

## ÉCLAIRAGE ÉCONERGÉTIQUE EN AVICULTURE

S. Clarke et D. Ward

Imprimé en février 2007

### NOTIONS DE BASE SUR L'ÉCLAIRAGE

L'éclairage influence beaucoup la production avicole. De légères modifications des systèmes d'éclairage permettent de réduire la facture énergétique de l'exploitation. Un système d'éclairage éconergétique bien conçu peut se traduire par des niveaux d'éclairement accrus, des volailles plus performantes et une réduction des coûts de l'énergie.

La présente fiche technique suggère comment modifier le système d'éclairage de manière à abaisser les coûts de l'énergie de 15–75 %. Elle décrit les différents systèmes d'éclairage, tels que l'éclairage incandescent, l'éclairage fluorescent, l'éclairage au moyen de lampes fluorescentes compactes ou de tubes fluorescents, l'éclairage à décharge à haute intensité et l'éclairage à diode électroluminescente (DEL). Elle donne aussi un exemple du coût que représente le remplacement d'un système d'éclairage incandescent par un système d'éclairage fluorescent.

### TERMINOLOGIE

Pour être à même de réaliser des économies d'énergie, il est important de comprendre les termes relatifs à l'éclairage.

- **Lumen (lm)** – Unité de flux lumineux, c.-à-d. le flux émis par une lampe. Par exemple, une ampoule incandescente de 40 watts (W) produit environ 13 lumens par watt (13 lm/W).
- **Lux ou pied-bougie (p.b.)** – Éclairement d'une surface (10 lux  $\approx$  1 p.b.). L'éclairement des enclos et des recoins des bâtiments d'élevage peut être inférieur à 5 lux ( $\frac{1}{2}$  p.b.). À l'extérieur, un beau jour ensoleillé en plein été, l'éclairement des surfaces se situe autour de 80 000 lux (8 000 p.b.).
- **Longévité nominale moyenne** – Période s'écoulant en moyenne avant que 50 % des lampes aient besoin d'être remplacées.

- **Indice de rendu des couleurs (IRC)** – Mesure de la capacité d'une source de lumière à reproduire les couleurs de la même façon que le ferait la lumière du soleil.

Pour réduire les coûts de l'énergie, il faut rechercher une efficacité maximale, c.-à-d. un maximum de flux lumineux par unité de puissance consommée par la lampe (lm/W). Le tableau 1 et la *figure 1* renseignent justement sur l'efficacité et diverses caractéristiques des différentes sources d'éclairage.

