

**Sommaire**  
**Rapport sur l'enquête de Santé Canada**  
**sur**  
**le rayonnement ultraviolet**  
**et**  
**les champs électriques et magnétiques**  
**des**  
**lampes fluorescentes compactes**

**Divisions des lasers et électro-optique**  
**Division d'électromagnétisme**  
**Bureau de la protection contre les rayonnements des**  
**produits cliniques et de consommation**  
**Direction des sciences de l'environnement et de**  
**l'hygiène des rayonnements**  
**Santé Canada**

**21 décembre 2009**

## **Contexte**

Ce rapport présente les résultats des essais visant à déterminer les niveaux de rayonnement ultraviolet et électromagnétique d'un échantillon de 30 lampes fluorescentes compactes (LFC). Pour le rayonnement ultraviolet (UV), des mesures d'irradiance spectrale ont été prises, et le délai d'atteinte de la dose érythémateuse minimale (rougissement de la peau) et l'exposition quotidienne maximale aux UV ont été calculés. Les paramètres mesurés pour les rayonnements électromagnétiques étaient l'intensité du champ électrique et la densité du flux magnétique produits par les lampes. De plus, la question de l'« électricité sale » produite par les LFC a été examinée au niveau de son potentiel de production d'expositions électromagnétiques à la maison.

La nécessité de cette enquête provient de l'élimination proposée de l'éclairage non écoénergétique par le gouvernement canadien en 2012 [RNCAN, 2007]. Cette action devrait mener à une utilisation plus généralisée des LFC comme solution de rechange aux lampes à incandescence standards. Le besoin d'évaluer si le rayonnement ultraviolet et le rayonnement électromagnétique des LFC dépassent les lignes directrices actuelles d'exposition était donc jugé important.

La sélection et l'approvisionnement des lampes pour cette enquête ont été assurés par des consultants en vertu d'un contrat du ministère fédéral des Ressources naturelles (RNCAN). Les critères finaux de sélection étaient que les lampes aient des ballasts électroniques intégrés et soient à culot à vis ou puissent être utilisées avec un adaptateur pour culot à vis. De l'échantillon de 30 lampes, 21 étaient du type habituel en spirale nue alors que les 9 autres étaient des lampes à double enveloppe et des réflecteurs (projecteurs). La puissance nominale allait de 4 watts à 27 watts. Deux lampes à incandescence ont aussi été achetées (60 watts et 100 watts) pour fins de comparaison.

RNCAN a participé au financement de ces travaux, et tous les essais et évaluations ont été faits par le personnel de Santé Canada ou sous la direction du personnel de SC quand une aide technique supplémentaire était nécessaire. Les essais ont été faits aux laboratoires de Santé Canada dans la Région de la capitale nationale.

### **A. Évaluation des risques UV**

Selon la *Loi sur les dispositifs émettant des radiations*, personne ne doit vendre, louer ou importer au Canada un dispositif émettant des radiations si l'appareil crée un risque de blessures ou de dommages génétiques, de problèmes de santé ou de décès par radiations parce qu'il émet des radiations qui ne sont pas nécessaires pour atteindre son objectif déclaré. Il a été allégué que les rayonnements UV des LFC peuvent causer des éruptions cutanées, des boursouffures et de la photokératite. Comme il n'y a pas beaucoup d'études revues par les pairs disponibles, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour explorer si les LFC peuvent réellement causer

