluée en comparaison de l'œil humain, qui ne contient que 40 % des axones du nerf optique des yeux de poulets ou de pigeons. La volaille peut traiter environ 150 à 200 images par seconde alors que l'œil humain en traite seulement 30. Cette dernière caractéristique explique la sensibilité des volailles au scintillement des sources lumineuses basse fréquence qu'il faut, dans la mesure du possible, proscrire en élevage.

Figure 1 : Intégration des sources lumineuses par les volailles et conséquences physiologiques (adapté de Abdel-Moneim et al, 2023)



Trois régions essentielles sont impliquées dans la vision et la perception de la lumière (figure 1) : la rétine, la glande pinéale et l'axe hypothalamo-hypophysaire. En effet, la lumière peut également être perçue depuis le sommet du crâne grâce à la présence de photorécepteurs extra-rétiniens situé dans la glande pinéale (Dawson et al., 2001). Sur la rétine, les photorécepteurs de type bâtonnets et cônes sont les cellules réceptrices des ondes lumineuses. Plus sensibles aux conditions de faible luminosité, les bâtonnets permettent aux volailles de percevoir leur environnement même dans des conditions sombres ou nocturnes. Ces cellules aident à détecter le mouvement, assurant la prise de conscience des menaces potentielles et permettant le comportement de recherche alimentaire pendant les heures crépusculaires (Seifert et al., 2020). En revanche, les cônes sont responsables de la vision des couleurs et de l'acuité visuelle élevée en conditions d'éclairage intense.

Les volailles possèdent non seulement un système de vision plus développé que celui des humains, mais

également une capacité à percevoir une gamme plus large de couleurs (Prescott et al., 2003). Parvin et al. (2014) rapportent que le spectre lumineux visible des oiseaux s'étale de 380 à 740 nm soit une partie des fréquences infrarouges (IR) et ultraviolette (UV, avec des longueurs d'onde courtes).

3. Mise en œuvre de la lumière en élevage

3.1. Programmes lumineux et importance de la période nocturne

Historiquement, les programmes lumineux ont été étudiés au travers de la durée et d'intensité d'éclairage (lux) pour l'optimisation de la croissance.

Tableau 1 : Exemple de programme lumineux en poulet de chair proposé par Olanrewaju et al, 2006

Age (jours)	Intensité (lux)	Photopériode	
		lumineuse (h)	Nuit (h)
0-7	20	23	1
8-14	5	16	8
15-21	5	18	6
22-28	5	20	4
29-35	5	22	2
36-49	5	23	1

Les programmes lumineux appliqués en volailles de chair étaient le plus souvent constitués d'une durée du jour constante proche des 23h tout au long de leur période d'élevage.

Si la durée de l'éclairage influence directement la croissance, la compréhension des effets physiologiques d'un rythme circadien a conduit à la mise en œuvre de période de nuit en élevage (Tableau 1). En effet, elle permet la production de mélatonine par la glande pinéale, une hormone impliquée dans de nombreuses régulations métaboliques, et immunitaires bénéfique à l'animal (Classen et al, 1991).

Les programmes lumineux modernes incluent une durée de nuit (4 à 6h) permettant une réduction du stress, une amélioration l'activité lors de la période diurne. Il en résulte une réduction de la mortalité ainsi qu'une baisse significative des problèmes de pattes et une amélioration de l'efficacité alimentaire grâce à une réduction des besoins d'entretien (Apledoorn et al, 1999 ; Wu et al, 2022).

De nombreux travaux ont démontré l'intérêt d'un cycle lumineux circadien sur le système immunitaire ou le statut antioxydant (Zheng et al, 2013). Ces études ont d'ailleurs conduit le législateur européen à imposer une période de nuit dans les programmes lumineux des volailles. En France, conformément à l'Arrêté du 28 juin 2010 établissant les normes minimales relatives à la protection des poulets destinés à la production de viande, la gestion de la

lumière en élevage de volaille est encadrée. En plus de l'obligation d'une intensité lumineuse minimale de 20 lux sur 80% de la surface de l'élevage, il est écrit que dans un délai de sept jours à partir de la mise en place jusqu'à trois jours avant l'abattage prévue, l'éclairage doit suivre un rythme de vingt-quatre heures et comprendre des périodes d'obscurité d'au moins six heures au total, dont au moins une période ininterrompue d'obscurité de quatre heures au minimum, non comprises les périodes de transition lumineuse (JORF n°0150 du 1^{er} juillet 2010). Si les éleveurs restent libres de la mise en œuvre d'une lumière continue durant les 7 premiers jours, Magee et al (2023) indiquent qu'une phase nocturne de 4 heures dès la mise en place est bénéfique pour les performances, la santé et le bien-être ultérieure des volailles de chair.