### TYPES D'ÉCLAIRAGE

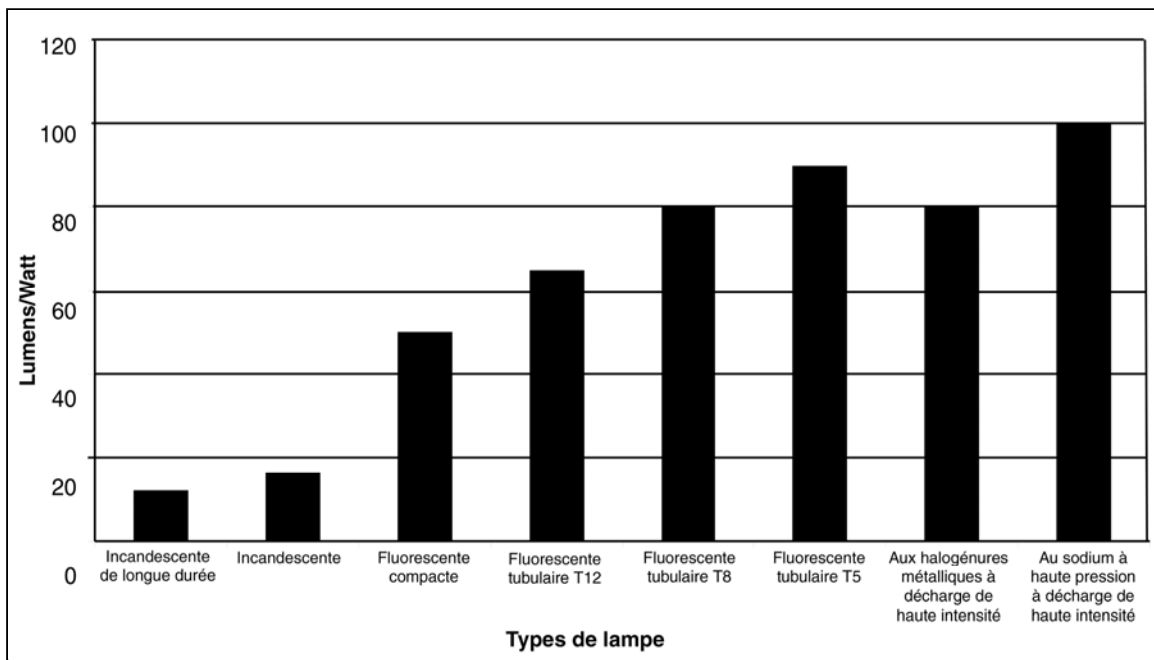
#### Éclairage incandescent

Compte tenu du niveau d'éclairement relativement élevé qui est exigé de nos jours dans les étables et de la nécessité de laisser les lumières allumées plus longtemps, l'efficacité des anciennes ampoules incandescentes de style Edison à convertir l'énergie en lumière n'est que de 5 %. Le reste est perdu en énergie thermique. Les ampoules incandescentes présentent aussi l'inconvénient d'attirer les insectes, dont les mouches, de telle sorte qu'elles sont vite enduites d'une couche de saleté qui réduit encore davantage la quantité de lumière qu'elles émettent. La *figure 2* présente des photos d'ampoules incandescentes et du problème occasionné par la saleté. La durée de vie utile des ampoules incandescentes est relativement courte si on la compare à celle d'autres sources d'éclairage (tableau 1). Par exemple, on peut s'attendre à ce qu'une ampoule de 100 W, conçue pour fonctionner 1 000 heures (longévité nominale normale) dure 63 jours à raison de 16 heures/jour. Les lampes de longue durée d'une longévité nominale de 5 000 heures éclairent en principe pendant 312 jours, mais la quantité de lumière réellement émise est réduite d'environ 25 % par rapport à une lampe d'une durée de 1 000 heures.

**TABLEAU 1. Caractéristiques générales des sources d'éclairage utilisées à l'intérieur des bâtiments d'élevage de bétail et de volaille**

Type de lampe	Puissance (W)	IRC	Efficacité (pertes dues au ballast non comprises) (lumens/ W)	Longévité type des lampes (h)
Incandescente	25–200	100	11–20	750–2 000
Incandescente longue durée	25–200	100	moy. 12,4–20	jusqu'à 5 000
Halogène	50–150	100	18–25	2 000–3 000
Fluorescente T8 (1,2 m)	32	75	88	20 000 (24 000 pour les lampes à haut rendement à faible teneur en mercure)
Fluorescente T5 (1,2 m)	28	85	104	20 000
Fluorescente T5HO (1,2 m)	54	85	93	20 000
Fluorescente compacte	5–57	80–90	50–80	10 000
Aux halogénures métalliques	35–70 400	60–80	60–94	7 500–10 000 20 000 (longévité augmentant avec le nombre de watts)
Au sodium à haute pression	35–400	20–80	63–125	15 000–24 000
À diode électroluminescente	1,2–1,4	70–90	16–53	60 000–100 000 (moins pour les blanches)

*Nota* : IRC signifie indice de rendu des couleurs. Les tubes fluorescents T12 (1,2 m ou 4 pi) ne sont pas inclus, car ils ne sont pas recommandés du fait : 1) qu'ils ne sont pas aussi éconergétiques que les T8 ou T5; et 2) qu'il ne sera plus possible d'ici quelques années de les remplacer ou de trouver des pièces de rechange pour les appareils qui les utilisent.



