



Fiche d'information

Lampes à économie d'énergie

Les lampes à économie d'énergie sont également appelées lampes fluorescentes compactes, lampes fluocompactes, lampes économiques ou lampes basse consommation.



Figure 1: Lampe à économie d'énergie **sans** seconde enveloppe, les tubes fluorescents étant à nu. Lampe à économie d'énergie **avec** une seconde enveloppe

Une lampe à économie d'énergie est composée d'un tube fluorescent compact contenant un gaz et d'un ballast électronique. Celui-ci transforme le courant alternatif basse fréquence du réseau électrique de 50 oscillations par seconde (hertz [Hz]) en un courant alternatif moyenne fréquence de 25 000 à 70 000 oscillations par seconde. Le courant moyenne fréquence circule ensuite dans le tube et génère un rayonnement ultraviolet (UV) à l'aide du mercure contenu dans le gaz. Un revêtement spécial déposé sur la paroi interne des tubes transforme le rayonnement UV en lumière visible.

Les courants électriques circulant dans la lampe génèrent des champs magnétiques et électriques basse et moyenne fréquence.

Champs magnétiques et électriques basse et moyenne fréquence

Les champs magnétiques et électriques basse et moyenne fréquence peuvent induire des courants électriques dans le corps humain conduisant, à partir d'une certaine intensité, à des excitations nerveuses et musculaires. Afin d'éviter l'apparition de tels effets, les courants ne doivent pas dépasser les valeurs limites en vigueur.

Dans une étude suisse, des chercheurs ont mesuré les champs électriques et les champs magnétiques émis par onze lampes à économie d'énergie et calculé les courants que ceux-ci induisent dans l'être humain.

Il en ressort que ces courants sont surtout dus aux champs **électriques** moyenne fréquence. A proximité de la lampe, les densités de courant atteignent, selon le type de lampe, entre 10 et 55 % de



la valeur limite. Lorsque la distance par rapport aux lampes augmente, les densités de courant perdent rapidement de leur intensité, atteignant encore 2 à 10 % de la valeur limite à une distance de 20 cm.

Les champs **magnétiques** basse et moyenne fréquence, en revanche, sont faibles et ne contribuent guère au courant induit dans le corps humain.

Rayonnement UV

Les lampes à économie d'énergie dont les tubes fluorescents sont à nu peuvent ne pas être parfaitement étanches : ils laissent alors s'échapper une petite partie du rayonnement UV. Des rougeurs dues à une surexposition au rayonnement UV ne peuvent donc être exclues chez les personnes demeurant durant plusieurs heures à moins de 20 cm de telles lampes. Les lampes à économie d'énergie comportant une seconde enveloppe en forme d'ampoule à incandescence (*figure 1*) ne laissent pas ou guère fuir de rayonnement UV.

Recommandations

Si vous restez longtemps à des postes de repos, de séjour ou de travail éclairés par des lampes à économie d'énergie, maintenez une distance de 30 cm avec ces lampes afin de réduire votre exposition au rayonnement UV et aux champs électriques.

Les lampes basse consommation contiennent une très petite quantité de mercure. Si une ampoule se brise et que le mercure s'en échappe, il convient de ramasser les fragments en utilisant de la toile adhésive ou du papier collant et d'apporter le tout à un point de vente. Ayez, en outre, soin d'aérer à fond le local. La petite quantité de mercure libérée ne présente cependant pas de risque pour la santé.

Les lampes à économie d'énergie ne doivent pas être éliminées dans les ordures ménagères. Veuillez rapporter les lampes basse consommation défectueuses au magasin de vente ou les acheminer vers un service d'élimination spécialisé.

Informations détaillées

1. Données techniques

Tension : 230 volts (V)

Basse fréquence : 50 hertz (Hz) au raccordement de la lampe et du côté primaire du ballast.

Moyenne fréquence : 25 à 70 kilohertz (kHz) du côté secondaire du ballast et dans le tube fluorescent.

Puissance : jusqu'à 23 watts

2. Structure et principe

Les lampes à économie d'énergie convertissent l'énergie électrique en rayonnement optique en trois étapes. Dans la première étape, le ballast électronique transforme le courant alternatif basse fréquence (50 Hz) du réseau électrique en un courant alternatif moyenne fréquence (25 à 70 kHz). Dans la deuxième étape, les électrons accélérés de ce courant excitent les atomes de mercure contenus dans le gaz ; ceux-ci émettent alors des photons et génèrent un rayonnement UV. Dans la troisième



étape, le revêtement phosphoré déposé sur la paroi interne des tubes convertit le rayonnement UV non visible à l'œil nu en lumière visible.