3.2. Sources lumineuses et leurs effets

Différentes sources lumineuses sont utilisées en élevage : des lampes fluorescentes, aux halogénures métalliques, incandescentes, à vapeur de sodium haute pression, fluorescentes compactes et à diodes électroluminescentes (LED). Historiquement, les ampoules à incandescence (ICD) ont été largement utilisées dans les élevages de volailles à travers le monde (Lewis et Morris, 1998). Cependant, en raison de leur forte consommation d'énergie, les ampoules à incandescence ont progressivement disparu (Soliman and El-Sabrou, 2020). Les technologies d'éclairage, telles que les lampes fluorescentes à cathode froide (CCFL), les lampes fluorescentes compactes (CFL) et les LED ont émergé pour remplacer les ICD grâce à une excellente efficacité énergétique et une durée de vie prolongée. Elles sont en outre résistantes à l'humidité et permettent la mise à disposition d'une large gamme de longueurs d'onde (Chang and Lu, 2013; Olanrewaju, et al., 2018). Ces sources ont ouvert la voie à des travaux spécifiques investiguant l'intérêt de spectres monochromatiques (rouge, vert ou bleu) ou de la lumière Ultraviolet (UV) (Sohel Rana et Campbell, 2021).

3.2.1. Impact de la lumière monochromatique pendant l'embryogenèse

Les travaux sur les effets de la lumière sur l'embryogenèse et les performances post-éclosion sont récents. Comme en élevage, un programme lumineux dès l'incubation peut influencer le développement du poussin. Van der Pol et al (2019) comparent l'intérêt d'un cycle lumineux de 12 heures de nuit et 12 heures de lumière contre 24h de lumière tout au long de l'incubation et concluent à une amélioration significative et de long terme de la qualité osseuse des poulets (jusqu'à 35 jours d'âge). L'embryon est donc capable de distinguer précocement les couleurs au travers la coquille et

plusieurs études récentes révèlent que l'utilisation de la lumière verte et bleue pendant l'incubation, améliore sensiblement la croissance musculaire chez les poulets de chair (Zhang et al, 2014). Archer (2017) constate que l'utilisation combinée de la lumière blanche et rouge améliore l'éclosabilité et réduit la sensibilité au stress post-éclosion. La lumière verte a été associée à une réduction de la fenêtre d'éclosion et une meilleure croissance post-éclosion (Wang et al., 2020). Toutefois, Li et al (2021) concluent que les lumières rouge, bleue et blanche n'ont pas d'effet significatif sur les performances d'éclosion ou la qualité du poussin mais influencent significativement l'immunité et le métabolisme énergétique de l'embryon.

Les mécanismes par lesquels la lumière monochromatique est perçue par l'embryon et affecte ses performances sont mal connus et nécessitent encore d'approfondir la compréhension des effets physiologiques sous-jacents (Dishon et al., 2021a).

3.2.2. Influence de la lumière monochromatique sur les performances des poulets de chair pendant la période d'élevage.

Les nombreux travaux sur les effets de la couleur de la lumière présentent parfois des résultats contradictoires qui reflètent les interactions possibles entre caractéristiques combinées du programme lumineux choisi : durée, intensité, type de source lumineuse, etc. Il convient donc de rester prudent pour un transfert direct de résultats expérimentaux sur le terrain.

Les longueurs d'onde courtes sont connues pour être moins bien perçues par les volailles (comparées aux humains) pourtant de nombreux travaux rapportent les effets positifs des lumières vertes et bleues sur les performances des poulets de chair expliqué par une augmentation de la sécrétion de testostérone qui stimule le développement des fibres musculaires (Cao et al, 2008). La couleur rouge semble moins intéressante pour les volailles de chair en croissance mais très stimulante pour les reproducteurs (El-Sabrou, et al., 2022; Yang et al. 2016a). L'utilisation de la lumière bleue pendant l'élevage semble favoriser une prise de poids plus importante par rapport à la lumière verte (Zhang, et al., 2012;). mais selon Cao et al (2008), l'exposition à la lumière verte aurait des effets positifs sur la croissance précoce tandis que la lumière bleue favorise la croissance ultérieure des volailles. Un certain nombre de travaux combinant ces deux longueurs d'ondes monochromatiques indiquent également une amélioration de la croissance et de marqueurs de l'immunité des poussins (Balabel, et al., 2017; Dishon, et al., 2021b; Wu, et al., 2022).

