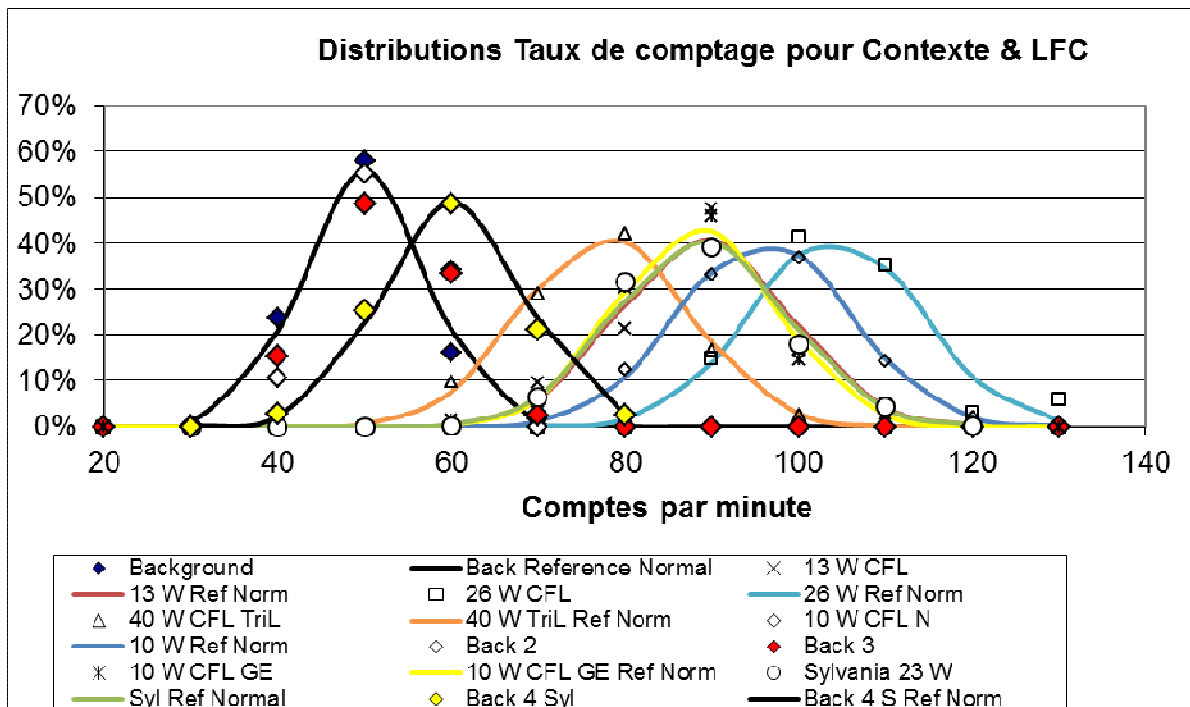


Du point de vue académique, l'on peut considérer que tous les éléments naturels et artificiels ont des isotopes radioactifs (radionucléides), ainsi peut-être que d'autres radionucléides, provenant des essais atmosphériques d'armements nucléaires. Dans la pratique, la présence de ces radionucléides ne peut être détectée que par des laboratoires spécialement équipés – à quelques exceptions notables près. Certaines (mais pas toutes) les ampoules fluorescentes compactes (CFL) sont une de ces exceptions.



Les CFL sont plus économes en énergie que les ampoules incandescentes pour certaines applications. Lorsque les CFL ont été introduites, la plupart utilisaient un ballast magnétique et un démarreur lumineux afin de fournir une luminosité rapide, suivant les caractéristiques décrites dans un standard de la National Electrical Manufacturers Association (NEMA) [1]. D'autres ampoules utilisent un ballast électronique. En ce moment, ce sont les ballasts électroniques qui prévalent. Les ballasts électroniques sont moins coûteux et offrent une plus grande efficacité et un départ plus rapide. Le ballast préchauffé les électrodes, génère une haute tension temporaire afin d'ioniser le gaz (une vapeur de mercure) à la mise en marche, et limitent le courant l'ampoule est en marche. Une CFL plus ancienne, achetée en 2001 et avec un ballast magnétique (en bas à gauche sur la photo) est plus lourde et a une base plus grande.