**FIGURE 1.** Lumens/watt des sources d'éclairage qu'on trouve habituellement sur les fermes.



**FIGURE 2.** Les systèmes d'éclairage incandescents économiques à l'achat coûtent cher à entretenir et à faire fonctionner. Remarquer l'accumulation de saleté sur cette ampoule de longue durée.

### Éclairage fluorescent

L'éclairage fluorescent devrait être la principale source d'éclairage dans les poulaillers nouveaux et rénovés. Les lampes fluorescentes sont très éconergétiques comparativement aux ampoules incandescentes. Elles s'assortissent d'une grande longévité (quand les luminaires sont installés et entretenus correctement) et offrent une bonne qualité de lumière aux volailles.

Voici quelques raisons qui justifient le passage d'un éclairage incandescent à un éclairage fluorescent :

- L'éclairage fluorescent consomme moins d'énergie pour fournir le même niveau d'éclairement.
- Les lampes fluorescentes tubulaires durent 20 000 heures et coûtent environ 2 \$ chacune; les ampoules incandescentes reviennent à 0,50 \$ l'unité et durent entre 1 000 heures (durée normale) et 5 000 heures (longue durée), toute ampoule durant plus de 2 000 heures étant considérée de longue durée.
- La conversion de l'éclairage incandescent à l'éclairage fluorescent réduit jusqu'à 75 % la consommation d'électricité.
- La conversion à l'éclairage fluorescent se rentabilise en général en moins de 2 ans. Dans certains cas, la conversion peut se rentabiliser en aussi peu que 4 mois.

### TYPES DE LAMPES FLUORESCENTES

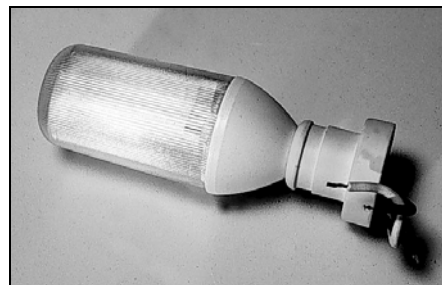
Les lampes fluorescentes utilisées sur les fermes sont de deux types : les lampes fluorescentes compactes et les lampes fluorescentes tubulaires.

#### Lampes fluorescentes compactes

Les lampes fluorescentes compactes (FC) offrent une bonne efficacité énergétique et peuvent remplacer facilement les

ampoules incandescentes. Elles s'assortissent soit d'un ballast électronique, soit d'un ballast électromagnétique (*figure 3*).

- Les lampes utilisées avec des ballasts électroniques ont une longévité nominale de 10 000 heures.
- Les unités avec ballast électromagnétique ont une lampe qui se détache du ballast. La longévité des lampes est de 10 000 heures, celle des ballasts étant de 40 000 heures. En général, les lampes fluorescentes compactes sont une bonne solution économique.
- Les lampes fluorescentes compactes destinées aux bâtiments d'élevage doivent avoir été testées et approuvées pour des lieux humides.
- Il est recommandé d'acheter les lampes fluorescentes compactes portant le symbole « Energy Star » car elles procurent la qualité de lumière et d'éclairement la meilleure.
- Les produits qui affichent un facteur de puissance supérieur à 0,9 et qui créent le plus bas taux de distorsion harmonique totale (THD), soit moins de 30 %, donnent une meilleure qualité d'éclairage .



**FIGURE 3.** Lampe fluorescente compacte dans un luminaire résistant à l'humidité. (Source: Agviro, Inc.)

Afin de choisir une lampe FC de la bonne puissance, déterminer le flux lumineux (en lumens) émis par les ampoules incandescentes utilisées jusque-là et partir de ce flux lumineux pour trouver la puissance correspondante de la lampe FC (tableau 2).