3. Champs électriques et champs magnétiques

Les courants électriques circulant dans le ballast et le tube fluorescent génèrent des champs magnétiques et électriques basse et moyenne fréquence.

3.1 Valeurs limites

Les champs électriques et les champs magnétiques peuvent induire des courants électriques dans le corps humain, qui, à partir d'une certaine intensité, stimulent les nerfs et les muscles de manière aiguë. Afin d'éviter l'apparition de tels effets, des valeurs limites s'appliquant aux appareils électriques sont fixées dans les normes européennes correspondantes, se basant sur les recommandations publiées par la Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP)¹.

Les valeurs limites dites de base se réfèrent à la densité de courant (rapport de l'intensité du courant sur la section du conducteur qu'il traverse). La densité de courant autorisée est fixée à une valeur inférieure d'un facteur 50 à la valeur à laquelle apparaissent les excitations nerveuses et musculaires. Les densités de courant ne sont pas directement mesurables dans le corps humain. Elles peuvent être calculées au moyen de tests très sophistiqués utilisant des fantômes et des simulations numériques.

Cette difficulté est contournée au moyen des valeurs de référence. Celles-ci sont déduites des valeurs limites de base et peuvent être mesurées en l'absence du corps en tant qu'intensités du champ électrique et du champ magnétique. Les valeurs de référence garantissent que les valeurs limites de base correspondantes sont respectées. Elles sont surtout fiables lorsque le corps entier subit une exposition uniforme.

Les valeurs limites suivantes s'appliquent aux lampes à économie d'énergie :

Valeurs limites de base

- champs basse fréquence à 50 Hz : densité de courant de 2 mA/m²
- champs moyenne fréquence : la densité de courant autorisée dépend de la fréquence ; elle se situe entre 50 mA/m² à 25 kHz et 140 mA/m² à 70 kHz.

Valeurs de référence

- champ magnétique basse fréquence : 100 µT
- champ magnétique moyenne fréquence : 6,25 µT
- champ électrique basse fréquence : 5000 V/m
- champ électrique moyenne fréquence : 87 V/m

Les éventuels effets à long terme des champs électriques et magnétiques ne sont pas pris en compte dans ces valeurs limites.

¹ ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)". Health Phys. 1998; 494-521.



3.2 Mesures d'exposition

A la demande de l'Office fédéral de la santé publique et de l'Office fédéral de l'énergie, l'« IT`IS Foundation » a testé onze lampes à économie d'énergie ainsi que deux unités différentes de luminaires LED, de lampes à incandescence et de tubes fluorescents dotés de ballasts conventionnels inductifs. Du fait du petit nombre de lampes testées, l'étude n'est pas représentative du marché.

3.3 Champs électriques et magnétiques moyenne fréquence et densités de courant entre 25 et 70 kHz

Les mesures des champs électriques et magnétiques moyenne fréquence ont été effectuées à 15 et 30 cm des lampes. Pour chacune des lampes testées, les champs magnétiques étaient cinquante à cent fois inférieurs à la valeur de référence relative aux champs magnétiques. Les champs électriques en revanche dépassaient jusqu'à cinq fois la valeur de référence à une distance de 15 cm.

Comme évoqué, les valeurs de référence ne sont fiables que si le corps est exposé de manière uniforme. Or, les lampes à économie d'énergie créent autour d'elles des champs électriques et magnétiques très localisés et très peu homogènes si bien que la comparaison de ces champs avec les valeurs de référence n'est pas adaptée. Dans le cas des lampes à basse consommation, les densités de courant doivent donc être déterminées dans le corps même et comparées aux valeurs limites de base.

A cet effet, l'« IT`IS Foundation » a développé une nouvelle méthode de mesure. Dans un premier temps, un fantôme contenant un liquide est placé dans le champ électrique de la lampe à économie d'énergie (*figure 2*). Le liquide présente une conductivité électrique comparable à celle du cerveau humain. Le champ électrique émis par la lampe induit un courant dans le fantôme, qui est mesuré à l'aide de la pince fixée au milieu du fantôme (*figure 2*).



Figure 2 : Fantôme contenant du liquide, placé dans le champ électrique émis par la lampe à économie d'énergie. Les courants induits dans le fantôme sont mesurés au moyen de la pince fixée au milieu. La distance entre la lampe et le fantôme est de 2 cm.



