

LIGNES DIRECTRICES: UTILISATION DE LAMPES GERMICIDES UV À L'INTÉRIEUR D'ENCEINTES DE SÉCURITÉ BIOLOGIQUE

Introduction

Les enceintes de sécurité biologique sont équipées de lampes germicides à rayonnement ultraviolet (UV) qui émettent de la lumière à une longueur d'onde de 254 nm (bande des UVC) pour décontaminer la surface intérieure. Pour que la puissance soit suffisante pour tuer les micro-organismes, l'intensité de la lampe doit être contrôlée périodiquement et ne doit pas être inférieure à 40 microwatts par centimètre carré ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$) au centre de l'aire de travail. Une lampe de puissance nominale de 30 watts produit habituellement une intensité d'approximativement $125 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ à une distance d'un mètre de la lampe. Dans de nombreuses enceintes de sécurité biologique, la distance entre la lampe et la surface inférieure de l'enceinte est de moins d'un mètre, et donc l'intensité sur la surface de travail est probablement supérieure à $125 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.

De nombreuses études ont été menées sur l'effet germicide de la lumière UV sur les mycotoxines, les spores, les bactéries, les aliments, l'eau et la qualité de l'air intérieur. Le tableau qui suit décrit les doses d'énergie UVC nécessaires à la décontamination et à la stérilisation des surfaces, à l'exception des virus, éliminés avec une solution aqueuse.

Agent biologique	Type d'agent biologique	Dose d'UVC ($\mu\text{W s}/\text{cm}^2$) pour une stérilisation à 90 %	Durée de la stérilisation (s)*
<i>Penicillium spp.</i>	Champignon	224 000	1 800
<i>Aspergillus flavus</i>	Champignons/grains et légumineuses	34 900	300
<i>Aspergillus niger</i>	Champignon/fruits et légumes	31 500	250
Levure	Champignon	4 000	30
<i>Influenza A</i>	Virus	1 900	15
<i>HIV-1</i>	Virus	28 000	220
Vaccine	Virus	1 500	10
<i>Escherichia coli</i>	Bactérie	2 000	20
<i>Staphylococcus aureus</i>	Bactérie	6 600	50
<i>Bacillus subtilis</i>	Bactérie	6 800	50
<i>Mycoplasma spp.</i>	Bactérie	8 400	70
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Bactérie	2 200	20

* Avec une intensité de $125 \mu\text{W}/\text{cm}^2$

On peut obtenir une liste plus complète en consultant : **Ultraviolet Germicidal Irradiation Handbook: UVGI for Air and Surface Disinfection** Kowalski, Wladyslaw Jan, disponible sur la page Web sur les lampes germicides à UV ([lien vers le manuel sur les lampes germicides de l'Université d'Ottawa](#)). Voir le document PDF sur les parties complémentaires pour consulter les annexes :

Annexe A	Constantes UV pour les bactéries
Annexe B	Constantes UV pour les virus
Annexe C	Constantes UV pour les champignons et autres microbes
Annexe D	Données et classification des lampes UV germicides
Annexe E	Code source en C++ pour l'éclairage des lampes UV
Annexe F	Réflexivité de différents matériaux aux UV
Annexe G	Classification de l'irradiation germicide aux UV (UVGI)

Il faut souligner que tous les chercheurs et utilisateurs qui utilisent les lampes UV installées dans les enceintes de sécurité biologique doivent connaître leurs limites pour se protéger contre la contamination et l'exposition. Les lampes à vapeur de mercure à basse pression habituellement utilisées dans les enceintes de sécurité biologique émettent un rayonnement germicide à une longueur d'onde de 254 nanomètres pendant environ 6 000 heures. Après cette période, la lampe ne produit plus un rayonnement suffisant, même si elle a l'air de fonctionner correctement.

