Les nouveaux types d'éclairage en aviculture : *impact du type de source lumineuse sur les divers paramètres électriques, le comportement et les performances des poulets de chair*

Laure BIGNON [1], Cécile ARNOULD [2], Patrice DRAPIER [3], Frédéric MARTEAU [3], Anne-Marie CHAGNEAU [4], Amandine MIKA [1], Jean-Marie BRIGANT [5], Christophe THEULEAU [5], Gérard AMAND [6], Philippe LESCOAT [4], Isabelle BOUVAREL [1]

1 ITAVI – Centre INRA de Tours – 37380 NOUZILLY
2 INRA, UMR85 PRC ; CNRS, UMR7247 ; Université de Tours, IFCE – 37380 NOUZILLY
3 EDF – Centre de recherche des Renardières – 77818 MORET SUR LOING
4 INRA – UR83 Recherches Avicoles – 37380 NOUZILLY
5 INRA – UE PEAT – 37380 NOUZILLY
6 ITAVI –Zoopole Beaucemaine – 41 rue de Beaucemaine – 22440 PLOUFRAGAN
Contact : bignon.itavi@tours.inra.fr

RÉSUMÉ

Un éclairement minimal de 20 lux sur 80 % de la surface du bâtiment doit être assuré en élevage de poulets de chair selon la directive 2007/43/CE. Par ailleurs, la directive 2005/32/CE prévoit la substitution des appareillages énergivores par des dispositifs d'éclairage dits « de basse consommation » pour lesquels il existe peu de références en production avicole. Cette étude a pour but d'étudier l'impact de différentes sources lumineuses (tube fluorescent classique, luminaire fluocompact, tube fluorescent haute fréquence, LED) sur, d'une part, la consommation électrique et les déformations de courant (harmoniques), et d'autre part, les performances zootechniques, le comportement des animaux et la présence de lésions cutanées. Quatre salles indépendantes d'un même bâtiment ont été utilisées, chacune étant équipée d'un dispositif d'éclairement différent. L'éclairement a été réglé à 40 lux de 0 à 10 jours et à 20 lux de 10 à 35 jours. Il était identique entre les salles à +/- 5lux. Chaque salle comprenait quatre parquets de 80 poulets. Les animaux ont été pesés aux changements d'aliment à 10 et 23 jours et en fin d'essai à 35 jours. L'activité générale (debout, se déplace, couché, mange, boit) ainsi que l'exploration de la litière et les comportements sociaux ont été observés sur les périodes 13-17j et 27-31j. La consommation électrique et les harmoniques ont été enregistrés sur toute la période. Afin de pouvoir limiter la confusion d'effets entre la salle et la source lumineuse, une deuxième série a été réalisée en croisant sources lumineuses et cellule. Les sources lumineuses, bien que générant des ambiances lumineuses différentes n'ont pas eu d'impact sur les performances zootechniques et le comportement des poulets. En revanche, dans nos conditions expérimentales, des différences sur les paramètres électriques ont été mises en évidence. Une validation terrain est actuellement en cours.

1. Contexte

Dans un contexte de plus en plus concurrentiel, la filière avicole française se doit d'adopter les meilleures solutions techniques et économiques pour relever les défis qui se posent à elle. Dans le même temps, elle doit s'appliquer à réduire son impact environnemental pour optimiser son empreinte carbone et montrer à la société qu'elle est en mesure de produire avec une incidence limitée sur l'environnement.

La transposition en droit français de la directive européenne 2007/43/CE concernant le bien être des poulets de chair, impose un éclairement minimal de 20 lux sur 80 % de la surface du bâtiment. Par ailleurs, le respect de la directive 2005/32/CE prévoit la substitution des appareillages énergivores par des dispositifs dits « de basse consommation » pour lesquels les références font actuellement défaut.

Pour répondre à ces nouvelles exigences, le projet VOLUME (VOLailles LUMièrE) a pour but d'étudier ces nouveaux types d'éclairage. Mika et al., 2013, dans un précédent article, ont proposé une méthode de mesure de l'éclairement moyen en bâtiment avicole à partir de 5 points de mesure. Ils ont également rappelé les bases en matière d'éclairement et détaillé en quoi la vision des volailles était différente de celle des humains. Cet article propose un rappel de l'impact qu'ont ces caractéristiques de la vision sur le comportement, le bien-être et les performances des volailles dans différents environnements lumineux. Ensuite, les résultats d'une expérimentation sont présentés. Cette étude avait pour objectif d'évaluer, chez des poulets de chair, l'impact sur la croissance, les lésions cutanées et le comportement des animaux de 4 types de sources lumineuses différentes : tube fluorescent classique, tube fluorescent haute fréquence, luminaire fluocompact et LED. En parallèle, des mesures de consommation électrique de ces types de source lumineuse ont été réalisées.

