

## Les LEDs UVC sont-elles une alternative aux tubes UVC? Efficacité et défis comparatifs

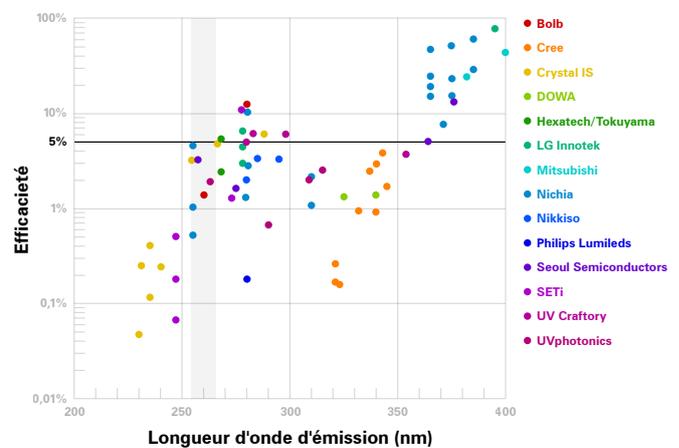
Les LEDs haute puissance actuelles dans le domaine UVC germicide atteignent environ  $100\text{mW}_{\text{UVC}}$  et ont une efficacité énergétique d'environ 5%.<sup>1</sup> Cela est nettement inférieur à celui des tubes UVC basse pression conventionnels. Les LEDs UVC doivent faire face à des défis tels que des températures élevées, une durée de vie fortement limitée et des pertes de puissance importantes<sup>2</sup> – elles n'offrent donc pas les avantages bien connus des LEDs destinées à l'éclairage. Sur le plan technique et écologique, les LEDs UVC ne sont pas une alternative équivalente aux émetteurs UVC conventionnels, surtout pas pour une utilisation industrielle continue.

### Propriétés des LEDs UVC

L'efficacité d'une LED dépend fortement du matériau semi-conducteur cristallin et de son dopage spécifique pour émettre des fréquences électromagnétiques définies. Dans le cas des LEDs UVC, ces fréquences se situent dans la gamme des longueurs d'onde germicides, autour de  $\sim 260\text{nm}$ .

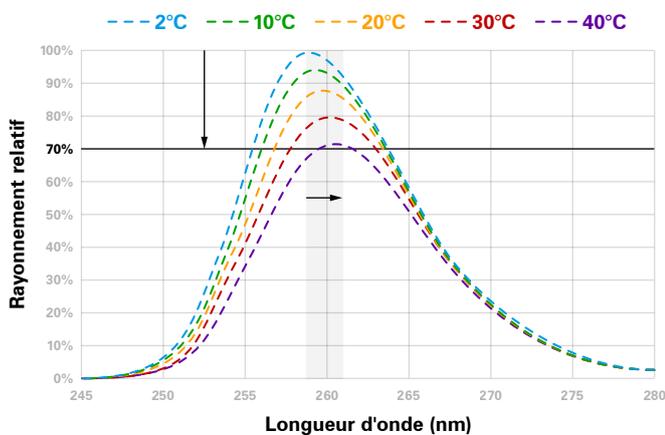
**Le fait que les LEDs haute puissance actuelles dans le domaine UVC n'affichent qu'un rendement d'environ 5%<sup>1</sup> est notamment dû au matériau Semi-conducteur en aluminium gallium nitrure (AlGaN), nécessaire pour des fréquences très élevées.**

Les LEDs les plus performantes aujourd'hui génèrent environ  $100\text{mW}_{\text{UVC}}$  @ $350\text{mA}$  dans des conditions de laboratoire. Rien à voir avec les  $18.000\text{mW}_{\text{UVC}}$  @ $225\text{mA}$  d'un tube UVC basse pression conventionnel. L'augmentation continue des performances en augmentant le courant est limitée pour les LEDs UVC en raison d'une tension de blocage de  $\sim 7\text{V}$ . Parallèle-



Mod. par 1

ment, le courant élevé entraîne un stress thermique important sur tous les composants connectés. Des températures de fonctionnement allant jusqu'à  $90^\circ\text{C}$  sont courantes, empêchant la formation d'ensembles de LEDs à haute densité.



