

# Les LEDs UV-C en temps de Covid-19

Rapport d'analyse marchés & technologies - Septembre 2020

Dans le contexte actuel de crise sanitaire due au virus SARS-CoV-2, la nécessité de prévenir la contagion par la désinfection est devenu un enjeu majeur. Comme les autres coronavirus, ce nouveau virus peut être détruit par les rayonnements UV-C. Aussi, avec l'émergence des LEDs UV-C, la question de la pertinence de l'utilisation de cette technologie pour enrayer l'épidémie en cours se pose. Ce rapport apporte des réponses à cette question en traitant de manière exhaustive les applications potentielles, l'état de l'art de la technologie des LED UV-C, les principes d'intégration de ces composants dans des produits finis, la caractérisation des performances de ces derniers, les perspectives d'évolution des marchés, ainsi que la réglementation et la normalisation applicables en Europe.

## CONTENU DU RAPPORT

- Applications des rayonnements UV-C artificiels.
- Principes de la désinfection par rayonnement UV-C.
- Etat de l'art de la technologie des LEDs UV-C et les perspectives d'évolution des performances, en comparaison avec les sources UV-C traditionnelles.
- Identification et analyse de l'offre des fabricants de LEDs UV-C.
- Principes d'intégration des LEDs UV-C et de dimensionnement des systèmes pour la désinfection, en lien avec les doses requises.
- Doses atteignables aujourd'hui et demain par les systèmes de désinfection utilisant des LEDs UV-C, en lien avec le SARS-CoV-2.
- Présentation d'appareils actuellement commercialisés pour différentes applications.
- Marché des LEDs UV-C et leurs tendances.
- Réglementation et normalisation en Europe.

## LA DESINFECTION PAR RAYONNEMENT UV-C

Le pouvoir de désinfection du rayonnement UV-C, connu depuis plusieurs dizaines d'années, n'est plus à prouver et son effet germicide est ainsi utilisé pour des applications de désinfection et de purification de l'eau, de l'air et de surfaces.

Son utilisation pour la désinfection nécessite cependant des connaissances, notamment pour déterminer la dose nécessaire à l'inactivation d'un micro-organisme (la dose dépendant d'un certain nombre de paramètres liés à l'application, à l'environnement...), mais aussi afin de prendre en compte les risques liés à l'utilisation de cette technologie.

En effet, l'utilisation du rayonnement UV-C pour la désinfection présente deux risques majeurs : un risque photo-biologique (le rayonnement UV-C est dangereux pour l'être humain) et un risque d'inefficacité de la désinfection (dans le cas d'un système de désinfection qui n'aurait pas été dimensionné correctement par rapport à son application).

## LA TECHNOLOGIE ET LE MARCHE DE LA LED UV-C

La technologie utilisée traditionnellement comme source de rayonnement UV-C est la lampe à mercure. Depuis quelques années des fabricants ont mis sur le marché des LEDs UV-C, cette technologie assez récente offre des avantages uniques (robustesse aux cycles d'allumage et d'extinction, ne contient pas de mercure, compacité ...) permettant des améliorations par rapport aux systèmes existants, mais aussi des opportunités pour de nouvelles applications.

Les basses performances et le prix élevé actuels sont aujourd'hui les principaux freins à une adoption plus large de la LED UV-C par le marché de la désinfection par rayonnement UV-C.

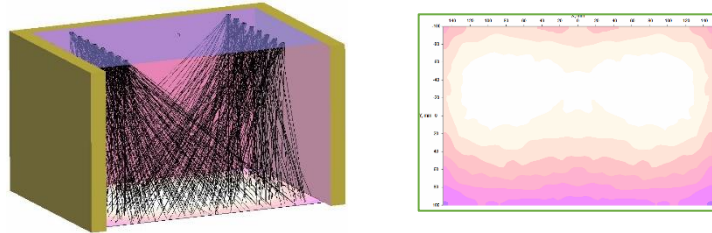
Cependant l'analyse du portefeuille et des feuilles de route des fabricants de LEDs UV-C confirme les tendances observées depuis plusieurs années : une baisse rapide et régulière des prix et une augmentation significative des performances (puissance et efficacité), qui devrait permettre à la LED UV-C de s'imposer dans le domaine de la désinfection par rayonnement UV-C, à plus ou moins long terme suivant les applications.

La technologie des LED UV-C est plus complexe que la technologie des LEDs utilisées dans le visible et le marché est pour l'instant assez restreint, ainsi les fabricants de LEDs UV-C sont peu nombreux, fin 2019/début 2020 certains fabricants majeurs se sont même retirés du marché de la LED UV-C.