Si l'on étudie les CFLs, tels que ceux représentés ci-dessus, avec un détecteur Geiger modèle Aware Electronics RM-80, l'on trouve que tous présentent une radioactivité plus importante que la radioactivité de fond. On trouve les taux de comptage les plus élevés lorsque le détecteur est placé sous les tubes de verre plutôt que sous la base ou sous le boîtier du ballast.



Les histogrammes des données de comptage (distributions de fréquence de comptage) sont présentés dans la figure ci-dessus avec des distributions normales ayant la même moyenne et le même écart-type moyen que les données de comptage, pour guider le regard. Le taux de comptage moyen avec les CFLs sont plus élevés d'environ 50% à 100% que le compte de fond. Dans les noms de séries, "W" veut dire watt, "N" veut dire NOMA, etc. ...

La norme NEMA [1] déclare: "L'ampoule CFL ne contient aucun élément radioactif."

Trois des CFL étudiées n'ont pas montré une radioactivité plus haute que le fond. Ces trois ampoules démarrent beaucoup plus lentement que les ampoules radioactives.

Ampoule NOMA UV



Ampoule Blue Planet



Ampoule GE 20 W



Les ampoules de type bulbe sont plus sécuritaires que les ampoules à tubes exposés dans les enceintes encastrées. Les instructions des fabricants recommandent de ne faire la manutention des CFLs à tubes exposés que par le boîtier de base.

Les démarreurs lumineux utilisent un radionucléide afin d'accélérer l'ionisation du gaz dans une enceinte étanche. Les radionucléides artificiels et naturels utilisés incluent [1]:

Radionucléide	^{mass} _{no} symbole	mode de désintégration	énergie	demi-vie [a]
Tritium	³ ₁ H	β ⁻	18,61 keV	12,26
Krypton-85	⁸⁵ ₃₆ Kr	β ⁻	687 keV	10,756
Prométhéum-147	¹⁴⁷ ₆₁ Pm	β ⁻	225 keV	2,5
Thorium (naturel)	²³² ₉₀ Th	α	4 MeV	1,41 x 10 ¹⁰

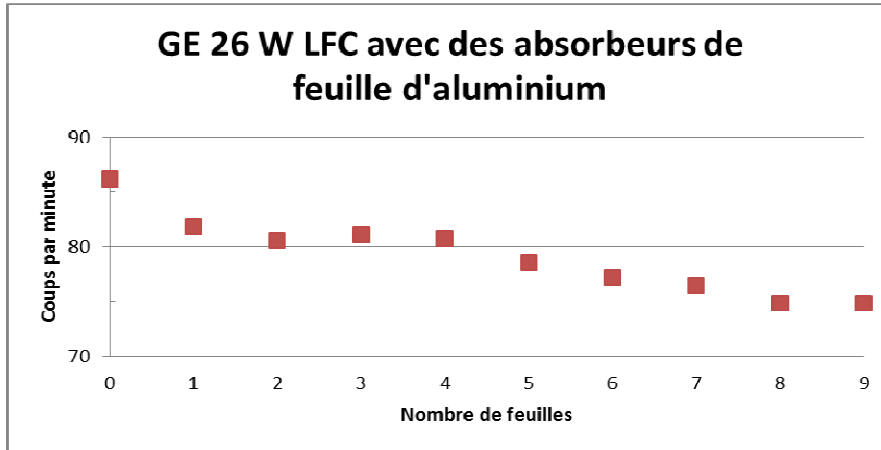
Puisque l'étude montre que l'activité semble être l'intérieur du tube en verre, c'est le krypton-85 (un gaz) qui est le radionucléide le plus probable de ceux énumérés ci-dessus. Si c'était le tritium qui était utilisé, il serait très peu probable de détecter un rayonnement à l'extérieur du verre, étant donné que l'énergie bêta est très faible et que le tritium n'a pas de rayonnement gamma.

Une tentative de mesurer un spectre gamma à partir des ampoules CFL radioactives n'a pas réussi. Ceci suggère que c'est principalement le rayonnement bêta qui est détecté avec le détecteur Geiger, et que tout rayonnement gamma présent n'est en fait pas détectable par rapport au fond.

Un ensemble de quatre mesures effectuées à intervalles d'angle de rotation de 90° autour de l'axe longitudinal montrent que le rayonnement semble être uniforme.