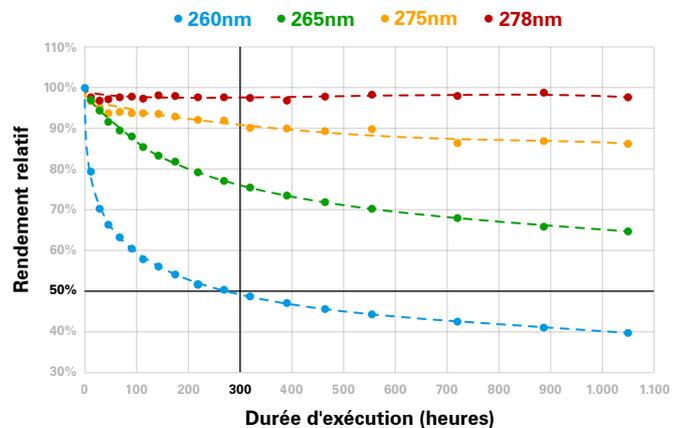
Mod. par 2

### Températures élevées des LEDs UVC

Un refroidissement efficace des LEDs fortement chauffées n'est pas garanti avec l'augmentation de la température ambiante, comme l'ont documenté des recherches approfondies du DVGW-Technologiezentrum Wasser. La performance d'une LED UVC chute de près de 30% lorsque la température augmente de  $2^\circ\text{C}$  à  $40^\circ\text{C}$ ; en même temps, il y a un **déplacement de la température** (un décalage de la longueur d'onde pouvant atteindre  $\pm 3\text{nm}$ ).<sup>2</sup> Pour assurer un refroidissement suffisant, les LEDs haute puissance doivent également être soudées directement sur la carte porteuse. Le remplacement n'est possible qu'en changeant l'ensemble de la carte, ce qui entraîne une **augmentation des déchets électroniques**.

## Durée de vie des LEDs UVC

Contrairement aux LEDs d'éclairage, les LEDs UVC haute puissance présentent une **baisse significative de performance due au vieillissement**. Cette baisse est d'autant plus drastique que la longueur d'onde de crête de la LED est courte. Selon le fabricant et la longueur d'onde de crête, l'émission des LEDs UVC peut déjà diminuer de **50% au cours des 300 premières heures de fonctionnement**.<sup>2</sup> Des longueurs d'onde supérieures à 265nm entraînent une réduction de l'effet germicide: à 278nm, la diminution est déjà de près de 30%.<sup>3</sup> En outre, les LEDs, tout comme les tubes basse pression, n'apprécient pas les commutations fréquentes, même si elles atteignent immédiatement leur niveau de performance respectif.



Mod. par 2

## Mercure vs Métaux rares

Un argument clé en faveur des LEDs est leur absence de mercure. Bien que cela soit vrai, cet argument est insuffisant du point de vue environnemental : les LEDs contiennent une grande quantité d'aluminium, d'antimoine, d'arsenic, de chrome, de cuivre, de gallium, d'or, d'indium, de fer, de plomb, de nickel, de phosphore, d'argent et de zinc. **Elles ne peuvent être recyclées que partiellement ou pas du tout**. L'extraction des métaux rares nécessaires à leur production, telles que l'euporium (Eu), le terbium (Tb) et l'yttrium (Y), représente en outre une charge environnementale considérable.



**sterilAir** suit activement les développements techniques et participe à la recherche. Toutefois, dans un avenir proche et prévisible, les émetteurs UVC conventionnels à base de décharge gazeuse ne seront pas remplacés par des LEDs UVC, inadaptés à une utilisation industrielle.

Weinfelden, Septembre 2024

**D. Koller**

(R&D, **sterilAir** AG)

## Pas d'avantage de prix

Prenons par exemple la LED Oslon UV 3535 (88mW @2.1W). Pour atteindre les performances en laboratoire d'un tube basse pression conventionnel, il faudrait 204 LEDs, plus des dissipateurs thermiques et des cartes pilotes. À l'été 2024, le prix unitaire était d'environ 23,00\$.<sup>4</sup> La puissance dissipée totale s'élève à 428W, soit plus de sept fois celle d'un tube basse pression. **Aucun avantage écologique ou économique n'est visible**. La forte dissipation thermique exige également un espacement suffisant entre les LEDs individuelles, rendant impossible l'irradiation homogène de grandes surfaces avec une intensité élevée.

- + 85 ans d'expérience
- + Développement et production en Suisse
- + Concepts d'hygiène scientifiquement valables
- + Laboratoire interne de microbiologie et d'électronique
- + Certifié ISO 9001 et 14001

1. D. Prakashchandra Patel, Temperature Dependence of Electroluminescence and Current-Voltage Characteristics of Arrays of Deep Ultraviolet Algan Micropixel LedMicropixel Led, University of South Carolina, 2021. 2. DVGW-Technologiezentrum Wasser, Why and how to characterize LEDs, ICULTA Berlin, Avril 2018, p. 8+11. 3. CIE Technical Report Ultraviolet Air Disinfection 155:2003, Mars 2020, p. 12, fig. 5. 4. <https://www.digikey.com/en/products/detail/ams-osram-usa-inc/SU-CULEP1-VC-MHMM-57-1-350-R18/18667032> (ouvert en dernier: Septembre 2024).