## LE DIMENSIONNEMENT ET LA MISE EN ŒUVRE DE SYSTEMES LED UV-C POUR LA DESINFECTION

---

La phase de dimensionnement d'un système de désinfection est clé pour garantir que le micro-organisme recevra la dose requise pour le rendre inactif. Concrètement la phase de dimensionnement permet de définir les paramètres de la source UV-C à partir de la dose requise, des paramètres de l'application (temps d'exposition, dimensions de la cible à traiter...) et des paramètres optiques (uniformité, atténuation liée à la distance entre la source et la cible...).



*Simulations optiques de rayonnement et d'irradiance UV-C réalisées par Piséo avec le logiciel Light Tools*

L'intégration de la LED UV-C présente plus de contraintes que pour les LEDs dans le domaine du visible : le rayonnement UV-C dégrade certains matériaux habituellement utilisés pour les systèmes optiques dans le visible, la faible efficacité des LEDs UV-C impacte son intégration thermique...

Le remplacement de la lampe à mercure par la LED UV-C dans des systèmes existants n'est pas trivial, en effet le design d'un réacteur utilisé pour la désinfection/purification de l'eau doit être retravaillé pour être adapté aux propriétés de la LED (émission optique, gestion thermique...).

## REGLEMENTATION ET NORMALISATION

---

Avec l'épidémie de Covid-19, de nombreux produits à base d'UV-C, principalement pour la désinfection de surface, font leur apparition sur le marché. Les règlements et normes actuelles couvrent les aspects sécurité liés à l'utilisation de ces appareils, mais ne couvrent pas les aspects concernant la désinfection (pas de processus de test défini qui permettraient de comparer les performances des produits en matière de désinfection...).

Pour l'instant les fabricants de systèmes de désinfection s'appuient généralement sur des publications scientifiques et font tester leurs produits par des laboratoires de microbiologie comme gage de qualité de leur produit en matière de désinfection. Cependant même un test en laboratoire n'est pas une garantie pour l'utilisateur, les conditions de tests pouvant être éloignées des conditions d'utilisation (type de surface...).

Enfin, devant le risque photo-biologique, des pays ont décidé d'interdire la vente et l'utilisation de produits de désinfection par UV-C en dehors du milieu médical.

## SOCIETES CITEES DANS CE RAPPORT

Acuva, AquiSense Technologies, Bolb, Corning, Cree, Crystal IS, Diatal, Dowa, Everlight, GoodFellow, HCEN, Hexatech, Höhle, Hytecon, Hyundai, KnightOptical, KoppGlass, Ledil, LG-Innotek, Lite-On, Lumileds, Luminus, MetaWater, Nichia, Nikkiso, Osram, Phoseon Technology, Purion, QD Jason, RayVio, Samsung, San'an Optoelectronics, SeoulViosys, Seti, Signify-Philips, Stanley, Sterilway, Typhon Treatment System, Ushio, UV Photonics, UVRER, Violumas, Watersprint, Yole Développement.

## SOMMAIRE

Objectifs du rapport	7	Analyse du portefeuille des fabricants de LED UV-C	102
Résumé	13	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les fabricants de LED UV-C</li> <li>• Différents types de package</li> <li>• Puissances optiques actuelles</li> <li>• Rendements actuels</li> <li>• Perspectives de performances</li> <li>• Perspectives de prix</li> </ul>	
Introduction	14	Dimensionnement de systèmes LED UV-C pour la désinfection	126
Rayonnement UV	15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionnement de systèmes LED UV-C</li> <li>• Intégration optique de la LED UV-C : sensibilité des matériaux</li> <li>• Intégration thermique de la LED UV-C</li> <li>• Intégration mécanique de la LED UV-C</li> <li>• Intégration électrique/électronique de la LED UV-C</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spectre UV</li> <li>• Propagation et effets biologiques des rayonnements UV</li> <li>• Applications principales et marchés niches</li> </ul>		Mise en œuvre de systèmes à base de LED UV-C	164
Principales applications du rayonnement UV-C	19	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Désinfection/purification de l'eau</li> <li>• Désinfection/purification de l'air</li> <li>• Désinfection de surfaces et d'objets</li> <li>• Instruments analytiques</li> <li>• D'autres applications du rayonnement UV-C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Désinfection/purification de l'eau par un système LED UV-C</li> <li>• Désinfection/purification de l'air par un système LED UV-C</li> </ul>
Désinfection par rayonnement UV-C	39	Panorama de produits du marché	174
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mécanisme de désinfection par rayonnement UV-C</li> <li>• Grandeurs fondamentales</li> <li>• Avantages de la désinfection par rayonnement UV-C</li> <li>• Risques de la désinfection par rayonnement UV-C</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Désinfection de surface</li> <li>• Désinfection d'espace</li> </ul>	
Sources de lumière UV-C	69	Marché de la LED UV-C et des systèmes LED UV-C	185
LED UV-C vs lampe à vapeur de mercure	83	Règlementation et normalisation	201
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avantages de la LED UV-C vs la lampe à vapeur de mercure</li> <li>• Faiblesses de la LED UV-C vs la lampe à vapeur de mercure</li> <li>• LED UV-C : perspectives</li> </ul>		Références	216
Technologie de la LED UV-C	96	Piséo	219