**TABLEAU 2. Comparaison du flux lumineux (en lumens) émis par les lampes fluorescentes compactes et les ampoules incandescentes**

Ampoules incandescentes		Lampes fluorescentes compactes	
Watts	Lumens	Watts	Lumens
25	270	5	250
40	510	7	400
52	780	9	600
60	860	15	900
90	1 540	18	1 250
100	1 680	26	1 800

Source : [hydroonenetworks.com/en/efficiency/downloads/PowerSaver\\_02\\_Lighting.pdf](http://hydroonenetworks.com/en/efficiency/downloads/PowerSaver_02_Lighting.pdf)

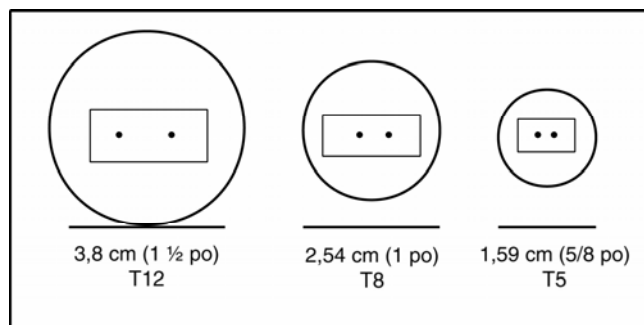
À ce jour, le réglage (ou gradation) de l'intensité lumineuse des lampes FC n'a pas donné de très bons résultats. L'on s'attend toutefois à ce que les chercheurs remédient à ce problème. Seuls les systèmes FC identifiés comme se prêtant à la gradation conviennent à cet usage. Les lampes FC constituent un bon choix dans les poulaillers qui nécessitent de faibles niveaux d'éclairage (*figure 5*). Toutefois, si la gradation de la lumière est nécessaire, la solution pourrait être d'utiliser une combinaison d'ampoules incandescentes et de lampes FC.

Au moment de moderniser le système d'éclairage, garder à l'esprit que les systèmes utilisant des lampes FC ont une durée de vie utile plus courte et coûtent plus cher à remplacer que les systèmes d'éclairage fluorescents T8 (tubes ordinaires de 1,2 m ou 4 pi de long). Voir la section qui suit pour plus de détails.

### Lampes fluorescentes tubulaires

Les tubes fluorescents viennent en différentes longueurs et diamètres. En général, ce sont les tubes de 1,2 m (4 pi) de long qui sont utilisés sur les fermes. Le diamètre des tubes est mesuré en huitièmes de pouce. Les tubes fluorescents T12 (pour 12 huitièmes de pouce ou 1 ½ po), l'ancienne norme, sont actuellement remplacés par les T8 (pour 8 huitièmes de pouce ou 1 po) et les T5 (pour 5 huitièmes de pouce) — *figure 4*. Ce sont là les dimensions normalisées que l'on trouve sur le marché.

Dans les poulaillers où la hauteur du plafond est inférieure à 3,7 m (12 pi), il est aujourd'hui recommandé d'utiliser des tubes fluorescents T8 assortis de ballasts électromagnétiques dans des luminaires de fibre de verre ou de plastique à l'épreuve des intempéries, qui présentent un joint d'étanchéité entre le verre de protection et la lampe. Il est par ailleurs important de veiller à ce que



**FIGURE 4.** Diamètre des tubes fluorescents.

le luminaire soit pourvu de huit agrafes qui maintiennent le verre de protection et protègent la lampe de l'air ambiant de l'étable. En général, ces luminaires :

- sont quatre fois plus efficaces que les ampoules incandescentes ordinaires;
- sont jusqu'à 30 % plus efficaces que les tubes fluorescents T12;
- durent au moins 20 fois plus longtemps que les ampoules incandescentes ordinaires.