Dans un deuxième temps, les courants induits dans une personne sont calculés, au moyen de modèles informatiques, sur la base des mesures réalisées sur le fantôme. Les calculs ont été effectués pour quatre modèles différents (homme, femme, fille de onze ans, garçon de six ans) et pour diverses postures. Il s'est avéré que les différences entre les personnes et les diverses postures ne sont pas très grandes, différant au plus d'un facteur deux.

Le *tableau 1* présente les densités de courant maximales induites dans le corps humain et calculées pour chacune des onze lampes à économie d'énergie. Dans ce scénario, la distance entre le corps humain et la lampe n'est que de 2 cm. Il ne s'agit donc pas d'une situation réaliste, mais d'un scénario catastrophe. La valeur la plus élevée est égale à la moitié de la valeur limite de base. La lampe basse consommation concernée (lampe n° 4) n'est pas vendue en Suisse ainsi que la lampe n° 3. Les autres lampes, disponibles en Suisse, génèrent des densités de courant cinq à dix fois inférieures à la valeur limite.

lampe	densité de courant (mA/m ²)	fréquence mesurée (kHz)	% de la valeur limite de base de l'ICNIRP
1	10,4	46,5	11,2
2	14,6	43,6	16,8
3	13,2	37,7	17,5
4	52,5	47,1	55,7
5	13,4	36,9	18,2
6	8,5	37,7	11,3
7	21,4	48,8	21,9
8	10,4	47,1	11,0
9	5,1	26,2	9,8
10	7,3	41,5	8,8
11	15,3	40,2	19,0

Tableau 1 : Densités de courant maximales induites dans l'être humain par chacune des onze lampes à économie d'énergie. Les calculs sont fondés sur une distance de 2 cm correspondant à un scénario catastrophe.

Si l'on augmente la distance entre le corps humain et la lampe à économie d'énergie, les densités de courant diminuent d'intensité. La figure 3 montre les densités de courant en fonction de cette distance. A une distance de 20 cm, la densité de courant est cinq fois plus petite qu'à 2 cm, distance correspondant au scénario « worst-case ».

La *figure 4* montre la répartition des densités de courant calculées (intensité par surface) dans une personne dont la tête se trouve à proximité d'une lampe à économie d'énergie. La personne est mise à la terre si bien que le courant s'évacue par les pieds. Les chevilles constituant sur ce chemin le point le plus étroit, la densité de courant la plus élevée se manifeste dans le tendon d'Achille.

Dans le cas des lampes à incandescence, des lampes LED et des tubes fluorescents dotés de ballasts conventionnels inductifs, les densités de courant étaient si faibles que l'appareil de mesure ne pouvait les déceler.