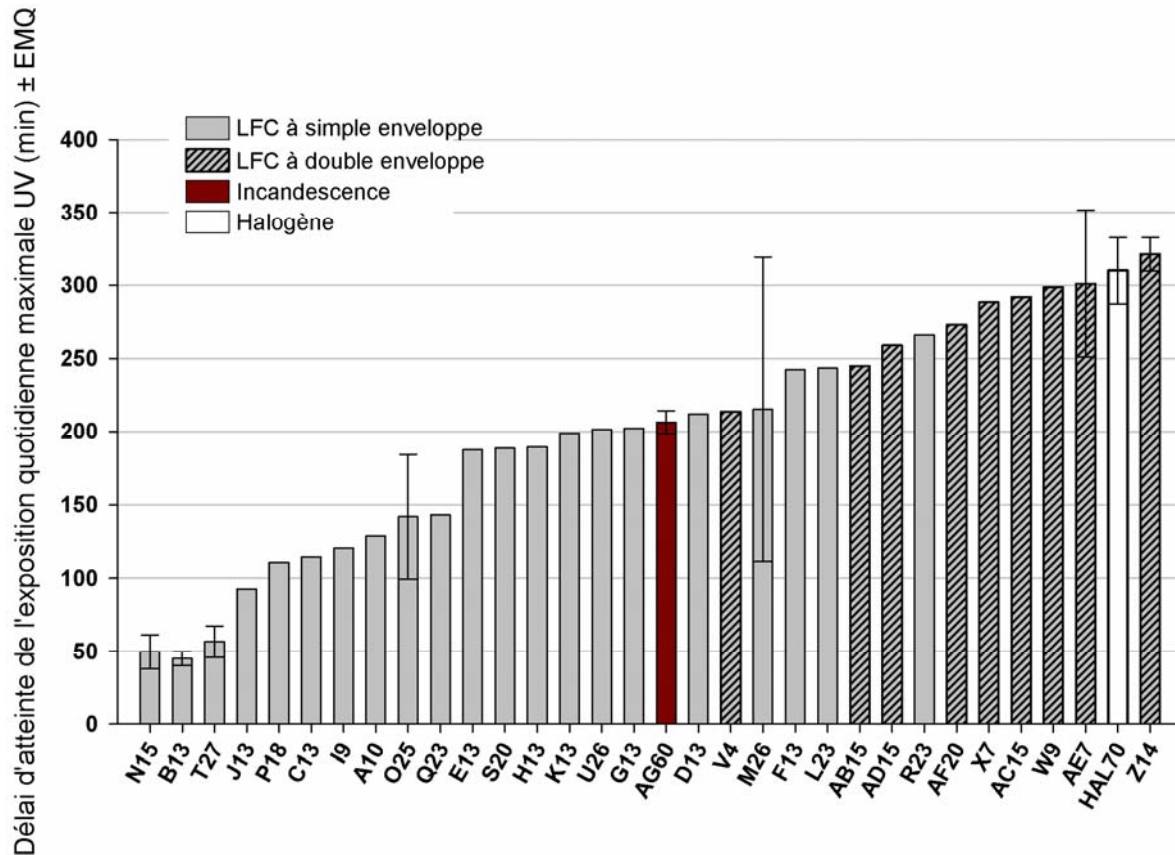
ces effets néfastes pour la santé.

Pour caractériser les rayonnements UV des lampes, le délai de stabilisation et la pointe (ou irradiance maximale) de chaque modèle ont été déterminées avec un radiomètre étalonné NIST avec un détecteur de radioprotection UV. Les caractéristiques d'irradiance spectrale (250-700 nm, échelons de 1 nm) ont ensuite été mesurées avec un spectroradiomètre étalonné NIST quand la tension s'était stabilisée à 115 V c.a. Une exposition à long terme des yeux à proximité immédiate d'une ampoule est peu probable à cause de la réaction d'aversion aux sources très vives de lumière. Par contre, une exposition cutanée involontaire de longue durée est prévisible à proximité rapprochée des LFC (c.-à-d. les mains sous une lampe de bureau ou avec une activité de courte durée près de la source). Des mesures ont donc été prises à des distances de 3, 10 et 30 cm de chaque ampoule. Neuf modèles ont été choisis pour une analyse supplémentaire en fonction de la variance de la puissance spectrale.

La valeur limite d'exposition (VLE) actuellement recommandée pour les substances chimiques et les agents physiques par l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACHIG) a été utilisée pour vérifier si les exigences générales de la Loi sont respectées. Les données d'irradiance spectrale ont aussi été utilisées pour calculer le délai d'atteinte de la dose érythémateuse minimale de chaque ampoule.

