

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

**Rayonnement ultraviolet (UV) et ses applications industrielles dans le traitement de l'eau et l'assainissement..**

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 6-0004-21

APA Citation (توثيق APA):

**Alioua, Ibtissem (2021). Rayonnement ultraviolet (UV) et ses applications industrielles dans le traitement de l'eau et l'assainissement.[Thèse de master, ENSH].**

The digital repository of the Higher National School for Hydraulics "Digital Repository of ENSH" is a platform for valuing the scientific production of the school's teachers and researchers.

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...) and broadcasting it online.

Digital Repository of ENSH is built on the open software platform and is managed by the Library of the National Higher School for Hydraulics.

المستودع الرقمي للمدرسة الوطنية العليا للري هو منصة خاصة بتقييم الإنتاج العلمي لأساتذة و باحثي المدرسة.

يهدف المستودع الرقمي للمدرسة إلى حصر الإنتاج العلمي سواء كان منشورا أو غير منشور (أطروحات، مطبوعات بيداغوجية، مقالات البوريات، كتب....) و بثه على الخط.

المستودع الرقمي للمدرسة مبني على المنصة المفتوحة و يتم إدارته من طرف مديرية المكتبة للمدرسة العليا للري.

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.



## MEMOIRE DE MASTER

*Pour l'obtention du diplôme de Master en Hydraulique*

**Option: Assainissement**

**THEME :**

**Rayonnement ultraviolet (UV) et ses applications industrielles  
dans le traitement de l'eau et l'assainissement.**

**Présenté par :**

**Alioua Ibtissem**

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
Ammari Abdelhadi	MCA	Président
Hachemi Abdelkader	MCB	Examineur
Bellabas Salima	MAA	Examineur
Djoudar Dahbia	MCA	Promotrice

**Session Mars 2021**

## ملخص

يجب تطهير مياه الشرب ومياه الصرف الصحي لمراعاة معايير تركيز الميكروبات. الهدف الرئيسي من التطهير هو تقليل تركيز مسببات الأمراض (البكتيريا والفيروسات ووحيدات الخلية) في الماء إلى مستويات أقل من حدود العدوى. يمكن إجراء التطهير عن طريق الحرارة (البسترة الحرارية، البسترة الشمسية)، الوسائل الفيزيائية (الترشيح، الموجات فوق الصوتية، الأشعة فوق البنفسجية) أو الوسائل الكيميائية (المعالجة بالكلور، الأوزون، الإنزيمات...). الأشعة فوق البنفسجية هي شكل من أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي يعطل مسببات الأمراض الموجودة في الماء بالترتيب التالي: الكائنات وحيدات الخلية، البكتيريا، أبواغ البكتيريا، الفيروسات والعاثات. في هذا العمل، تم إجراء بحث صغير حول مبدأ تشغيل الأشعة فوق البنفسجية، تاريخ تطهير المياه بالأشعة فوق البنفسجية، العوامل الرئيسية لتطهير المياه بالأشعة فوق البنفسجية، تصميم نظام تطهير بالأشعة فوق البنفسجية، مقارنة بين الأشعة فوق البنفسجية وعمليات التطهير الأخرى وأيضاً عمليات الأكسدة المتقدمة المعتمدة على الأشعة فوق البنفسجية

**الكلمات الدالة:** التطهير، الأشعة فوق البنفسجية، مسببات الأمراض، الأكسدة المتقدمة

## Résumé :

L'eau potable et les eaux usées doivent être désinfectées pour respecter les normes de la charge microbienne. L'objectif principal de la désinfection est de réduire la concentration des agents pathogènes (bactéries, virus et protozoaires) dans l'eau à des niveaux inférieurs aux limites d'infection. La désinfection peut être effectuée par des moyens thermiques (pasteurisation thermique, pasteurisation solaire), physiques (filtration, ultrasons, rayonnement ultraviolet) ou chimiques (chloration, ozone, enzymes.). Le rayonnement ultraviolet (UV) est une forme de rayonnement électromagnétique qui inactive les agents pathogènes présents dans l'eau dans l'ordre suivant : protozoaires, bactéries, spores bactériennes, virus et bactériophages. Dans ce travail une petite recherche porté sur le principe de fonctionnement des UV, l'historique de la désinfection des eaux par UV, les facteurs clés de celle dernière, la conception d'un système de désinfection aux UV, une comparaison entre l'UV et les autres procédés de désinfection ainsi les procédés d'oxydation avancée basés sur les UV.

**Mots clés :** La désinfection, Le rayonnement ultraviolet, les agents pathogènes, oxydation avancée

## Abstract:

Drinking water and wastewater must be disinfected to respect microbial load standards. The main objective of disinfection is to reduce the concentration of pathogens (bacteria, viruses and protozoa) in the water to levels below the infection limits. Disinfection can be carried out by thermal (thermal pasteurization, solar pasteurization), physical (filtration, ultrasound, ultraviolet radiation) or chemical means (chlorination, addition, ozone, enzymes, ...). Ultraviolet (UV) radiation is a form of electromagnetic radiation that inactivates pathogens present in water in the following order: protozoa, bacteria, bacterial spores, viruses and bacteriophages. In this work, a small research was carried out on the operating principle of UV, the history of UV water disinfection, the key factors of UV water disinfection, the design of a UV disinfection system, a comparison between UV and other disinfection processes as well as UV-based advanced oxidation processes.