## AUTEURS



### **Matthieu VERSTRAETE – Innovation Leader and Electronics & Software Architect – Piséo**

Matthieu Verstraete dispose d'une expérience de plus de 20 ans acquise principalement au sein du groupe Philips. Dans les premières années, cette expérience l'a conduit à participer aux Pays-Bas au développement de set-top boxes pour la télévision numérique et de systèmes de lecture et de gravure optique de DVD. Il a également été en charge de spécifier techniquement au niveau mondial le portefeuille des drivers des appareils d'éclairage LED du groupe Philips. Avant de rejoindre Piséo, il occupait la fonction de Global System Architect pour les solutions d'éclairage extérieur LED de Signify (ex Philips Lighting). Au sein de Piséo, il dirige et participe aux études de systèmes photoniques innovants pour tous les domaines d'application. Son rôle d'architecte système l'amène à analyser les applications et à proposer des solutions techniques qui intègrent les composants photoniques, électroniques et les briques logicielles les plus récents.



### **Joël THOMÉ- General Manager – Piséo**

Joël Thomé dispose d'une expérience industrielle de plus de 25 ans dans le domaine de l'innovation. Il a occupé pendant de nombreuses années des fonctions internationales de management de la R&D et de business line au sein de la division éclairage du groupe Philips. Il a notamment participé à la transformation du portefeuille de produits de la société par l'intégration de la technologie LED et des fonctions de pilotage de l'éclairage. Joël Thomé dirige et développe Piséo depuis 2013 et conduit régulièrement des études de marché et d'état de l'art technologique en collaboration avec la société Yole Développement.

## CONTACT :

---

Marie Eve Fraisse - [commercial@piseo.fr](mailto:commercial@piseo.fr)  
+33 (0) 4 26 83 02 25

Joël Thomé - [thome.joel@piseo.fr](mailto:thome.joel@piseo.fr)  
+33 (0) 6 68 62 49 06

## A PROPOS DE PISEO

---

Piséo est un Centre d'Innovation indépendant spécialisé dans la conception, la réalisation et la caractérisation de systèmes d'illumination, de détection et d'imagerie. La société a été créée en 2011 à l'initiative du Cluster Lumière et d'industriels français de l'éclairage, avec le soutien de l'Etat, de la Région Auvergne Rhône Alpes et du Grand Lyon.

Spécialistes de l'intégration des technologies photoniques (LED, VCSEL, diodes laser, photodiodes, capteurs d'imagerie, matériaux pour l'optique, traitement de surface...) et de leurs applications (UV, VIS, IR), nous accompagnons les entreprises de tous secteurs dans leur démarche d'innovation et d'optimisation.

### Conseils, Etudes, Réalisation

- Analyses technologies et marchés
- Analyses applicatives
- Veille technologique
- Veille réglementaire et normative
- Etudes de benchmarking
- Analyses critiques de systèmes photoniques
- Etudes de faisabilité (produits et banc de tests)
- Conception optique, mécanique, électronique et logicielle
- Simulations
- Prototypage et pré-séries
- Redesign to cost, to quality
- Fiabilisation

### Laboratoire d'Essais

- Mesures photométriques et colorimétriques (accrédité)
- Mesures spectrales et radiométriques (UV, VIS, IR)
- Evaluation du risque photobiologique (accrédité)
- Cartographies de luminance et de couleur d'écrans, de panneaux lumineux...
- Mesures électriques
- Mesures de température
- Caractérisation de caméras et de capteurs d'imagerie (VIS, IR) : NUC, NETD, responsivité, MTF...)