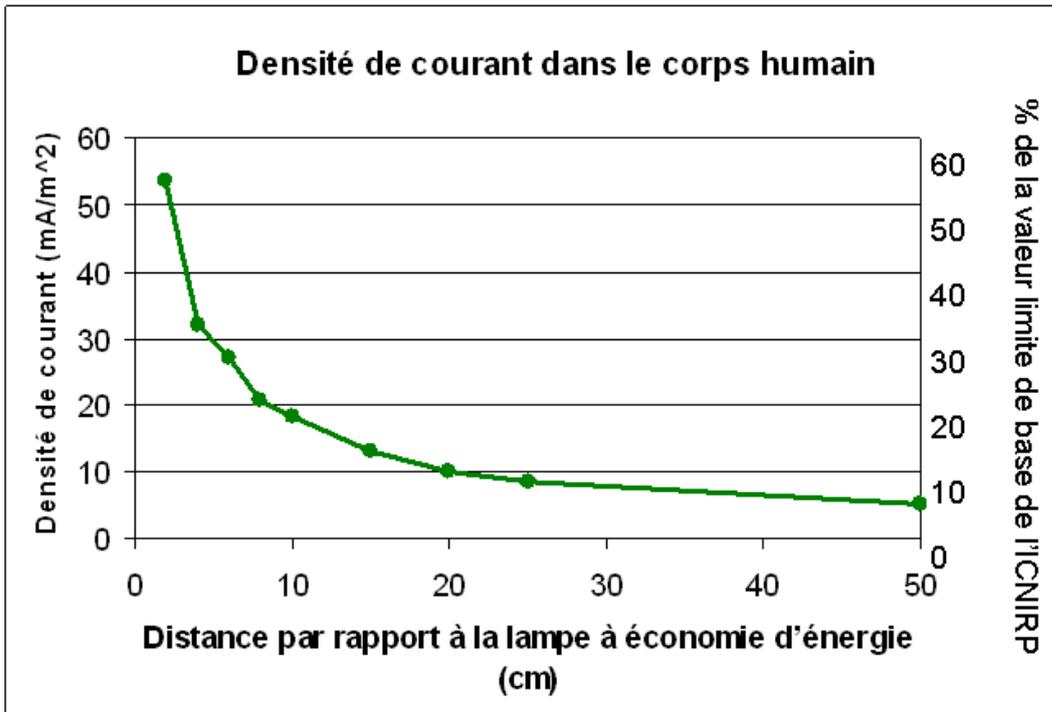


Figure 3 : Densité de courant et rapport à la valeur limite en fonction de la distance pour la lampe émettant les champs les plus forts (lampe n° 4).

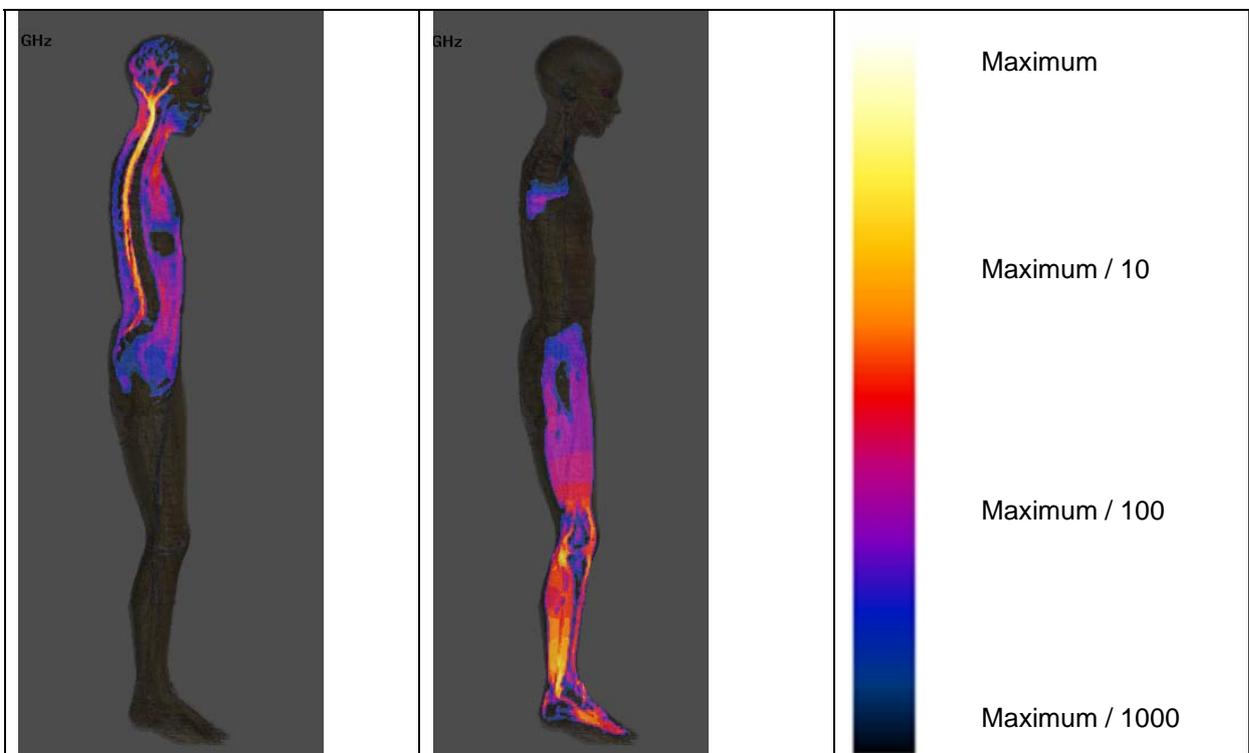


Figure 4 : Répartition des densités de courant calculés dans le corps d'une personne simulée (fille de onze ans) au dessus de la tête de laquelle se trouve une lampe à économie d'énergie simulée. Les courants sont induits par le champ électrique moyenne fréquence émis par la lampe. Figure de gauche : coupe dans le plan de la colonne vertébrale. Figure de droite : coupe dans le plan du tendon d'Achille. Les valeurs élevées sont représentées en jaune, les valeurs faibles en noir et bleu. La densité de courant la plus élevée se manifeste dans le tendon d'Achille.