**Keywords:** Disinfection, Ultraviolet radiation, pathogens, advanced oxidation

## Sommaire :

Liste des tableaux :	vi
Liste des figures :	vi
I. Qu'est-ce que le rayonnement ultraviolet.....	2
II. Inactivation microbienne par le rayonnement ultraviolet : .....	3
III. L'HISTORIQUE DE LA DÉSINFECTION PAR ULTRAVIOLETS.....	4
IV. La dose d'UV .....	7
IV.1 L'intensité et la dose d'UV .....	7
IV.2 La relation Dose / Réduction logarithmique .....	8
V. Les facteurs clés de la désinfection par UV :.....	9
V.1 La configuration d'installation UV .....	9
V.1.1 Les lampes UV.....	9
V.1.2 Configurations de réacteurs .....	11
V.2 La qualité des eaux : .....	12
V.2.1 Transmission/absorption des UV .....	13
V.3 Les agents pathogènes : .....	16
Réactivation : .....	16
VI. Conception d'un système de désinfection aux ultraviolets .....	18
VI.1 Calcul de la dose minimale d'UV avec la méthode 1 (approche déterministe) .....	18
VI.1.1 La méthode de la somme des sources ponctuelles .....	19
VI.1.2 Essai biologique : .....	23
VI.1.3 L'actinométrie chimique.....	26
VI.2 Calcul de la charge hydraulique maximale sous UV avec la méthode 2 (approche probabiliste).....	27
VI.3 Comparaison entre les deux approches :.....	28
VI.3.1 Approche probabiliste de la conception des UV basée sur des études de terrain ....	28
VI.3.2 Approche déterministe de la conception des UV basée sur des études de faisceaux collimatés.....	32
VI.3.3 Approche déterministe de la conception des UV basée sur des études de terrain : ..	33
VI.3.4 Comparaison des méthodes de conception des UV : .....	34
VII. Les avantages et les inconvénients de la désinfection par UV:.....	35
VII.1 Les avantages de la désinfection par UV sont les suivants : .....	35
VII.2 Les inconvénients de la désinfection par UV .....	35
VIII. Systèmes de désinfection par UV :.....	36
VIII.1 Installation de désinfection de l'eau potable par UV à Victoria, Canada :.....	36
VIII.2 Installation de désinfection des eaux usées Manukau, Nouvelle-Zélande. ....	36

IX. Procédés d'oxydation avancée basés sur les UV : .....	38
Références .....	43

---

## *Introduction :*

---

Avec la croissance continue de la population et de l'industrialisation les besoins en eau augmentent rapidement ce qui fait que notre ressource vitale la plus précieuse est menacée, ce qui met le monde en danger du stress hydrique. Le stress hydrique affecte 88 pays en développement qui abritent la moitié de la population mondiale. Dans ces endroits, 80 à 90% de toutes les maladies et 30% de tous les décès résultent d'une mauvaise qualité de l'eau (01. Miller, 2003). En outre, au cours des 25 prochaines années, le nombre de personnes touchées par des graves pénuries d'eau devrait quadrupler, ce qui entrave le développement économique, détruit la santé humaine, conduit à la dégradation de l'environnement et favorise l'instabilité politique. Certaines régions du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord subissent déjà les effets des pénuries d'eau (02. MANNING, 2015). Un certain nombre d'agendas de recherche ont été développés pour résoudre le problème de l'eau. En fin de compte, un certain nombre d'approches parallèles seront nécessaires pour limiter les effets des pénuries d'eau, notamment l'amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau, la mise en œuvre de technologies et de politiques visant à encourager la conservation et la réutilisation de l'eau.

Les stratégies actuelles de gestion de l'eau et surtout avec l'évolution continue des microorganismes se concentrent de plus en plus sur l'amélioration de la qualité d'eau potable et la réutilisation des eaux épurées pour résoudre les problèmes des maladies hydriques et de pénurie d'eau.

La désinfection est considérée comme l'un des processus de traitement de l'eau les plus importants car elle inactive les agents pathogènes qui provoquent les maladies hydriques. Pendant de nombreuses années, la chloration a été la méthode standard de désinfection de l'eau. Le chlore est utilisé dans la plupart des installations de traitement des eaux pour éliminer les micro-organismes nocifs présents dans l'eau et qui provoquent des maladies graves. Bien que cela fonctionne certainement, le chlore lui-même est à l'origine de nombreux problèmes de santé tels que l'asthme, le cancer, les problèmes de fertilité, les maladies cardiaques, l'eczéma et les malformations congénitales. Sans compter que l'odeur et le goût de l'eau chlorée sont terribles. De plus, les résidus et les sous-produits de la chloration peuvent être toxiques pour la vie aquatique dans les milieux récepteurs. En particulier, certains sous-produits de la chloration peuvent être cancérigènes et doivent être éliminés dans une station de traitement. On a en fait découvert que la chloration est beaucoup moins efficace pour détruire les virus que pour tuer les bactéries. Le rayonnement ultraviolet est actuellement une méthode plus préférable pour la désinfection de l'eau.