Un ensemble de mesures prises à un seul angle mais avec des épaisseurs variées de blindage en aluminium entre l'ampoule et le détecteur Geiger indiquent qu'il ya une partie du rayonnement bêta de faible énergie qui est arrêté par une seule feuille d'aluminium, mais que le rayonnement bêta qui a pénétré le verre peut pénétrer jusqu'à neuf

feuilles d'aluminium. De plus, les données indiquent qu'une partie des rayonnements bêta a une énergie suffisante pour diffuser des électrons supplémentaires à partir des premières feuilles d'aluminium.



Des sites Web indiquent que le démarreur est un dispositif étanche, situé à l'un des électrodes du tube. Ceci ne semble pas être compatible avec l'uniformité spatiale des mesures.

Le site FAQ0009 Sylvania-0800 indique les ampoules compactes fluorescentes Sylvania DULUX à bases à 2 tiges ont un démarreur comprenant 0,01 pCi (370 Bq) de krypton-85 [2]. Cette ampoule n'a pas été testée.

Le feuillet « Philips Material Safety Data Sheet » pour les ampoules fluorescentes PLC 22W 15mm et PLC 28W 15 mm indique qu'elles contiennent « moins de 330 nCi (12.2 kBq) de Pm-147 (dans un démarreur lumineux étanche). » [3] La fiche de renseignements de la Health Physics Society sur la consommation des matériaux contenant des produits radioactifs décrit les CFLs comme ayant « moins d'1 µCi (37 kBq) de Pm-147 dans un démarreur lumineux étanche. » [4]

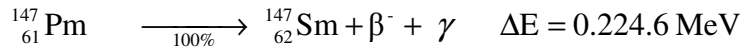
Une référence informelle sur l'Internet suggère que les substances luminescentes sont radioactives. En discutant les lentilles ophtalmiques en verre, un document américain de réglementation [5] observe que certaines terres rares peuvent inclure de petites quantités de radium ou de thorium. Ceci peut s'appliquer aussi aux terres rares utilisées dans les matières luminescentes. L'impossibilité d'obtenir un spectre gamma suggère que ni celles-ci ni le potassium (⁴⁰K) ne contribuent de façon significative au rayonnement observé.

Un démarreur lumineux typique contient <1 kBq de ⁸⁵Kr, beaucoup moins que le maximum de 37 GBq [6] ou 100 GBq [7] autorisé comme exempt de réglementation. Sans plus d'information ou des mesures plus exactes, il n'est pas possible de confirmer que les ampoules CFL testées ont une quantité semblable de ⁸⁵Kr, ou plus ou moins.

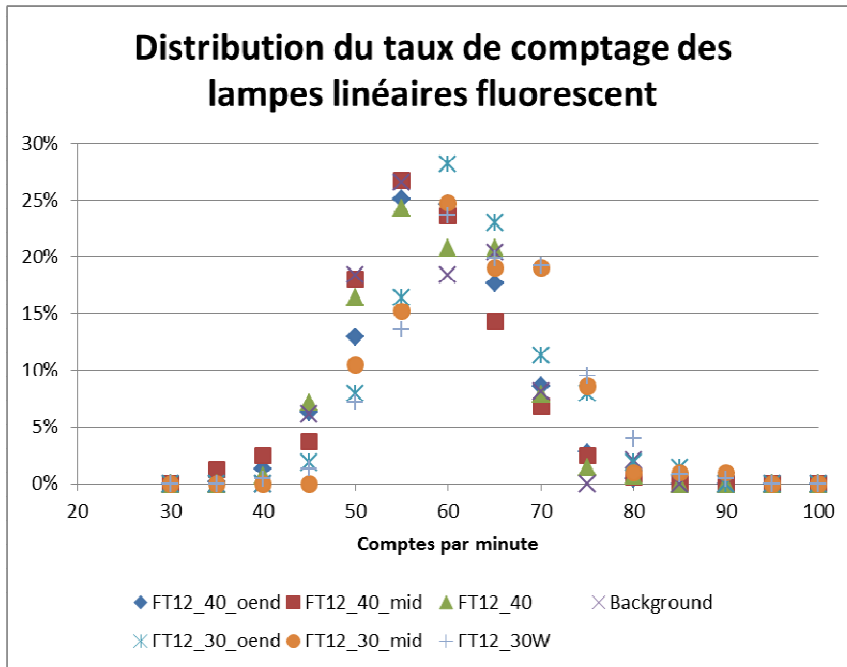
Le ⁸⁵Kr est produit par la fission de l'²³⁵U dans le combustible du réacteur. Le Graphique interactif des nucléides [8] montre que le ⁸⁵Kr se désintègre en ⁸⁵Rb (rubidium), qui, lui, est stable. Les énergies de désintégration bêta sont énumérées ci-dessous ; l'énergie moyenne bêta est 250,7 keV. De même, le ¹⁴⁷Pm se désintègre en ¹⁴⁷Sm (samarium) qui lui aussi est stable.