3.4 Champs magnétiques basse fréquence

Les champs magnétiques basse fréquence ont été déterminés en deux endroits, respectivement à 15 cm en dessous et à 15 cm à hauteur de la lampe, et comparés à la valeur de référence. Les lampes à économie d'énergie de même que les luminaires LED et les lampes à incandescence génèrent des champs magnétiques basse fréquence très faibles. Toutes les valeurs mesurées se situent en effet en dessous de $0,5 \mu\text{T}$ et sont, de ce fait, au moins deux cents fois inférieures à la valeur de référence. Les tubes fluorescents à ballasts conventionnels génèrent quant à eux des champs magnétiques basse fréquence un peu plus élevés, leurs valeurs pouvant atteindre $4 \mu\text{T}$. Ces valeurs sont vingt-cinq fois inférieures à la valeur de référence.

4. Effets sur la santé

4.1 Champs électriques et magnétiques basse et moyenne fréquence

Les champs magnétiques et électriques basse et moyenne fréquence induisent des courants dans le corps humain provoquant, à partir d'une certaine intensité, des stimulations musculaires et nerveuses aiguës. Les champs émis par les lampes à économie d'énergie se situant en dessous de cette valeur, les stimulations aiguës sont improbables.

Les effets à long terme sur la santé dus aux champs électriques et aux champs magnétiques des lampes à économie d'énergie n'ont pas été étudiés jusqu'ici.

Il n'existe que peu d'études concernant la gamme de fréquences moyennes (300 Hz – 100 kHz), soit la gamme de fonctionnement des lampes à économie d'énergie ainsi que celle d'autres appareils tels que les écrans. La plus grande partie des études de laboratoire et des études sur des animaux réalisées jusqu'ici a été consacrée à la question de savoir si de tels champs, émis par exemple par les écrans, pouvaient influencer l'évolution des fœtus ou la reproduction. Les résultats actuellement connus ne permettent pas de conclusions définitives.

Les effets cancérigènes, génotoxiques et toxiques ainsi que les effets sur le système nerveux ne peuvent être évalués en raison du petit nombre d'études².

4.2 Rayonnement UV

Une récente étude³ montre que les lampes basse consommation peuvent laisser s'échapper du rayonnement UV, et ce, malgré ce revêtement. Lorsque les distances à de telles lampes sont très courtes (inférieures à 20 cm), il est possible que les valeurs limites relatives aux lésions oculaires et cutanées soient dépassées et, des rougeurs ne pouvant donc pas être exclues. Les lampes à économie d'énergie peuvent également présenter un risque pour les personnes souffrant d'une maladie de la peau comme la dermatite actinique chronique, qui sont sensibles au rayonnement UV ou à la lumière bleue^{4 5}.

² EMF-NET Workpackage 2.3: Intermediate Frequencies, Report on Evaluation of relevant results from projects on the effects IF exposure

³ Khazova M, O'Hagan JB. Optical radiation emissions from compact fluorescent lamps. *Radiat Prot Dosimetry*. 2008;131(4):521-5.

⁴ Eadie E, Ferguson J, Moseley H. A preliminary investigation into the effect of exposure of photosensitive individuals to light from compact fluorescent lamps. *Br J Dermatol*. 2009 Mar;160(3):659-64.



4.3 Lumière visible

La lumière visible peut influencer certains processus physiologiques humains. Ainsi, la mélanopsine, un photorécepteur de la rétine sensible à la zone bleue du spectre, ajuste « l'horloge interne » de l'être humain, qui génère un rythme circadien (de 24 heures). L'horloge interne influence le sommeil et l'éveil ainsi que d'autres éléments comme la température corporelle, la mélatonine (une hormone), la fatigue ou les capacités cognitives. Le rayonnement visible émis par les lampes à économie d'énergie tout comme celui émis par les lampes à incandescence classiques contient également, à côté d'autres couleurs, de la lumière bleue.

L'Institut de chronobiologie de l'Université de Bâle étudie, à la demande de l'OFSP, si et dans quelle mesure les lampes à incandescence classiques et les lampes à économie d'énergie influencent le sommeil ainsi que des processus circadiens, hormonaux et cognitifs humains. Les résultats seront connus fin 2010.

<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00053/00921/05462/index.html?lang=fr>

4.4 Mercure

Les lampes à économie d'énergie ne contiennent normalement qu'une très faible quantité de mercure, inférieure à 5 mg. Ce mercure est enfermé de manière hermétique dans le tube fluorescent, mais peut s'en échapper si le verre se casse. Si tel est le cas, une légère pollution de courte durée de l'air ambiant apparaît, pollution qui ne présente pas de risque sanitaire en raison de la faible quantité de mercure.