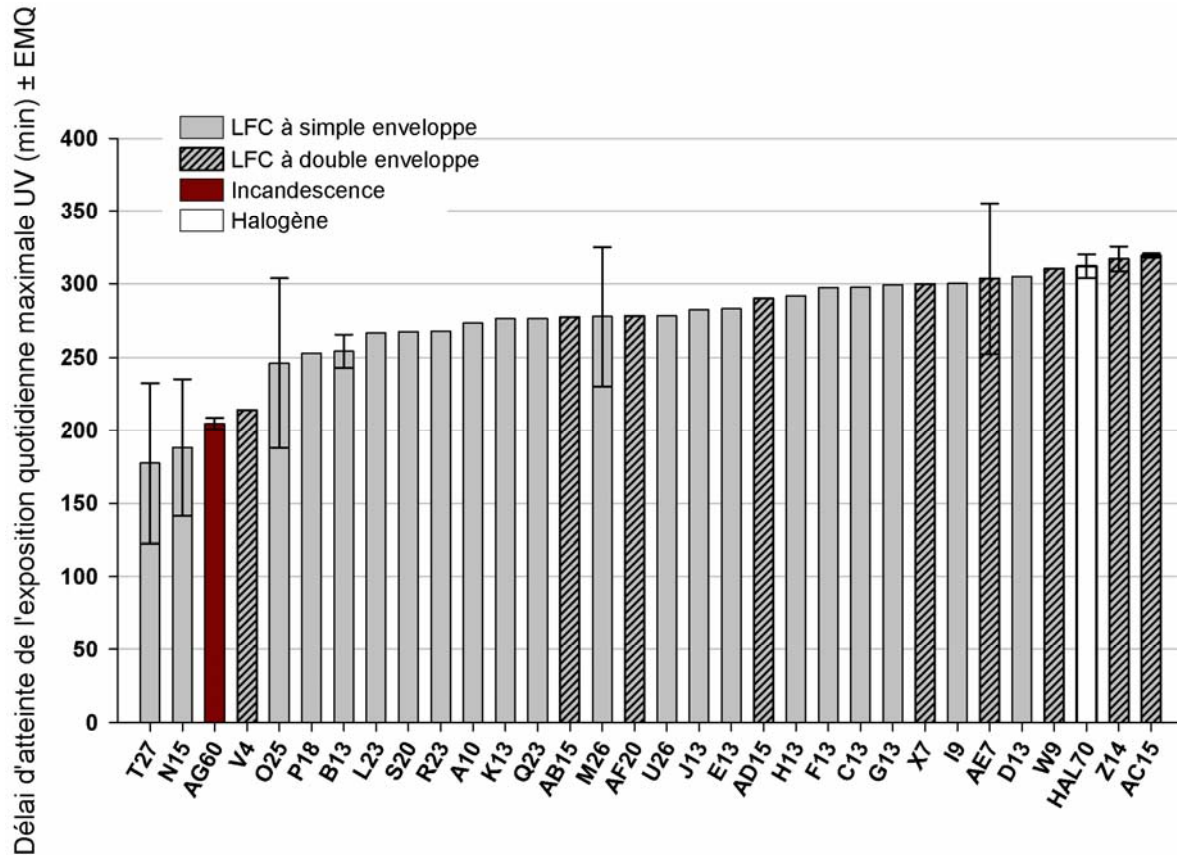
### **Résultats (rayonnements UV)**

Pour simplifier le résumé des résultats des rayonnements UV, trois des ampoules seront comparées et présentées : a) ampoule à incandescence AG60 (la « référence » pour l'analyse de risque), b) LFC N15 (qui émettait le plus d'UV) et c) LFC Z14 (qui comportait le risque le moins élevé). Les résultats de toutes les lampes mises à l'essai se trouvent dans le rapport intégral.



**Figure 1.  $T_{max}$  UV calculé pour diverses ampoules à une distance d'exposition de 3 cm.**

- À une distance de 3 cm d'une ampoule à incandescence de 60 W (voir AG60 dans la figure 1), il n'y a aucun risque de dommages cutanés ou oculaires à une exposition continue de 3,4 h/jour.
- À titre de comparaison, l'exposition quotidienne maximale UV pour une LFC à enveloppe simple (c.-à-d. N15) est seulement de 50 min.
- Une LFC à double enveloppe (c.-à-d. Z14), par contre, peut être utilisée pendant 5,4 h/jour sans effet néfaste sur la santé (la couche supplémentaire de verre bloque la plupart du rayonnement UVB).
- À une distance de 3 cm, un rougissement de la peau peut survenir après 55,2 h (AG60), 3,3 h (N15) et 81,3 h (Z14) d'exposition continue (les données ne paraissent pas sur le graphique).



**Figure 2.  $T_{\max}$  UV calculé pour diverses ampoules à une distance d'exposition de 30 cm.**

- À une distance de 30 cm d'une ampoule à incandescence de 60 W (voir AG60 sur la figure 2), des dommages UV à la peau ou aux yeux sans protection peuvent survenir si l'ampoule est utilisée pendant plus de 3,4 h/jour.
- À titre de comparaison, l'exposition quotidienne maximale UV pour une LFC à enveloppe simple (c.-à-d. N15) a été portée à 3,0 h (ce résultat n'est pas significativement différent du  $T_{\max}$  incandescent quand on tient compte de la barre d'erreur).
- Une LFC à double enveloppe (c.-à-d. Z14) peut être utilisée pendant 5,3 h/jour sans effet néfaste pour la santé.
- À une distance de 30 cm, un rougissement de la peau peut survenir après 56,1 h (AG60), 31,6 h (N15) et 87,0 h (Z14) d'exposition continue (les données ne paraissent pas sur le graphique).