2. Scintillement, couleur et nature de la lumière : quels impacts sur le comportement et la santé des poulets ?

Outre la photopériode et l'intensité lumineuse, les propriétés des sources lumineuses en tant que telles ont un impact sur le comportement, les performances et la santé des volailles (Prescott et al., 2003 et Mika et al., 2003). Différents types de sources sont aujourd'hui disponibles pour équiper les bâtiments avicoles (Mika et al., 2013). Elles peuvent être définies par : leur spectre d'émission (couleur, température de couleur), leur indice de rendu de couleur (capacité d'une source de lumière à restituer les différences entre couleurs du spectre visible) et leur scintillement.

Différentes lumières blanches n'ont pas nécessairement les mêmes spectres d'émission et sont caractérisées par leur température de couleur. Il existe 3 catégories de blanc telles que définies dans le rapport Anses (2010) sur les effets sanitaires des systèmes d'éclairage utilisant des LED : le blanc froid (5 100 à 8 400 K), le blanc neutre (3 800 à 4 000 K) et le blanc chaud (2 600 à 3 400 K). Ce rapport concluait à des risques absents à modérés pour les humains selon les cas. Les risques modérés sont définis pour les LED bleu roi monochromatique et le blanc froid (pic dans le bleu de certaines LED associé à une luminance très élevée).

Le spectre sensible des **volailles**, plus large que celui des humains, induit que ces animaux n'ont **pas la même perception que nous de l'éclairement à intensité lumineuse, mesurée en lux, égale**. Par exemple, à lux égaux, les volailles perçoivent une intensité d'éclairement d'un luminaire fluorescent 20 % supérieur à celle d'un luminaire incandescent du fait des spectres différents émis par ces 2 sources (Prescott et al., 2003). Il en découle également que les éclairages commerciaux développés pour satisfaire les problématiques de vision des humains ne sont pas toujours adaptés aux volailles. Prescott et al. (2003) rappellent que l'absence d'UVA dans les luminaires commerciaux peut générer des problèmes de reconnaissance sociale et donc d'accouplement chez les reproducteurs, voire de picage en poules pondeuses. De même, Maddocks et al. (2001) ont montré que le niveau basal de corticostérone était plus élevé chez des volailles placées sous une source déficiente en UV par rapport aux volailles placées sous une lumière enrichie aux UV. Le **manque de longueurs d'ondes UV** dans les sources lumineuses **induirait donc un stress** chez ces volailles. Ces auteurs n'ont, en revanche, pas relevé d'agressivité plus importante dans l'un ou l'autre des traitements, l'occurrence des agressions étant très faible dans leur étude.

Kristensen et al. (2007) montrent, quelle que soit l'intensité lumineuse ajustée pour la vision des oiseaux (5 ou 100 clux), une préférence à 6 semaines d'âge pour les sources « biolux » (proche de la lumière jour, 6500K) et les tubes fluorescents « Warm-white » par rapport à la source dont le spectre est ajusté à celui de la vision des volailles ou à la source incandescente. Dans une autre expérience où les animaux sont élevés sous ces 2 sources de 0 à 51 jours d'âge, ces auteurs observent moins de picage des plumes sous la source « Warm white » que sous la source « biolux ».

Plusieurs études se sont attachées à définir **l'impact des lumières colorées** dans l'environnement des volailles sur leurs comportements et sur leurs performances. **Ces études sont parfois contradictoires. Ces contradictions peuvent être liées au stade physiologique des animaux auquel les expériences ont été effectuées, au sexe des oiseaux considérés ou encore à leur sensibilité spectrale** qui induit, comme nous l'avons vu plus haut, selon les couleurs, une perception différente de l'éclairement à lux constant. Ainsi, par le passé, des **effets « couleurs » ont pu être confondus avec des effets « intensité lumineuse »** (Prayitno and Phillips 1997c).