3.2.3. Impact de la lumière sur la santé des volailles

Les paramètres biochimiques sanguins ont été utilisés comme indicateurs de l'état de santé des animaux (Eid Abdel-Moneim, et al., 2023). En ajustant la couleur de la lumière et les programmes d'éclairage dans les installations avicoles, la fonction immunitaire peut être améliorée pour induire une réponse plus robuste contre les infections. Zhang, et al. (2014) mesurent une élévation significative des niveaux d'anticorps (mesuré par la teneur en anticorps anti-maladie de Newcastle et albumine sérique bovine) lorsque qu'une combinaison de lumières verte et bleue sont utilisées. Abdelazeem (2019) a mesuré des effets positifs de la lumière bleue sur le statut hépatique. De plus, les hormones thyroïdiennes telles que T3, T4, promotrices de la croissance, sont également influencées positivement par la couleur de la lumière bleue et verte (Rozenboim, et al., 2004). Ces mêmes longueurs d'ondes ont également des effets bénéfiques sur le stress oxydatif des poulets de chair. Seyidoğlu, et al., 2020 montrent que si la lumière rouge élève la concentration en enzyme malondialdéhyde (MDA), marqueur de l'oxydation, les lumières verte et bleue améliorent sensiblement la concentration en enzyme superoxyde dismutase (SOD) et glutathion peroxydase (GPx) marqueurs positif du statut antioxydant sanguin des volailles.

Plusieurs études ont montré que la longueur d'onde de la source lumineuse a peu d'impact sur la viabilité des volailles (Cao, et al., 2008; Lewis and Morris, 2000; Mendes, et al., 2013). Pourtant, dans leurs travaux, James et al (2020) concluent que l'apport de lumière UVA et B permettent une baisse significative de la mortalité. La lumière UV fait l'objet de nombreux travaux du fait que ces longueurs d'ondes sont perçues par les volailles et pourraient intervenir dans sa communication visuelle (UVA) ou la stimulation de paramètres physiologiques (UVB) impliquant la vitamine D3. Les travaux de House et al (2020a) indiquent que la présence d'UVA dans le spectre lumineux a pour conséquence une réduction du stress, mesuré par un ratio Hétérophiles/Lymphocytes et un taux de corticostérone sanguin plus faible. Elle est également associée à une réduction de la peur à 5 semaines d'âge, mesurée notamment par une immobilité tonique plus courte (animaux placés sur le dos) et moins de battement d'ailes lors de tests d'inversion. Les radiations UVB sont également reconnues pour leurs impacts positifs sur le métabolisme du calcium et leur capacité à limiter les effets d'une alimentation déficiente en vitamine D3 (Rana et Campbell, 2021). Mitchell et al (1997) démontre l'intérêt de la lumière UV sur la vitamine D3 et ses métabolites en mesurant une réduction de

l'incidence de dyschondroplasie tibial chez des volailles exposées à la lumière UV.

3.2.4. Impact de la lumière monochromatique ou naturelle sur le bien-être des poulets de chair

La lumière influence les performances, la santé mais aussi le comportement des volailles. Sans revenir sur l'intérêt de programme lumineux circadien ou de la maîtrise de l'intensité lumineuse dans les bâtiments avicoles, la lumière est un outil d'amélioration du bien-être. Sur le plan comportemental, les poulets de chair ne semblent pas montrer de préférences particulières pour un environnement lumineux jaune ou blanc (Mendes et al, 2013). Soliman et El-Sabrou (2020), indiquent que la lumière rouge stimule l'activité mais surtout les comportements agressifs. Franco et al. (2022b), rapportent que l'exposition à la lumière bleue est associée à une réduction des niveaux de peur mesurée par des tests tels que le test d'immobilité tonique. Enfin, les lumières monochromatiques bleues ou vertes conduisent à l'expression de plus de comportements de confort, indicateur de bien être comme les bains de poussières, l'exploration, les battements d'ailes ou les étirements (Lucena, et al., 2020).