La VLE utilisée dans cette évaluation de risque représente les conditions dans lesquelles on croit que presque tous les individus en santé qui utilisent des lumières fluorescentes peuvent être exposés à répétition sans effet néfaste pour la santé tels que ceux qui étaient mentionnées plus

haut. Ces résultats doivent être utilisés uniquement comme guides pour le contrôle de l'exposition au rayonnement UV et ne doivent pas être considérés comme des limites précises entre les niveaux sécuritaires et dangereux. De plus, ces valeurs ne s'appliquent pas aux individus photosensibles (c.-à-d. les patients souffrant d'éruption polymorphe photo-allergique, de dermatite actinique chronique, de prurigo actinique, d'urticaire solaire, de lupus, de porphyrie, etc.) ou aux individus exposés en même temps à des agents photosensibilisants. Parmi les centaines d'agents qui peuvent causer une hypersensibilité UV figurent certains antibiotiques, antidépresseurs, diurétiques, cosmétiques, antipsychotiques, distillats de goudron de houille, teintures et l'essence de lime. Certaines plantes, ainsi que certains produits chimiques et médicaments de prescription, peuvent donc se combiner à l'utilisation des sources de rayonnement UV pour causer des dommages cutanés et oculaires à des niveaux d'exposition inférieurs à la VLE. Enfin, ces valeurs ne s'appliquent pas aux personnes qui ont eu la lentille de l'œil enlevée lors d'une chirurgie de la cataracte.

## **B. Évaluation de risque électromagnétique**

Toutes les LFC ont été mises à l'essai dans deux bandes de fréquences, les bandes à fréquences extrêmement basses (ELF, 60 Hz à 2 kHz) et à fréquences basses (LF, 30 kHz à 300 kHz). L'amplitude de l'intensité du champ électrique et celle de la densité du flux magnétique de chaque lampe ont été caractérisées à une distance de référence de 20 cm, et l'atténuation des champs avec la distance a aussi été mesurée. Les différentes formes d'ondes et la fréquence de fonctionnement des circuits du ballast ont aussi été caractérisées. En plus des mesures sur le terrain, des essais de rendement électrique pour la consommation d'électricité, le facteur de puissance et la distorsion du courant de charge ont été faits sur chaque lampe. Les lampes à incandescence ont été mises à l'essai en bande ELF.

La capacité des LFC à produire de l'« électricité sale » et les champs électriques générés par l'électricité sale ont été examinés. L'instrument utilisé par les promoteurs pour mesurer l'électricité sale, le compteur Graham-Stetzer Microsurge, a été évalué afin de comprendre l'unité d'électricité sale, l'unité Graham-Stetzer ou GSU. La GSU a été traduite en unités traditionnelles d'électricité couramment utilisées par la communauté scientifique afin d'être capable d'estimer la force des champs. Une étude de cas de certaines LFC a été faite pour évaluer la contribution de l'électricité sale à l'exposition totale à la maison.

## **Résultats (électromagnétisme)**

### *Fréquences de rayonnements électromagnétiques et caractéristiques des formes d'ondes*

Les mesures des caractéristiques des formes d'ondes des champs électriques et magnétiques en bande LF ont montré une amplitude de la forme d'onde à peu près constante qui était modulée par la fréquence dans la plupart des cas avec une largeur de bande FM grandement changeante.

Les fréquences centrales allaient de 43 kHz à 77 kHz, et les largeurs de bande FM allaient de 0 kHz à 14 kHz. Les fréquences centrales des champs émis en bande LF sont présumés être les mêmes que les fréquences de fonctionnement du ballast.

En bande ELF, les formes d'ondes du champ magnétique imitaient les formes d'ondes du courant de charge et avaient une nature semblable aux pulsations caractéristiques des courants d'un circuit redresseur double alternance. Les formes d'ondes du champ électrique ELF étaient à peu près sinusoïdales à la fréquence réseau (60 Hz). Les composantes fréquentielles des formes d'ondes des champs électrique et magnétique étaient bien en-deçà de la limite de 2 kHz qui constituait la limite supérieure de la bande ELF.