Prayitno et al. (1997a, b) ont montré que des poulets, ayant le choix entre des lumières rouge, blanche, verte et bleu à 30 lux, avaient une **préférence**

pour les lumières de couleur bleue et verte. Par ailleurs, élevés sous ces couleurs, ils étaient **plus calmes**. Ces auteurs ont montré peu d'effets sur les performances mais notent cependant une tendance à un GMQ plus important sous lumière bleue en comparaison à la lumière rouge. Rozenboim et al. (2004) montrent quant à eux un **que les animaux les plus lourds à 46j sont ceux élevés dans le vert de 0 à 10j puis dans le bleu jusqu'à 46j** (2897 ± 50g) et les animaux élevés sous **lumière bleue de 0 à 20j puis sous lumière verte** (2840 ± 64g). Xie et al. (2008) montrent également que la lumière verte dans le jeune âge et bleu après 28j améliorent le statut immunitaire des poulets de chair et que le **bleu aurait un rôle pour limiter le stress de ces animaux.** En opposition à ces travaux, Mohammed et al. (2010) sur des pondeuses, dans un essai comparant des lampes à incandescence, des tubes fluorescents standards et haute fréquence (daylight) et des LED bleues notent **plus de picage des plumes sous LED bleues** à 5 et 50 lux mais pas d'effet de la source lumineuse sur le comportement général.

Huber-Eicher et al. (2013) s'intéressent également à l'éclairage à LED en poules pondeuses. En effet, les nouveaux poulaillers de ponte en Suisse sont majoritairement équipés de LED vertes. En comparant les LED blanche, rouge et verte, ils notent que les **LED vertes stimulent les comportements d'exploration et d'interaction avec les congénères. En comparaison aux LED blanches, sous LED rouges, l'agressivité est plus limitée et la ponte est également plus précoce** et plus importante à 22 semaines d'âge. Ce résultat est à mettre en lien avec la capacité des grandes longueurs d'ondes à stimuler l'hypothalamus à travers le crâne (sans passer par la rétine) et donc à activer le développement de la reproduction. Un effet sur l'activité des animaux est également imputable à cette stimulation de l'hypothalamus, comme l'ont supposé Prayitno et al. (1997a) suite à l'observation d'animaux plus actifs sous lumière rouge que sous lumière blanche, bleue et verte. Ces mêmes auteurs ont ensuite stimulé l'activité des poulets de chair à croissance rapide grâce à cette propriété de la lumière rouge, additionnée de l'effet des fortes intensités lumineuses, pour essayer de diminuer leurs troubles locomoteurs (Prayitno et al., 1997b). La période de lumière rouge a bien augmenté l'activité des animaux (temps de marche et d'alimentation). Une augmentation du poids vif final est observée avec une période rouge entre 7 et 22j. Cet effet disparaît si la stimulation est appliquée de façon plus tardive du fait d'une moindre activité des animaux et du développement des gonades sexuelles. **Les problèmes de locomotion des poulets ont été réduits avec l'ajout d'une période de lumière rouge en cours d'élevage** par rapport à ceux des poulets élevés sous lumière bleue peu intense. **Cette lumière rouge a également un impact sur la reconnaissance sociale.** D'eath and Stone (1999) ont ainsi montré que les poules Isa Brown ne reconnaissaient pas les individus familiers sous une lumière rouge. Cet effet pourrait être lié à l'importance de la couleur de la crête et des caroncules dans la reconnaissance individuelle des volailles. Ces auteurs supposent que la diminution du picage et du cannibalisme sous les lumières rouges (ou autres), testées dans d'autres études, pourrait être liée à cette absence de reconnaissance.

La dernière propriété des sources lumineuses évoquée et le **scintillement (ou papillotement)** qui désigne les fluctuations rapides et répétitives de l'intensité de l'éclairage caractérisées par l'oscillation et l'instabilité de la source lumineuse. Ce phénomène est causé par des variations de tension du circuit alimentant une source lumineuse ou de la ligne électrique elle-même. Les lampes alimentées par des systèmes électriques à courant alternatif produisent un scintillement à une fréquence de 100 hertz (Hz ou cycles par seconde), soit le double de la fréquence d'alimentation d'une ligne de 50 Hz. Ce scintillement est perçu si sa fréquence est inférieure au seuil de fréquence critique de fusion ou seuil de fusion du papillotement. Au-delà de ce seuil, les scintillements semblent en effet se fusionner, formant ainsi une source lumineuse stable et continue, simplement parce que la réaction au stimulus lumineux dure plus longtemps que le scintillement lui-même. Selon Lisney et al. (2011), les volailles ont, en moyenne, un **seuil de perception maximal à environ 87 Hz à 700 lux.** Selon ces mêmes auteurs, il n'est pas rare que certains individus perçoivent des fréquences de 90-100 Hz. A des intensités lumineuses plus faibles **(25-30 lux)**, ce seuil de perception s'abaisse à des fréquences de **65 Hz**. Il semble donc que la plupart des volailles, aux intensités lumineuses auxquelles elles sont élevées, ne perçoivent pas les scintillements des sources lumineuses classiques (100 Hz). Prescott et al. (2003), dans leur synthèse, rappellent en effet que, lors de tests de préférences entre des sources hautes fréquences (20-60 kHz) et des sources basses fréquences (100 Hz) à 14 lux, les poules pondeuses ne montraient aucune préférence ou aversion pour l'une ou l'autre des sources.