Les tubes fluorescents T8 constituent la solution de rechange éconergétique idéale aux ampoules incandescentes, aux lampes fluorescentes compactes et aux tubes fluorescents T12. Pour leur part, les tubes fluorescents T5, plus courts que les tubes T12 et T8, produisent plus de lumière, offrent un meilleur rendu des couleurs (davantage de couleurs vraies) et une plus grande efficacité énergétique. Ils se prêtent aussi mieux à la gradation et maintiennent leur niveau d'éclairage mieux que ne le font les systèmes à tubes T12 et que la plupart des systèmes à tubes T8. Ils offrent 95 % de leur flux lumineux initial après 8 000 heures, soit au terme de 40 % de leur longévité moyenne. **Il n'est toutefois pas recommandé d'utiliser des tubes T5 dans des luminaires étanches à la vapeur, du fait de la chaleur qui se dégage de ces tubes. Leur utilisation sur les fermes doit par conséquent se limiter à des environnements propres et secs.** L'on s'attend à ce que les chercheurs remédient à ce problème et au manque de fiabilité des tubes T5.

Des tubes fluorescents se prêtant à la gradation sont actuellement à l'essai dans plusieurs installations de production commerciale de dindons en Ontario. L'avantage de l'utilisation de gradateurs tient à la possibilité de simuler l'aube et la brunante en élevant ou en abaissant progressivement l'intensité lumineuse (*figure 5*).

Des commandes à cellule photoélectrique peuvent être utilisées avec un éclairage fluorescent dans les étables dotées de fenêtres et de rideaux. Les commandes à cellule photoélectrique permettent de réduire l'intensité lumineuse ou d'éteindre les lumières lorsque les niveaux de



**FIGURE 5.** Système de tubes fluorescents à intensité réglable dotés de cellules photoélectriques, où deux rangées de lampes sont allumées et une rangée de lampes sont éteintes. (Source : GVA Lighting)

lumière naturelle sont suffisants. Tirer ainsi parti de la lumière du jour fait économiser encore plus d'énergie et d'argent.

### ÉCLAIRAGE À DÉCHARGE À HAUTE INTENSITÉ (DHI)

Dans les bâtiments d'élevage où le plafond est à plus de 3,7 m (12 pi) de haut, dans les poulaillers et les remises de machinerie, par exemple, on peut envisager d'utiliser des luminaires à DHI, notamment des luminaires utilisant des lampes aux halogénures métalliques (HM) et des lampes au sodium à haute pression, qui sont plus éconergétiques. Non seulement ces luminaires sont-ils faciles à installer et à entretenir, mais il en faut un moins grand nombre pour fournir le même niveau d'éclairage.

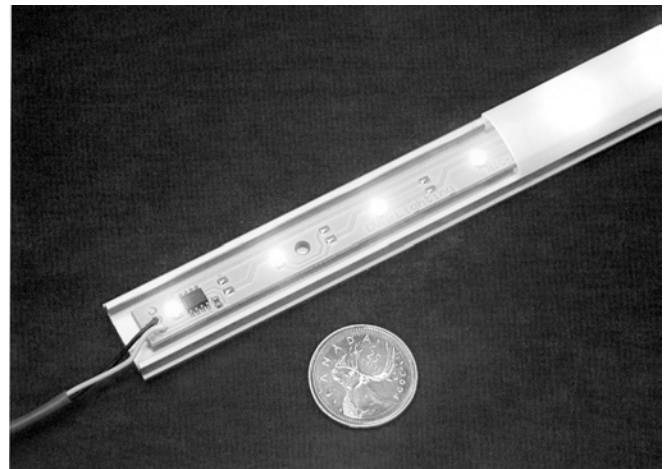
Les luminaires aux halogénures métalliques fonctionnent soit avec un ballast ordinaire soit avec un ballast d'amorçage. Un ballast d'amorçage fait économiser environ 12,5 % d'énergie, soit 50 W pour un luminaire à lampe aux HM de 400 W.