De plus, l'intensité des UV est grandement limitée par les facteurs suivants:

- **Pénétration** : Le rayonnement UV a une faible capacité de pénétration. La présence de poussière ou d'autres particules sur la lampe ou dans la trajectoire du rayonnement UV réduit sa capacité de pénétration. De plus, s'il y a des objets dans l'enceinte quand la lampe est allumée, le rayonnement UV peut être bloqué. Si l'enceinte comporte un panneau coulissant, il faut le fermer pendant l'utilisation de la lampe UV. Il faut nettoyer régulièrement l'ampoule pour assurer l'efficacité de la lampe.
- **Humidité relative** : Les effets germicides sont drastiquement réduits si l'humidité relative dépasse 70 %.
- **Température et déplacement de l'air** : Le refroidissement de la lampe en raison d'une circulation d'air (comme c'est le cas dans une enceinte de sécurité biologique) peut également réduire le rayonnement UV, il faut donc protéger la lampe de la circulation d'air directe grâce à un réflecteur parabolique.
- **Usure** : Les lampes germicides UV utilisées dans les enceintes de sécurité biologique à des fins de décontamination doivent être vérifiées, car les ampoules UV peuvent continuer à brûler sans émettre de rayonnement efficace. Les lampes UV doivent être remplacées lorsqu'elles émettent 70 % ou moins de leur puissance nominale. Les lampes UV installées à l'intérieur d'enceintes de sécurité biologique peuvent être remplacées lorsque l'intensité du rayonnement à 254 nm sur la surface de travail de l'enceinte est inférieure à 40 microwatts par centimètre carré.
- **Propreté** : Les lampes UV doivent être nettoyées souvent. Il faut les remplacer chaque année et prévoir un échéancier de nettoyage pour en assurer l'efficacité. La durée de vie des ampoules germicides UV varie selon le fabricant. Le matériau de l'ampoule peut absorber une partie du rayonnement germicide. La lampe doit être éteinte et essuyée avec un linge humidifié à l'alcool. Le nettoyage relève du personnel du laboratoire.

Les enceintes de sécurité biologique enregistrées par la National Sanitation Foundation (NSF) après 1992 pourraient ne pas être équipées de lampes car la NSF n'a plus de norme d'essai secondaire pour les lampes UV. La norme NSF-49 sur les enceintes de sécurité ne fournit pas de critère de rendement pour le rayonnement UV et ne recommande pas l'utilisation de lampes UV à l'intérieur des enceintes de sécurité biologique. De plus, selon les nouvelles lignes directrices canadiennes sur la biosécurité, l'utilisation de lampes germicides à rayonnement UV est fortement découragée en raison de leur efficacité limitée pour la désinfection de la surface intérieure des enceintes de sécurité biologique.

Précautions à prendre lors de l'utilisation de lampes UV

Le ministère du Travail de l'Ontario a recommandé la mise en place de mesures techniques et de mesures de protection individuelle contre les sources courantes de rayonnement ultraviolet en milieu de travail. Voici les diverses mesures de contrôle mises en œuvre dans la mesure du possible pour réduire l'exposition ainsi que les risques associés aux lampes germicides des enceintes de sécurité biologique.

- **Mesures techniques**

- i. Confinement/emplacement – Réserver l'accès aux personnes qui travaillent directement avec l'équipement en plaçant celui-ci dans un local séparé ou dans un secteur peu fréquenté. Utiliser du verre qui filtre les rayons UV ou des écrans en plastique.
- ii. Verrouillage – Certains appareils ont des dispositifs de verrouillage intégrés qui empêchent le fonctionnement non sécuritaire. Ne jamais modifier les dispositifs de verrouillage et les faire réparer lorsqu'ils sont endommagés.
- iii. Éliminer les réflexions – De nombreuses surfaces, particulièrement les surfaces brillantes, reflètent le rayonnement UV. Si possible, peindre ces surfaces avec un revêtement qui ne reflète pas les UV.
- iv. Vérifier l'équipement de sécurité pour s'assurer qu'il convient à la longueur d'onde utilisée.
- v. Fermer complètement la hotte lorsqu'on emploie un rayonnement UV dans une enceinte de sécurité biologique.

- **Mesures administratives**

- i. Formation – Le personnel devrait apprendre les procédures efficaces et sécuritaires de préparation, de démarrage des appareils, de travail et de rangement dans les enceintes de sécurité biologique.
- ii. Panneaux d'avertissement – Tous les secteurs potentiellement dangereux doivent être signalés par des panneaux d'avertissement placés en évidence, p. ex. « RAYONNEMENT UV – PROTÉGEZ VOS YEUX ET VOTRE PEAU ».