$${}_{36}^{85}\text{Kr} \xrightarrow{100\%} {}_{37}^{85}\text{Rb} + \beta^- + \gamma \quad \Delta E = 0.687 \text{ MeV}$$

Probabilité	β^- l'énergie	énergie γ et probabilité	
99.563%	251.6 keV		
0.434%	47.7 keV	514 keV	0.434%
		362.8 keV	$2.2 \times 10^{-6}\%$
		151.2 keV	$2.2 \times 10^{-6}\%$
$2.4 \times 10^{-7}\%$	124.03 keV	129.8 keV	$2.2 \times 10^{-7}\%$
		151.2 keV (inclus ci-dessus)	



Probabilité	β^- l'énergie	énergie γ et probabilité	
99.99%	61.93 keV		
0.006%	27.07 keV	121.2 keV	0.006%
4.7 x 10 ⁻⁷ %	7.08 keV	76.1 keV	2.2 x 10 ⁻⁷ %
		197.3 keV	4.7 x 10 ⁻⁷ %



Des mesures ont été faites avec des tubes fluorescents « droits » conventionnels, un FT12-30W et un FT12-40W. Les mesures ont été prises aux deux extrémités du tube et près du centre. Les résultats ne peuvent être distingués du fond.

Les ampoules CFL testées ne présentent pas de risque radiologique pour le consommateur. Le taux de comptage quand le Geiger est près du tube tubes est semblable à celui présenté par un détecteur de fumée à ionisation (voir feuillet SNC sur le détecteur de fumée et, 241Am). Le rayonnement bêta a une portée limitée dans l'air, et n'est pas très pénétrant. À une distance raisonnable, le rayonnement ionisant n'est pas

détectable par rapport au compte de fond.

Étant donné que les radionucléides sont introduits dans les ampoules CFL afin d'améliorer leur performance, et offrir ainsi une meilleure valeur aux consommateurs, il est curieux qu'elles ne portent pas de date "meilleure avant". La désintégration des radionucléides est prévisible et indépendante de la configuration d'utilisation de la lampe. Les consommateurs peuvent observer des changements dans la caractéristique de rendement des ampoules CFL sur des intervalles de temps même plus longs que la durée de vie estimée de l'ampoule et même si l'ampoule n'est utilisée que rarement. Par exemple, un "vieux stock" d'ampoules CFL au ¹⁴⁷Pm peut ne pas offrir une bonne valeur.

Références:

1. Radioactive Substances in Compact Fluorescent Lamps, National Electrical Manufacturers Association LSD 15-1993 (R-2001), <http://www.nema.org/stds/lsd15.cfm>
2. Sylvania: <http://ecom.mysylvania.com/miniapps/lightingcenter/PDFs/faq0009-0800.pdf>
3. Philips: http://www.lighting.philips.com/us_en/browseliterature/download/s08-93005.pdf
4. Health Physicis Society: <http://www.hps.org/documents/consumerproducts.pdf>
5. US NRC NUREG-1717, Systematic Radiological Assessment of Exemptions for Source and Byproduct Materials, <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/nuregs/staff/sr1717/nureg-1717.pdf>
6. US NRC 10CFR 30.15, Certain Items containing byproduct material, <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/cfr/part030/part030-0015.html>
7. Nuclear Substances and Radiation Devices Regulations, SOR/DORS/2000-207: <http://www.canlii.org/en/ca/laws/regu/sor-2000-207/latest/sor-2000-207.html>
8. Interactive Chart of the Nuclides, <http://www.nndc.bnl.gov/chart/>