Concernant l'intérêt de la lumière naturelle, Olivera Sans et al (2021) ont démontré qu'entre 18 et 27 jours d'âge, 80% des poulets de chair à qui le choix du type de lumière est laissé préfèrent la lumière naturelle. Son utilisation croissante en production de volailles classique est notamment mise en exergue par l'interprofession française de la volaille de chair (ANVOL) (<https://interpro-anvol.fr/engagements/pacte-ambition-anvol-2025/>).

Dans les cahiers de charges, la lumière naturelle est apportée par une surface de vitrage pouvant représenter 3% de la surface au sol du bâtiment (Créach et al, 2022).

La lumière naturelle peut atteindre une intensité lumineuse de 6000 lux, soit près de 300 fois la recommandation minimale et une forte hétérogénéité de sa répartition (Linhoss et al, 2023). Si elle apporte un confort de travail pour l'éleveur, stimule l'activité des volailles et l'expression de ses besoins comportementaux, la lumière naturelle est parfois associée à une dégradation de l'indice de consommation et dans une moindre mesure à du nervosisme. L'utilisation de la lumière naturelle en élevage est finalement assez récente sur le terrain et nécessite d'autres investigations pour en confirmer l'intérêt zootechnique et comportemental.

4. Approche pratique de la lumière en élevage de poulet de chair

Au-delà des connaissances scientifiques accessibles sur les effets de la qualité et de la quantité de lumière en élevage de poulet de chair, il nous a semblé

intéressant d'interroger un spécialiste du secteur de l'éclairage pour mieux comprendre l'approche mise en œuvre lors de la conception d'un système de gestion de la lumière en bâtiment d'élevage ainsi que leur retours d'expériences.

L'un des premiers critères évoqués par les installateurs implique la distribution lumineuse qui doit être la plus homogène possible dans un bâtiment sombre. Grâce à des outils de conception assistée par ordinateur, une simulation de la diffusion de la lumière dans le poulailler est réalisée pour placer au mieux les sources lumineuses. L'éclairagiste va homogénéiser l'éclairage pour un niveau d'éclairement de 20 lux +/-20% objectif sur toute la surface du poulailler (mesurée selon la méthodologie proposée par Mika et al, 2013). Un objectif pas toujours facile à atteindre à des niveaux d'investissements acceptables pour ce poste.

La qualité de lumière est le second critère d'importance. La température de la lumière est aujourd'hui largement discutée lors de la conception ou la rénovation d'un système d'éclairage. Les couleurs de température, mesurées en degrés Kelvin, plus basse (tendant vers le jaune/rouge) ont la préférence des éleveurs de volailles de chair. Les retours d'expérience terrain récents indiquent qu'en passant de 6000 à 2700 Kelvin une amélioration des performances est constatée (Martineau, communication personnelle). Même si des résultats terrain sont à prendre avec précaution, ils confirment l'intérêt d'intégrer la qualité de la lumière dans un projet de rénovation d'un bâtiment d'élevage.

Dans la mise en œuvre d'un programme lumineux, une attention particulière doit également être apportée aux transitions lors du passage de la nuit au jour et vice versa. Sur les plans comportemental et physiologique, simuler un rythme circadien est particulièrement favorable (cf. 3.1). Les volailles sont ainsi capables d'anticiper les périodes nocturnes et adoptent des comportements de préparation au coucher : consommation d'aliment environ 2h avant l'extinction pour remplir leur jabot et lissage des plumes dans les 10 minutes avant le coucher (March et al. 1990; Classen and Riddel, 1989). Une extinction et un allumage d'intensité progressive vont permettre une meilleure adaptation des volailles aux conditions lumineuses et réduire le stress engendré par une coupure ou un allumage brutal. La durée de cette période doit prendre en compte l'adaptation de l'œil à une réduction de l'intensité lumineuse en priorité, soit environ 20 minutes, l'adaptation de l'œil à l'augmentation de la lumière étant plus rapide.

La lumière naturelle dans les bâtiments d'élevage constitue un nouveau pas dans la recherche de l'amélioration du bien-être en élevage mais ne simplifie pas pour autant la gestion de la lumière artificielle. L'action directe des rayons lumineux, les changement d'intensité ou de couleur de la lumière extérieure selon la météo et l'heure du jour apporte de l'hétérogénéité et peut conduire à rendre inefficace l'apport de lumière artificielle. L'adaptation du systèmes d'éclairage artificiel à l'éclairage naturel nécessite une approche personnalisée pour chaque bâtiment d'élevage afin de prendre en compte sa configuration. La recherche d'une complémentarité entre l'éclairage naturelle et artificielle fait appel à une gestion plus intelligente des ressources lumineuses en fonction des conditions d'implantation du bâtiment et de la météo du jour. Les systèmes intelligents de gestion commencent à arriver sur le terrain mais avec assez peu de retour d'expérience pour le moment et la barrière d'un renchérissement des coûts pour ce poste.