Pour finir cette partie introductive, peu d'études sur les sources lumineuses considèrent à la fois le comportement, les performances et les caractéristiques électriques. Notre étude avait pour objectif d'évaluer, chez des poulets de chair, l'impact sur la croissance, les lésions cutanées et le comportement des animaux de 4 types de sources lumineuses différentes : tube fluorescent classique, tube fluorescent haute fréquence, luminaire fluocompact et LED. En parallèle, des mesures de consommation électrique de ces types de source lumineuse ont également été réalisées.

3. Impacts de différentes sources sur les paramètres électriques, les performances et le comportement des poulets de chair

3.1. Matériels et méthodes

3.1.1. Animaux

Deux séries ont été réalisées. A chaque série, 1280 poulets Ross PM3 mâles ont été placés dans des parquets de 8 m^2 à une densité de 10 animaux/m^2. Quatre cellules d'élevage à sol bétonné de l'UE PEAT (INRA Nouzilly) dans lesquelles étaient disposés 4 parquets ont été utilisées. Dans chaque parquet,

la litière était constituée d'une fine couche de copeaux (2 kg/m²). Des parois opaques étaient placées entre chaque parquet sur 60 cm de hauteur afin d'empêcher que les animaux ne se voient.

3.1.2. Eclairage

Quatre sources d'éclairement différentes de lumière blanche (tube fluorescent classique 4 000 K, tube fluorescent haute fréquence 3 000 K, luminaire fluocompact 3 000 K et LED 4 000 K), ont été réparties dans les 4 cellules de 2,5 m de hauteur. L'intensité lumineuse a été réglée au démarrage à 40 lux +/- 5 lux en moyenne au centre de chaque parquet (moyenne obtenue suite à la mesure de l'éclairement en 9 points répartis dans les 2 tiers centraux de 2 parquets de chaque cellule), puis à 10j d'âge à 20 lux de moyenne (+/- 5 lux). L'intensité lumineuse a été mesurée en lux, bien que cette unité reflète l'intensité lumineuse perçue par l'œil humain et non des volailles, afin d'utiliser la même unité que celle affichée dans la directive sur la protection des poulets de chair en élevage. Au démarrage, un éclairement continu était pratiqué puis la durée du jour était diminuée progressivement jusqu'à atteindre 6h de nuit au 7e jour d'âge des animaux. Afin d'éviter de confondre un effet cellule et un effet source, sources et cellules ont été permutées entre les 2 séries.

3.1.3. Aliment

Tous les animaux étaient soumis au même régime alimentaire. Trois types d'aliments différents ont été distribués au cours de l'essai : démarrage, croissance et finition. Les deux premiers aliments étaient des aliments clairs. A la dernière transition, un aliment foncé, obtenu en jouant sur la formulation (ajout de tourteaux de colza/tournesol), était présenté aux animaux afin de vérifier l'impact des sources lumineuses sur la transition alimentaire.

3.1.4. Mesures

Concernant l'éclairage, la consommation électrique, les puissances actives et réactives, ainsi que les harmoniques présentes (facteur de puissance), étaient enregistrées automatiquement toutes les 20 min au moyen d'un wattmètre. Seules 2 cellules ont pu être équipées par série. Toutes les sources ont été qualifiées grâce à la permutation des sources entre les 2 séries. A chaque série, des pinces ampèremétriques mesuraient en complément l'intensité du courant utilisé dans chaque cellule pour chaque source.

Les animaux trouvés morts étaient pesés et enregistrés chaque jour. A chaque changement d'aliment, une pesée individuelle de tous les animaux était réalisée en parallèle à la pesée des refus d'aliment par parquet. La consommation des animaux par parquet et l'indice de consommation ont été mesurés.

Au changement d'intensité lumineuse, les consommations d'aliment sur 24h la veille et le jour du changement ont été relevées. Lors de la transition croissance-finition, des cinétiques de consommation ont été réalisées la veille et le jour de la transition pour étudier l'impact de l'environnement lumineux sur la perception de l'aliment par les animaux, soit 20 min, 35 min, 2h, 24h après la distribution du nouvel aliment. Les différences de consommation entre le jour de la transition et la veille ont été analysées pour chaque pas de temps.