Une étude réalisée dans une exploitation commerciale de poulets à griller en Ontario a porté sur la comparaison entre un système de lampes au sodium à haute pression, à intensité réglable, et un système de lampes incandescentes. On a démontré que les lampes au sodium à haute pression amélioraient la performance des volailles, consommaient moins d'électricité et coûtaient moins cher, augmentant ainsi les profits obtenus par kilogramme de poulet produit. L'étude a également établi que le gradateur du système est très important et doit être de bonne qualité pour que le réglage de l'intensité lumineuse fonctionne bien.

### ÉCLAIRAGE À DIODE ÉLECTROLUMINESCENTE (DEL)

Les systèmes d'éclairage à diode électroluminescente ne sont pas encore utilisés dans les installations d'élevage de volaille. Des recherches sont nécessaires pour déterminer si cette technologie convient aux applications agricoles. Les lampes à DEL peuvent avoir une très grande efficacité énergétique (50 lumens/W) et peuvent durer jusqu'à 100 000 heures, soit largement plus que pour les autres systèmes d'éclairage. Si cette technologie peut être adaptée aux environnements des bâtiments d'élevage, on peut s'attendre à ce que l'éclairage à DEL procurera tôt ou tard aux producteurs des économies d'énergie importantes.

Les DEL sont offertes sous forme de projecteurs ou en bandes (*figure 6*) et en couleurs monochromatiques. Elles peuvent s'utiliser avec un gradateur.



**FIGURE 6.** DEL en bande. (Source : GVA Lighting Inc.)

Voici certains des avantages des DEL :

- caractère écologique – elles sont éconergétiques; elles consomment le cinquième de l'énergie consommée par les ampoules incandescentes; elles ne renferment pas de mercure et durent plus longtemps, d'où une moins grande production de déchet;
- grande longévité – elles durent jusqu'à 100 000 heures, comparativement aux ampoules incandescentes qui ne durent que 1 000 heures et aux lampes fluorescentes qui durent 20 000 heures;
- faible coût d'entretien;
- miniaturisation – leur petite taille permet de les installer dans des endroits peu accessibles;
- grande fiabilité – les DEL sont des dispositifs à semi-conducteurs qui ne comportent ni pièces mobiles, ni verre, ni filament susceptible de se casser; elles sont robustes et résistent aux vibrations;
- faisceau dirigé – ce qui accroît l'efficacité du système;
- possibilité de gradation;

- choix de couleur – elles sont offertes dans toutes les couleurs;
- réaction immédiate – sans période de réchauffement ni de démarrage.

### **MINUTERIES ET CAPTEURS DE MOUVEMENT**

Pour rendre un système d'éclairage éconergétique, il faut aussi s'intéresser aux minuteries à régler en fonction des besoins de la volaille et aux capteurs de mouvement dans les zones où travaille le personnel, comme les corridors et les entrées.

Voici un aperçu des dernières innovations :

- Une commande qui augmente et réduit graduellement l'intensité lumineuse afin de simuler le lever et le coucher du soleil. Ces commandes permettent de simuler ces cycles plusieurs fois par jour.
- Une commande qui, à l'aide d'une cellule photoélectrique, modifie l'intensité de la lumière en fonction de l'éclairement produit par chaque rangée de lumières. Ce dispositif est utile dans les étables qui possèdent des ouvertures latérales translucides en permettant de tirer parti de la lumière naturelle et de réaliser ainsi des économies d'énergie substantielles.

### **ÉCLAIRAGE DES POULAILLERS**

La fonction, la taille, l'aménagement et le niveau de mécanisation des fermes avicoles et des usines de transformation du poulet sont variables d'un endroit à l'autre. Les besoins d'éclairage diffèrent selon le type de production et les tâches à accomplir. L'intensité et la durée d'éclairage requises ne sont pas les mêmes pour les volailles et les préposés à l'élevage. Le tableau 3 contient des recommandations d'éclairage en production avicole et fournit les niveaux d'éclairement et les exigences en matière de photopériode pour les différents types de production.