- **Mesures de protection individuelle**

- i. Limitez la durée et augmentez la distance quand vous travaillez avec des appareils produisant un rayonnement UV.
- ii. Portez un sarrau et un pantalon long.
- iii. Gants – On recommande le port de gants en nitrile, mais le choix des gants doit également tenir compte des autres dangers potentiels. Rappelez-vous de vous couvrir aussi les poignets.
- iv. Les lunettes devraient être enveloppantes et répondre à la norme ANSI-Z87. Les lunettes et les verres de contact normaux n'offrent que très peu de protection!
- v. Masque – Le port du masque est préférable puisqu'il protège davantage la peau. On oublie souvent de protéger son menton et son cou.

- **Entretien**

- i. Il faut contrôler souvent la puissance de la lampe.
- ii. Il faut essuyer les ampoules une fois par mois avec un linge doux humidifié avec de l'éthanol.
- iii. L'ampoule doit être éteinte et froide lorsqu'on l'essuie.
- iv. Le remplacement de l'ampoule doit être effectué selon les instructions du fabricant, en fonction de l'utilisation.

On trouve des données additionnelles sur les **effets biologiques du rayonnement UV, les limites d'exposition et la photosensibilité** sur la page Web du BGR qui traite de l'exposition au rayonnement UV [<http://www.uottawa.ca/services/sesst/UV.htm>].

RÉFÉRENCES

- *Ultraviolet Germicidal Irradiation Handbook: UVGI for Air and Surface Disinfection*, Kowalski, Wladyslaw Jan
- *Reduction of feed-contaminating mycotoxins by ultraviolet irradiation: an in vitro study*. Murata H, Mitsumatsu M, Shimada N. Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess. 2008 Sep;25(9):1107-10
- *Applications of ultraviolet germicidal irradiation disinfection in health care facilities: effective adjunct, but not stand-alone technology*. Memarzadeh F, Olmsted RN, Bartley JM. Am J Infect Control. 2010 Jun;38(5 Suppl 1):S13-24
- *UV air cleaners and upper-room air ultraviolet germicidal irradiation for controlling airborne bacteria and fungal spores*. Kujundzic E, Matalkah F, Howard CJ, Hernandez M, Miller SL. J Occup Environ Hyg. 2006 Oct; 3 (10):536-46.
- *Effects of ultraviolet germicidal irradiation and swirling motion on airborne Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa and Legionella pneumophila under various relative humidities*. Chang CW, Li SY, Huang SH, Huang CK, Chen YY, Chen CC. Indoor Air. 2013 Feb; 23 (1):74-84.
- *Position Paper on the Use of Ultraviolet Lights in Biological Safety Cabinets*. (ABSA). - Applied Biosafety, 11(2) pp. 81-87 © American Biological Safety Association 2006
- *Use of Ultraviolet Lights in Biological Safety Cabinets: A Contrarian View*. Applied Biosafety, 11(4) pp. 222-227 © American Biological Safety Association 2006
- *Accidental exposure to UV radiation produced by germicidal lamp: case report and risk assessment*. Zaffina S, Camisa V, Lembo M, Vinci MR, Tucci MG, Borra M, Napolitano A, Cannatà V. Photochem Photobiol. 2012 Jul-Aug;88(4):1001-4
- *Ultraviolet Radiation in the Workplace*. Ontario Ministry of Labour Publication, 2009.
- *The New Canadian Biosafety Guidelines, First Edition* (2013), Chapter 11.
- *Class II/Type A2 (Formally Designated as A/B3) Biological Safety Cabinet Ordering Criteria for the National Institutes of Health* (2010) - http://www.ors.od.nih.gov/sr/dohs/Documents/A2_BSC_Specifications.pdf
- *Lawrence Berkeley National Laboratory*. (2010). Biosafety Manual - Appendix F: Decontamination and Antimicrobials.
- *Biosafety In Microbiological Laboratories*, 5th Edition, Appendix A - http://www.cdc.gov/biosafety/publications/bmbl5/BMBL5_appendixA.pdf
- *Germicidal and Short Wave UV Radiation*, Sylvania-Engineering Bulletin, #0-342 - <http://www.scribd.com/doc/81261178/Sylvania-Engineering-Bulletin-Germicidal-amp-Short-Wave-UV>
- *Johns Hopkins Medical Laboratories Safety Manual, Section VI - Electrical and Mechanical Safety*.
- *Facts about UV lights* - <http://www.himnrbehs.com/himnrbehs/pdf/Facts.About.Ultra.Violet.pdf>