Lorsqu'une lampe à économie d'énergie se casse, nous recommandons d'éliminer les fragments de manière correcte, comme indiqué précédemment, et d'aérer le local. Le risque d'une pollution chronique au mercure de l'air ambiant n'existe pas, car il n'y a pas de résidu conséquent de mercure liquide dans le local, qui pourrait contaminer durablement l'air ambiant.

Les lampes à économie d'énergie ne doivent pas être éliminées avec les ordures ménagères, car elles contiennent du mercure et d'autres éléments ayant un impact sur l'environnement.

Données légales

Champs électriques et magnétiques

Les lampes à économie d'énergie doivent, en tant que matériels à basse tension, satisfaire aux exigences de l'ordonnance sur les matériels électriques à basse tension (RS 734.26)⁶. Ceux-ci ne doivent mettre en danger ni les personnes ni les choses et ne peuvent être mis sur le marché que s'ils satisfont aux exigences essentielles en matière de sécurité et de la protection de la santé régies par la directive européenne (CE) basse tension⁷. Les exigences essentielles concernant les champs magné-

⁵ Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks SCENIHR - Light Sensitivity - http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_019.pdf

⁶ RS 734.26 : ordonnance du 9 avril 1997 sur les matériels électriques à basse tension (OMBT).

⁷ Directive 2006/95/CE du Parlement Européen et du Conseil du 12 décembre 2006 concernant le rapprochement des législations des Etats membres relatives au matériel électrique destiné à être employé dans certaines limites de tension.



tiques sont spécifiées dans des normes européennes. Les équipements d'éclairage sont réglementés aussi bien dans la norme CEI 62493 de la Commission électrotechnique internationale⁸ que dans la norme de même nom EN SN 62493:2010⁹ de l'UE et de la Suisse.

Les champs électriques et magnétiques autorisés correspondent à la recommandation du Conseil européen relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques¹⁰ se basant sur celles publiées par la Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP). Les fabricants sont eux-mêmes responsables du fait que leurs appareils répondent aux critères de conformité. En Suisse, il n'existe pas de contrôle global du marché. Le respect des prescriptions est contrôlé par les autorités au moyen de sondages effectués sur le marché.

Rayonnement optique

Le rayonnement optique autorisé est défini dans la norme européenne EN 62471:2008¹¹. La norme a le statut de norme suisse et vaut en Suisse comme règle technique reconnue.

Mercure & élimination

En Suisse, les lampes à économie d'énergie sont soumises à l'ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim)¹². Cette ordonnance se réfère à la directive 2002/95/CE du Parlement européen et du Conseil relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques¹³. La directive européenne stipule qu'une lampe à économie d'énergie peut contenir au plus 5 mg de mercure.

Les lampes à économie d'énergie et les tubes fluorescents sont soumis à l'ordonnance sur la restitution, la reprise et l'élimination des appareils électriques et électroniques (OREA)¹⁴. Cette ordonnance stipule entre autres que les sources lumineuses et les luminaires doivent être rendus aux commerçants, fabricants ou importateurs. Ceux-ci sont tenus de reprendre gratuitement les appareils de la sorte qu'ils proposent dans leur assortiment et d'en assurer une élimination respectueuse de l'environnement.

⁸ CEI 62493 : 2009 Évaluation d'un équipement d'éclairage relativement à l'exposition humaine aux champs électromagnétiques

⁹ EN 62493 : 2010 Évaluation d'un équipement d'éclairage relativement à l'exposition humaine aux champs électromagnétiques

¹⁰ Recommandation du Conseil européen du 12.07.99 relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (0 Hz – 300 GHz) (1999/519/CE). Dans ce document, le Conseil européen a repris les valeurs limites recommandées par l'ICNIRP.

¹¹ EN 62471:2008 Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes

¹² RS 814.81 Ordonnance sur la réduction des risques liés à l'utilisation de substances, de préparations et d'objets particulièrement dangereux. Annexe 1.7 Mercure, ch. 3.1, al. 2

¹³ DIRECTIVE 2002/95/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 27 janvier 2003 relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:037:0019:0023:FR:PDF>

¹⁴ RS 814.620 : ordonnance du 14 janvier 1998 sur la restitution, la reprise et l'élimination des appareils électriques et électroniques (OREA) : <http://www.bafu.admin.ch/abfall/01472/01484/index.html?lang=fr>