Un système d'éclairage bien conçu et éconergétique augmentera la productivité et réduira les coûts d'électricité et d'entretien de l'exploitation. On recommande donc de réviser le système d'éclairage du poulailler et d'y apporter des changements pour y améliorer l'efficacité énergétique et réduire les coûts.

### **COÛTS DE MODERNISATION ET D'INSTALLATION À NEUF**

Le coût d'installation et de fonctionnement d'un système d'éclairage incandescent dans un bâtiment d'élevage de dindons ou de poulets à griller, d'une superficie de 224 pi x 40 pi a été comparé au coût d'un système qui utilise des lampes fluorescentes compactes et d'un système de tubes fluorescents de type T8 dans un bâtiment similaire. La comparaison des coûts a été effectuée à l'aide des facteurs suivants :

- coût unitaire de la source d'énergie : 0,10 \$/kWh (taux en mars 2005),
- moyenne d'heures d'éclairage : 12 heures par jour, et
- utilisation de trois rangées de lampes de 60 watts dont l'intensité est réglée à 30 watts, et de 54 lampes incandescentes de longue durée.

On a établi que l'installation du système d'éclairage incandescent coûterait environ 860 \$ et que le coût de son fonctionnement annuel serait de 757 \$. Le remplacement des lampes incandescentes par des lampes fluorescentes compactes de 9 watts coûterait 1000 \$ en frais d'installation et 284 \$ en frais annuels de fonctionnement.

Par conséquent, sur une période de deux ans, les économies associées à l'utilisation de lampes fluorescentes compactes dépassaient 806 \$. La période de recouvrement des coûts associé au remplacement d'un système d'éclairage incandescent par un système de tubes fluorescents de type T8 est plus longue (5,2 ans). Toutefois, les tubes fluorescents de type T8 offrent une plus grande qualité d'éclairage et le réglage de l'intensité lumineuse.

**TABLEAU 3. Recommandations d'éclairage en production avicole <sup>1</sup>**

Type de volailles	Âge (semaines)	Niveau minimal d'éclairage en lux (pieds-bougies)	Photopériode (nombre d'heures d'éclairage par jour)
<b>Poulets</b>			
Poulets à griller	0-0,4	20-30 (2-3)	24
	0,4-4	5-10 (0,5-1)	20-12*
	4 jusqu'à l'abattage	5-10 (0,5-1)	20-24*
Reproducteurs de poulets à griller	0-3	30-50 (3-5)	18
	4-20	10-30 (1-3)	9
	20-64	30-50 (3-5)	15
Pondeuses (poulets)	0-2	10-30 (1-3)	22-16**
	2-6	10-30 (1-3)	16-8**
	6-18	5-10 (0,5-1)	8-10**
	18-80	5-10 (0,5-1)	15
<b>Dindons</b>			
Dindonnières – élevage commercial de mâles ou de femelles	0-0,4	90-100 (9-10)	22-24
	0,4-1,2	30-50 (3-5)	16-22
Dindons femelles – croissance	1,2 jusqu'à l'abattage	10-30 (1-3)	16
Dindons mâles – croissance	1,2 jusqu'à l'abattage	10-30 (1-3)	16
Reproductrices de dindons	0-5	20 (2)	24
	5-8	20 (2)	8
	8-22	20 (2)	8
	22-30	20 (2)	8
	30 et plus	20 (2)	13-15
Reproducteurs de dindons	0-5	20 (2)	24
	5-30	20 (2)	13-15
	30 et plus	30 (3)	13-15

<sup>1</sup> Données de sources variées.

\* Les programmes d'éclairage des poulets à griller en phase de croissance sont établis en fonction du poids de l'oiseau à l'abattage. Généralement, la durée de l'éclairage est réduite au milieu de la période de croissance afin de prévenir les troubles métaboliques. Les heures d'éclairage sont par la suite augmentées juste avant que les oiseaux n'atteignent le poids du marché.