CONCLUSION

Les volailles sont douées d'une acuité et d'un spectre visuelle extrêmement développé ainsi la source lumineuse mise à leur disposition influence non seulement leurs performances zootechniques mais également leur bien-être et leur santé. L'avancée des connaissances indiquent que depuis le développement embryonnaire jusqu'à l'abattage, le programme lumineux, l'intensité et la couleur du spectre visuel influencent leur réponses physiologiques et comportementales et que l'optimum varie selon l'âge des animaux et les objectifs attendus. L'évolution du matériel et des technologies disponibles ouvre un champ de possibilités considérable dans un contexte d'utilisation de plus en plus fréquente de la lumière naturelle en élevage de volailles de chair. Comprendre les mécanismes physiologiques à l'œuvre lors de l'utilisation de sources lumineuses spécifiques pour l'élevage du poulet de chair est toujours une question de recherche fondamentale. Sa traduction sur le terrain reste encore globalement empirique et nécessite une meilleure valorisation des travaux de la recherche par des retours d'expériences d'éleveurs.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdel-Moneim A.E.M., Siddiqui S.A., Shehata A.M., Biswas A., Abougabal M.S., Kamal A.M., Mesalam N.M., Elsayed M.A., Yang B., Ebeid T.A., Teng X. 2023. *Annals of Animal Science* (en ligne : <https://doi.org/10.2478/aoas-2023-0090>)
- Abdelazeem AF 2019. *Egyptian Poultry Science Journal* 38 :1243-1264.
- Apledoorn EJ, Schrama JW, Mashaly MM and Parmentier HK 1999. *Poultry Science* 78 :223-27.
- Archer GS, Jeffrey D and Toker Z 2017. *Poultry Science* 96 : 2670-2675.
- Balabel T, Mohamed R and Saleh M 2017. *Australian Journal of Basic and Applied Science* 11 :165-170.
- Ballard, S. M., 1930. *Reliable Poultry Journal*. 37 :406.
- Cao J, Liu W, Wang Z, Xie D, Jia L and Chen Y 2008. *Journal of Applied Poultry Research* 17 : 211-218.
- Cao J, Wang Z, Dong Y, Zhang Z, Li J, Li F, Chen Y 2012. *Poultry Science* 91: 3013-3018.
- Chang YL and Lu ZH 2013. *Journal Of Display Technology* 9 :459-468.
- Classen HL and Riddell 1989. *Poultry Science* 68 : 873-879
- Classen HL, Riddell C, Robinson FE 1991. *British Poultry Science* 32 :21-29.
- Créach P, Warin L, Gervais J and Fontanet JM, 2022. 14èmes journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras.
- Dawson A, King VM, Bentley GE and Ball GF 2001. *Journal of Biological Rhythms* 16 : 365-370.
- De Olivera Sans EC, Tuytens FAM, Taconeli CA, Pedrazzani AS, Vale MM and Molento CFM 2021. *Animals* 11 :3397.
- Dishon LN, Avital-Cohen N, Zaguri S, Bartman R, Heiblum R, Druyan S, Porter TE, Gumulka M and Rozenboim 2021a. *Poultry Science* 100 : 467-473.
- Dishon LN, Avital-Cohen N, Zaguri S, Bartman R, Heiblum R, Druyan S, Porter TE, Gumulka M and Rozenboim 2021a. *Poultry Science* 100 : 101229.
- Egbuniwe I and Ayo J 2016. *Worlds Poultry Science Journal* 72 :605-614
- Eid Abdel-Moneim AM, Siddiqui SA, Shehata AM, Biswas A, Abougabal MSh, Kamal AM, Mesalam NM, Elsayed MA, Yang B, Ebeid TA, Teng X 2023. *Annals of Animal Science*, DOI: 10.2478/aoas-2023-009
- El-Sabrou K, El-Deek A, Ahmad S, Usman M, Dantas MRT and Souza Jr JBF 2022. *Journal of animal Behaviour Biometeorology* 10 :0-0.