Le comportement des animaux a été suivi par 2 observateurs sur 2 périodes, à J16-J17 et à J30-J31. Deux cellules étaient observées simultanément. Les observateurs permutaient de cellule entre chaque demi-journée d'observation afin d'éviter de confondre un effet observateur et un effet source lumineuse. Un enchaînement de 8 scans par parquet était réalisé à chaque début et fin de demi-journée d'observation, soit 32 scans/parquet/période d'observation. Dans chaque parquet et à chaque scan, les animaux effectuant les comportements mange, boit, debout, se déplace et couché ont été enregistrés. Par demi-journée, entre 2 périodes de scan sampling, 20 poulets étaient suivis individuellement pendant 5 minutes en focal sampling, en observation directe, avec le logiciel The Observer®. Le premier animal appartenait au parquet 1, le second au parquet 2, le troisième au parquet 3 et le quatrième au parquet 4 et ainsi de suite jusqu'au 20e animal. Les états mange, boit, debout, se déplace, couché et les évènements gratte/explore, pique la litière ou l'environnement, face à face entre 2 animaux avec ou sans battement d'ailes, coup de bec agressif, coup de bec doux ont été considérés.

A 35 jours, 30 animaux par parquet ont été abattus. Les animaux présentant des pododermatites, dermatites des tarses et du bréchet, des ampoules et pustules au niveau du bréchet et des griffures récentes, anciennes ou infectées ont été enregistrés. Les pododermatites ont été notées selon l'échelle Anses/INRA/ITAVI en 5 scores (Michel et al., 2012). Les dermatites des tarses ont été notées selon une échelle à 3 scores définis par la surface de la lésion (Allain et al., 2009). Les sommes des scores pour les dermatites des tarses et les pododermatites et la somme des animaux atteints des différentes lésions ont ensuite été réalisées par parquet et analysées. Les sommes de scores pouvaient donc varier de 30 à 90 pour les tarses et de 30 à 150 pour les pododermatites.

3.1.5. Analyse statistique

Les effets cellule et source pour la mortalité, le comportement, les lésions et les transitions alimentaires ont été traités par des tests non paramétriques de Kruskal Wallis. Concernant les performances zootechniques, les effets source, cellule et intensité lumineuse (mesurée à 30j au centre de chaque parquet) ont été traités seuls et en interaction par ANOVA. Dans le cas où des effets cellules ou intensité lumineuse étaient mis en évidence seuls ou en interaction, la procédure « mixed » de SAS a été utilisée en considérant ces 2 effets en tant qu'effets aléatoires. En effet, bien que l'intensité lumineuse au sein des cellules ait été réglée de façon à être équivalente entre les cellules d'élevage à 5 lux près, une perte de l'éclairement lumineux a été subie pour les luminaires fluocompacts. A 10j, l'éclairement moyen était de 20 lux pour toutes les sources mais il n'était plus que de 10 lux à 31 jours d'âge pour les luminaires fluocompacts contrairement aux autres sources, stables.

3.2. Résultats et discussion

3.2.1. Résultats électriques (tableau 1)

■ *Tableau 1 – Mesures électriques enregistrées durant la durée de l'essai .*

	Consommation durant 35 j kWh	Puissance à 40 lux W	Puissance à 20 lux W	Facteur de puissance
LED	32,8	61	43	0,44
Luminaire fluocompact	38	66	53	0,95
Luminaire fluorescent HF	49	88	69	0,91
Luminaire fluorescent standard	37	80	49	0,68