#### *Intensité du champ électrique*

L'intensité maximale du champ électrique ELF à une distance de 20 cm de la lampe était de 2,5 % inférieure à la limite de 4167 volts par mètre de la Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants [ICNIRP, 1998]. L'intensité maximale du champ électrique LF à une distance de 20 cm était de 45 % inférieure à la limite de 280 volts par mètre du Code de sécurité 6 (2009) de Santé Canada [Santé Canada, 2009]. Les champs électriques ELF et LF s'atténaient tous deux avec la distance, ce qui augmentait la marge de conformité avec leur limite respective à mesure qu'augmentait la distance par rapport à la lampe. Le taux d'atténuation avec la distance était égal à l'inverse du carré pour les champs électriques LF et, en moyenne, à la puissance inverse de 1,3 pour les champs électriques ELF. L'intensité du champ électrique LF à 20 cm était corrélée avec la puissance nominale, ce qui permet de conclure que les lampes avec une puissance nominale plus basse ont des rayonnements de champ électrique LF proportionnellement plus basses. (Le coefficient de proportionnalité était de 0,9 % de la limite par watt des lignes directrices à une distance de 20 cm.) Pour les champs électriques ELF, la corrélation était faible (non significative).

#### *Densité du flux magnétique*

La densité maximale de flux magnétique ELF à une distance de 20 cm était égale à 0,14 % de la limite ICNIRP de 83 000 nanoteslas. La densité maximale de flux magnétique LF à une distance de 20 cm était inférieure à 0,6 % de la limite de 2750 nanoteslas du Code de sécurité 6 (2009) de Santé Canada. Les champs électriques ELF et LF s'atténaient tous deux avec la distance, ce qui augmentait la marge de conformité avec leur limite respective à mesure qu'augmentait la distance par rapport à la lampe. Le taux d'atténuation avec la distance du champ magnétique LF a été estimé être égal à l'inverse du carré à partir de calculs. Le taux des champs magnétiques ELF a été mesuré à la puissance inverse de 2,2. L'intensité du champ électrique LF à 20 cm était corrélée avec la puissance nominale, ce qui permet de conclure que les lampes avec une puissance nominale plus basse ont des rayonnements de champ électrique LF proportionnellement plus basses. (Le coefficient de proportionnalité était de 0,015 % de la limite par watt des lignes directrices à une distance de 20 cm.) Pour les champs électriques ELF, la corrélation était faible (non significative).

## *Électricité sale*

Un examen approfondi des caractéristiques opérationnelles du compteur GS Microsurge a révélé qu'il mesure la tension entre les conducteurs de phase et le neutre des circuits ordinaires d'une maison. La grandeur de sortie du compteur, l'unité GS, dépend à la fois de la fréquence et de la tension. Pour la fréquence moyenne du ballast des LFC mis à l'essai (56 kHz), il fallait 100 millivolts pour produire une indication de 900 GSU (pour un facteur de conversion de 0,11 millivolt par GSU). Dans l'étude de cas d'une LFC choisie, plusieurs mesures dans deux maisons différentes ont donné un maximum de 650 GSU. Cela correspond à une tension de 75 millivolts à une fréquence de 54 kHz sur le circuit de la maison, due à la LFC.

La mesure des champs électriques produits par les circuits ordinaires d'une maison permettent d'estimer l'intensité du champ électrique produit par 75 millivolts sur les circuits. Le résultat est inférieur à 0,04 V/m à une distance de 20 cm ou plus du circuit. Cette valeur est inférieure à l'intensité du champ électrique LF produit par le tube à décharge de la LFC dans la plupart des distances normales, ce qui, comme il s'agit de la même fréquence, le rend impossible à distinguer de ce dernier. En résumé, la contribution des champs générés par l'électricité sale aux champs totaux produits par les LFC dans une maison est jugée mineure ou insignifiante.

## **Conclusions**

En vertu des résultats des essais, les LFC ne constituent pas un risque pour la santé de la population générale ni au niveau du rayonnement ultraviolet ni au niveau des champs électriques et magnétiques qui leur sont associés.

**Rayonnement UV** À 30 cm, les LFC à enveloppe simple donnent lieu à une exposition quotidienne maximale aux UV qui est similaire aux résultats des essais d'une lampe à incandescence de 60 W. Il est donc recommandé que les LFC à enveloppe simple ne soient pas utilisés à des distances inférieures à 30 cm pour éviter tout effet à long terme sur la santé dans la population générale.

Sur la base de l'analyse des données d'irradiance spectrale des LFC à une distance de 30 cm (et par conséquent à des distances supérieures), les ampoules ne posent pas de risque significatif de blessure aiguë aux yeux ou à la peau, comparées avec les lampes à incandescence traditionnelles. Les LFC mises à l'essai et actuellement disponibles sur le marché canadien n'ont donc pas de problèmes de conformité avec la Loi.

**Électromagnétisme** Les résultats des essais sur les LFC montrent que les champs électriques et magnétiques suscités par l'utilisation de ces lampes sont inférieurs aux normes d'exposition basées sur des effets établis et ne devraient donc pas poser de problèmes pour la santé.