- Franco BR, Shynharuk T, Crowe T, Fancher B, Frenche N, Gillingham S and Schwan-Lardner K 2022b. *Poultry Science* 101 :102052.
- House GM, Sobotik E, Nelson J and Archer GS 2020a. *Journal of Applied Poultry Research* 29 :402-408.
- James C, Wiseman J and Asher L 2020. *Poultry Science* 99 : 5517-5525
- Lewis PD and Morris TR 1998. *Worlds Poultry Science Journal* 54: 7–25
- Lewis P and Morris T 2000. *Worlds Poultry Science Journal*, 56:189–207
- Li X, Rathgeber B, McLean N, and MacIsaac J 2021. *Poultry Science* 100 :101336
- Linhoss JE, Davis JD, Campbell JC, Purswell JL, Griggs KG and Edge CM 2023. *Journal of Applied Poultry Research* 32 : 100309.
- Lucena AC, Pandorfi H, Almeida GL, Guiselini C, Araújo JE, Rodrigues TP 2020. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 24:415–421
- Magee CL, Olanrewaju HA and Purswell JL 2023. *Journal of Applied Poultry research* 32(3) : 100353
- March TJ, Thompson LJ, Lewis PD, Perry GC 1990. *British Poultry Science* 31 :895-896
- Mendes AS, Paixao SJ, Restelatto R, Morello GM, de Moura DJ and Possenti JC 2013. *Journal of Applied Poultry Research* 22 :62-70.
- Mika A, Amand G, Fauvel A, Bignon L, Bouvarel I 2013. *TEMA* 26 : 2013
- Mitchell R, Edwards Jr H and McDaniel G 1997. *Poultry Science* 76 : 346-354
- Montiani-Ferreira F, Li T, Kiupel M, Howland H, Hocking P, Curtis R, Petersen-Jones S 2003. *Vision Research* 43:2009–2018
- Olanrewaju H, Thaxton J, Dozier W, Purswell J, Roush W and Branton S 2006. *International Journal of Poultry Science* 5, 301-308.
- Olanrewaju HA, Miller WW, Maslin WR, Collier SD, Purswell JL and Branton SL 2018. *Poultry Science* 97 : 1109-1116.
- Parvin R, Mushtaq MMH, Kim MJ and Choi HC 2014. *Worlds Poultry Science Journal* 70 : 543-556.
- Picard M., Le Fur C., Melcion J.P., Bouchot C. 2000. *INRA Production Animale* 13 (2) : 117-130
- Prescott N, Wathes CM and Jarvis J 2003. *Animal Welfare* 12, 269-288.
- Rana S et Campbell DLM 2021. *Frontiers in Animal Science* 2 : 1-11.
- Rozenboim I, Chaiseha Y, Rosenstrauch A, Sklan D, Yahav S and Halevy O 2004. *Poultry Science* 83(5) :842-845.
- Seifert M, Baden T and Osorio D 2020. *Seminars in cell & developmental biology*, 106:106–115.
- Seyidoğlu N, Belenli D, Merhan O and Bozukluhan K 2020. *Journal of Research in Veterinary Medicine* 39(1) : 21-25
- Sohel Rana M and Campbell DLM 2021. *Frontiers in Animal Science* 2 :699262
- Soliman FN and El-Sabrou K 2020. *Journal of Veterinary Behaviour* 36 : 34-39.

Van der Pol CW, Van Rooy-Reijnders IAM, Mattjens CM, Gussekloo SWS, Kranenburg S, Wijnen J, Pieters RPM, Schipper H, Kemp B and Van den Brand H 2019. PLoS One 14 :e02100886.

Wang P, Sun Y, Fan J, Zong Y, Li Y, Shi L, Isa AM, Wang Y, Ni A and Ge P 2020.). Poultry Science 99: 5501–5508.

Wu Y, Huang J, Quan S and Yang Y 2022. Poultry Science 101 : 1-6.

Yang Y, Jiang J, Wang Y, Liu K, Yu Y, Pan J and Ying Y 2016a. T. ASABE 59 : 1361-1370.

Zhang Z, Cao J, Wang Z, Dong Y, and Chen Y 2014. Journal of Photochemical and Photobiology B138 : 118-123

Zhang LH, Zhang X, Qiao HY, Yue SG, Wu SG, Yao JH and Qi GH 2012. Poultry Science 91 : 1026-1031.

Zheng L, Ma YE, Gu LY 2013. Journal of Applied Poultry Research 22(4) : 798-807.