\*\* Le programme d'éclairage des poulettes pondeuses d'œufs de consommation dépend étroitement de leur souche.

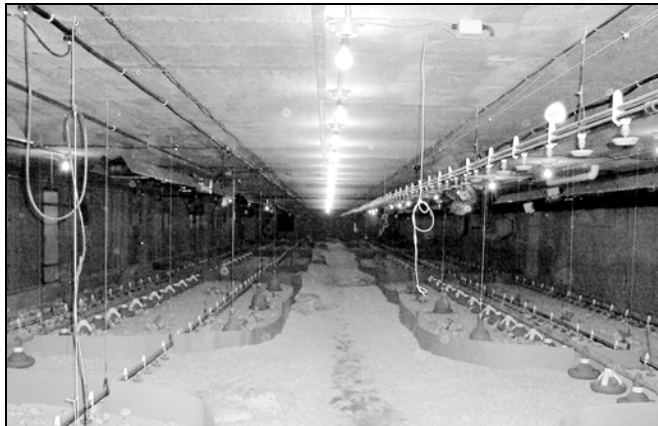
**TABLEAU 4a. Résumé des coûts de remplacement des systèmes d'éclairage incandescent par des systèmes de lampes fluorescentes compactes (nouvelles installations)**

	Lampes incandescentes de 60 W [réglées à 30 W]	Lampes fluorescentes compactes
Nombre d'appareils	54	54
Coût d'installation	860	1000
Coût de fonctionnement pendant 2 ans	2 x 757 = 1514	2 x 284 = 568
Coût total sur 2 ans	2374	1568
Économies réalisées en 2 ans		806 \$

**TABLEAU 4b. Résumé des coûts de remplacement des systèmes d'éclairage incandescent par des systèmes de tubes fluorescents de types T8 (nouvelles installations)**

	Lampes incandescentes de 60 W [réglées à 30 W]	Tubes fluorescents simples de type T8 de 4 pieds
Nombre d'appareils	54	27
Coût d'installation	860	3350
Coût de fonctionnement pendant 6 ans	6 x 757 = 4542	6 x 282 = 1692
Coût total sur 6 ans	5402	5042
Économies réalisées en 6 ans		360 \$

Voir à la *Figure 7*, la photographie d'un poulailler de reproducteurs de poulets à griller dans lequel l'éclairage incandescent (haut) a été remplacé par un système de tubes fluorescents (bas).



**FIGURE 7.** Remplacement de lampes incandescentes par un système d'éclairage fluorescent. (Source : Agviro, Inc.)

## RÉSUMÉ

Des modifications dans l'éclairage des fermes avicoles peuvent se traduire à la longue par des économies d'énergie intéressantes. Les producteurs peuvent facilement réduire de 75 % leur facture énergétique en passant d'un système d'éclairage incandescent à des tubes fluorescents de type T8. L'utilisation de gradateurs permet aussi d'abaisser les coûts de l'énergie. Ces modifications, conjuguées à d'autres améliorations rendent les systèmes d'éclairage des exploitations avicoles plus éconergétiques. Il s'ensuit un gain de productivité pour les fermes, une augmentation des produits d'exploitation et un abaissement des coûts de l'énergie.

Cette fiche technique a été rédigée par **Steve Clarke**, ing., Systèmes culturaux et énergétiques, et **Dan Ward**, ing., Logement et équipement pour élevages de volailles et de bovins, Direction des politiques et des programmes environnementaux, MAAARO. Elle a été revue par **Al Dam**, spécialiste de la province en aviculture, Techniques d'élevage, et **Elin Gwyn**, agente du marketing et des communications, Direction des politiques et des programmes environnementaux, MAAARO.

---

Centre d'information agricole  
1 877 424-1300  
[ag.info@omafra.gov.on.ca](mailto:ag.info@omafra.gov.on.ca)

[www.omafra.gov.on.ca](http://www.omafra.gov.on.ca)

---