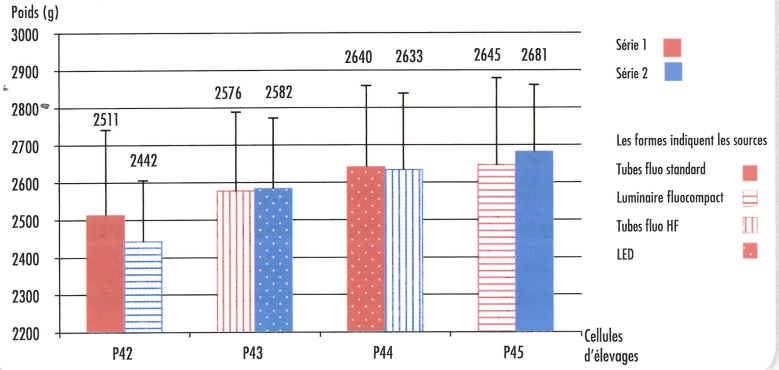
Avec les matériels testés et dans nos conditions expérimentales, le luminaire à LED était le plus performant énergétiquement. En revanche, il génère beaucoup d'harmoniques, qui sont des déformations de courant entraînant des pertes d'énergie et pouvant être préjudiciables au bon fonctionnement des appareils. Ces déformations seraient dues au transformateur alimentant les LED en électricité et non pas aux LED en tant que telles. Les mesures réalisées devraient être complétées par d'autres à pleine puissance pour vérifier la conformité vis-à-vis de la norme 61000-2-3 sur la CEM (compatibilité Electro-Magnétique). La documentation technique du luminaire testé indique par ailleurs que l'indice de rendu des couleurs est de 60 à 65 sur une échelle de 1 à 100. Ces valeurs correspondent à une restitution médiocre des couleurs. La question est de savoir si le risque de confondre des couleurs peut gêner le personnel qui intervient dans le local ou les animaux dans la reconnaissance de leur aliment ou de leurs congénères. En deuxième position, se trouvent les tubes fluorescents classiques. Cette bonne performance provient de leur faible consommation avec le niveau d'éclairement à 20 lux. En revanche, le fonctionnement de ces luminaires n'est pas stable sur un cycle d'allumage (effet stroboscopique). Ensuite arrive le luminaire fluocompact qui consomme à peine plus que le précédent. Il a un bon facteur de puissance (et génère donc peu d'harmoniques, c'est-à-dire peu de déformations de courant) et permet de réduire le nombre de luminaires grâce à une bonne conception du diffuseur qui répartit la lumière sur une grande surface. Durant les deux séries, la puissance des appareils a légèrement baissé ainsi que le flux lumineux. En dernière position viennent les tubes fluorescents à haute fréquence. Cette consommation plus importante est due à un mauvais rendement du luminaire et à la diffusion d'une partie de la lumière vers le plafond.

3.2.2. Résultats zootechniques

Aucun effet cellule n'a été mis en évidence sur la mortalité (n = 8 ; p = 0,052). La mortalité est similaire quelle que soit la source lumineuse (n = 8 ; p = 0,069 ; tube fluorescent standard : 4,2 % ±2,5, tube fluorescent haute fréquence : 7,8 % ±3,9, luminaire à LED : 7,2 % ±3,6, luminaire fluocompact : 4,1 % ±3,0). Les résultats observés pour la mortalité en fonction des sources vont dans le même sens que ceux observés sur les effets cellules. Il est donc difficile de savoir si les tendances observées sont à imputer à la cellule ou à la source lumineuse.

Sous le modèle statistique prenant en compte l'effet cellule et l'effet intensité lumineuse à 30 jours d'âge des animaux en tant qu'effets aléatoires, le poids à 35 jours n'est pas différent selon les sources (p = 0,07, figure 1). La tendance peut s'expliquer par des effets cellules importants et par la chute d'intensité lumineuse en cours d'essai pour les luminaires fluocompacts qui peut avoir entrainé une légère baisse de consommation d'aliment. L'indice de consommation sur l'ensemble de la période n'est pas significativement différent selon les différents effets testés (p = 0,69). Ceci est également le cas pour les indices de consommation calculés par période. En conclusion, il n'existe pas d'impact des sources lumineuses sur les performances zootechniques (poids et indice de consommation) dans les conditions testées.

■ *Figure 1 – Poids des animaux (g) en fonction des sources lumineuses et des cellules d'élevage.*



3.2.3. Baisse du flux lumineux et consommation alimentaire

Le passage d'un éclairement de 40 à 20 lux à J8 n'a pas généré de sous-consommation d'aliment par les animaux sur 24h. En moyenne, chaque poulet a ingéré 6 g ± 6 d'aliment en plus à J8 (20 lux) par rapport à J7 (40 lux). En comparant ce chiffre à l'évolution normale de la consommation dans les tables de référence Ross PM3 mâles, les animaux ont consommé en moyenne 2 g de plus que ce que laissaient supposer les références. Par ailleurs, dans ces conditions, aucun effet cellule ou source n'a pu être mis en évidence sur ces variations de consommation d'aliment par les animaux sur 24 h.

3.2.4. Transitions alimentaires

Lors de la transition finale à J23, le changement d'aliment (passage d'un aliment clair à un aliment foncé), contrairement à l'attendu, n'a pas entraîné de baisse de consommation comparée à la veille. La variation de consommation entre le jour de la transition et la veille est de 0,6 g ± 2,9 sur 20 min, de 2,3 g ± 4,6 sur 35 min, de 3,0 g ± 4,8 sur 2h et de 4,3 g ± 0,3 sur 24 h (selon les tables Ross, en 24h, à cet âge, +6 g). Ni les cellules ni les sources n'ont modulé ces variations de consommation (au seuil de 5 %).

3.2.5. Comportement des animaux

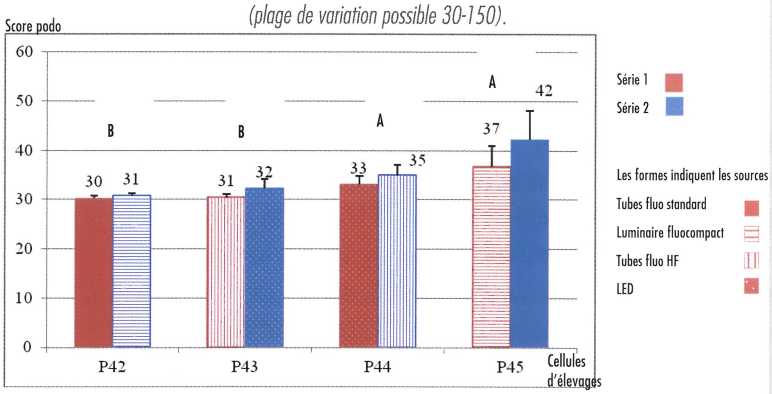
L'effet cellule est significatif pour les comportements boit (p < 0,001), debout (p = 0,03) et couché (p < 0,001). L'effet source lumineuse n'est significatif que pour le pourcentage d'animaux debout (p = 0,03). La cellule

présentant le plus d'animaux debout est la cellule P43. Cette cellule a accueilli successivement les tubes fluorescents à haute fréquence et les LED, sources sous lesquelles le pourcentage d'animaux debout (respectivement 5,3 % et 4,8 % vs 4,7 % pour les luminaires fluocompacts et 4,3 % pour les tubes fluorescents standards). Il est donc possible que l'effet cellule ait renforcé l'effet source. Concernant les autres comportements enregistrés, seules les fréquences des comportements agressifs en général et des coups de bec agressifs sont significativement différentes en fonction des cellules considérées ($p = 0,01$) avec significativement moins d'agressivité dans la cellule P45. Aucune des variables fréquence d'exploration, de face à face agressif et des coups de bec doux n'est significativement impactée par la source lumineuse.

3.2.5. Lésions cutanées

Aucune pustule et dermatite de bréchet et peu de lésions en général ont été observées. Les rares pododermatites présentes étaient en outre peu sévères. Ceci peut s'expliquer par la faible densité en fin d'élevage, choisie afin de faciliter les observations comportementales. Un effet cellule significatif est mis en évidence pour les pododermatites ($p < 0,001$, figure 2) mais aucun effet source n'est démontré pour chacune des variables mesurées.

Figure 2 – Moyenne par cellule et par source lumineuse des sommes de scores en pododermatites (plage de variation possible 30-150).



A, B, C, représentent les différences significatives entre les cellules d'élevage au seuil de 5 %

4. Conclusion

Dans nos conditions expérimentales, les sources lumineuses testées présentent des caractéristiques électriques différentes tant en termes de consommation électrique que de déformation de courant (harmoniques). L'étude a en parallèle révélé des niveaux différents d'information disponible selon les fournisseurs. Un des objectifs de notre projet est de proposer à terme une fiche technique type avec les informations essentielles pour l'éleveur qui souhaitera faire un choix de matériel. Concernant le comportement, les sources lumineuses testées n'ont eu qu'un faible impact sur le pourcentage de poulets debout. Les lésions cutanées et les comportements agressifs ont été très peu fréquents. Les différents autres comportements, les résultats zootechniques et lésionnels n'ont pas été impactés par les différentes sources lumineuses dans nos conditions expérimentales. Une validation terrain de l'ensemble de ces résultats est actuellement en cours. Elle permettra notamment de confirmer les paramètres électriques des différentes sources dans des dimensionnements plus conformes aux recommandations des fournisseurs.

Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre de l'UMT BIRD et grâce au concours financier du CASDAR, de FranceAgriMer, du CIPC et du CIP. Merci aux équipementiers pour la fourniture du matériel. Merci également à toute l'équipe de l'UE PEAT (INRA) sans qui rien n'eut été possible.

Références bibliographiques

ALLAIN V., MIRABITO L., ARNOULD C., COLAS M., LE BOUQUIN S., LUPO C., MICHEL V., 2009. Skin lesions in broiler chickens measured at the slaughterhouse: relationships between lesions and between their prevalence and rearing factors. British Poultry Science, (50) : 407 – 417.

ANSES, 2010. Effets sanitaires des systèmes d'éclairage utilisant des diodes électroluminescentes (LED). Rapport d'expertise collective : pp310.

CE, 2007. Directive 2007/43/CE du conseil du 28 juin 2007 fixant des règles minimales relatives à la protection des poulets destinés à la production de viande. Journal officiel de l'Union européenne. Luxembourg, JO L 182 du 12/07/2007 p.19-28

CE, 2005. Directive 2005/32/CE du Parlement Européen et du Conseil du 6 juillet 2005 établissant un cadre pour le fixation d'exigences en matière d'écoconception applicables aux produits consommateurs d'énergie et modifiant la directive 92/42/CEE du Conseil et les directives 96/57/CE et 2000/55/CE du Parlement européen et du Conseil. Journal officiel de l'Union européenne. JO L 191 du 22/07/2005, p. 29-58.

D'EATH R.B., STONE R.J., 1999. Chickens use visual cues in social discrimination: an experiment with coloured lighting. Applied Animal Behaviour Science 62: 233– 242

HUBER-EICHER B., SUTER A., SPRING-STÄHLI P., 2013. Effects of colored light-emitting diode illumination on behavior and performance of laying hens. Poultry Science 92 : 869–873

KRISTENSEN H. H., PRESCOTT N. B., PERRY G. C., LADEWIG J., ERSBØLL A. K., OVERVAD K. C., WATHES C. M., 2007. The behaviour of broiler chickens in different light sources and illuminances. Applied Animal Behaviour Science 103 : 75–89

Lisney T. J., Rubene D., Rózsa J., Løvlie H., Håstad O., Ödeen A., 2011. Behavioural assessment of flicker fusion frequency in chicken Gallus gallus domesticus. Vision Research 51 (2011) 1324–1332

MICHEL V., PRAMPART E., MIRABITO L., ALLAIN V., ARNOULD C., HUONNIC D., LE BOUQUIN S., ALBARIC O., 2012. Histologically-validated footpad dermatitis scoring system for use in chicken processing plants. British Poultry Science (53:3), 275-281

IEC, 2000. Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2 : Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils ≤ 16 A par phase). CEI/IEC 61000-3-2:2000

MADDOCKS S. A., CUTHILL I. C., GOLDSMITH A. R., SHERWIN C. M., 2001. Behavioural and physiological effects of absence of ultraviolet wavelengths for domestic chicks. Animal Behaviour, 62, 1013–1019

MIKA A., AMAND G., FAUVEL A., BIGNON L., BOUVAREL I., 2013. Les nouveaux types d'éclairage en aviculture : contexte et mise au point d'un protocole de mesure de l'éclairement moyen d'un bâtiment avicole. TeMA n°26 : 4-12

MOHAMMED H.H., GRASHORN M.A., BESSEI W., 2010. The effects of lighting conditions on the behaviour of laying hens. Archiv für Geflügelkunde (74:3), 197-202

PRAYITNO D. S., PHILLIPS C. J. C., 1997. Equating the perceived intensity of coloured lights to hens. British Poultry Science, 38:2, 136-141

PRAYITNO D. S., PHILLIPS C.J.C., OMED H., 1997a. The effects of color of lighting on the behavior and production of meat chickens. Poultry Science 76 : 452–457

PRAYITNO D. S., PHILLIPS C.J.C., STOKES D. K., 1997b. The effects of color and intensity of light on behavior and leg disorders in broiler chickens. Poultry Science 76 : 1674–1681

PRESCOTT, N. B, WATHES, C. M., JARVIS, J. R., 2003. Light, vision and the welfare of poultry. Animal Welfare Vol 12 : 269-288

ROZENBOIM I., BIRAN I., CHAISEHA Y., YAHAV S., ROSENSTRAUCH A., SKLAN D., HALEVY O., 2004. The Effect of a Green and Blue Monochromatic Light Combination on Broiler Growth and Development. Poultry Science. 83 : 842-845

XIE D., WANG Z. X., DONG Y. L., CAO J., WANG J. F., CHEN J. L., CHEN Y. X., 2008. Effects of monochromatic light on immune response of broilers. Poultry Science 87 : 1535–1539