



**Etude sur la désinfection d'eau par lampe UV, essai
sur différentes espèces bactériennes**

Juin 2006



**H. Accrombessi
L. Moulin**

Centre de recherche d'expertise et de contrôle des eaux de Paris

144 et 156, av. Paul Vaillant-Couturier • 75014 Paris • Tél.: 01 40 84 78 78 • Fax: 01 40 84 77 66 • www.crecep.fr
Régie à autonomie financière et à personnalité morale dotée de 6 000 000 E • R.C.S.: Paris B447 569 427

Accréditation COFRAC n 1-988 • Laboratoire agréé Santé Environnement

Projet « lampe UV »

1. Présentation
2. Description de l'étude
3. Résultats
4. Conclusions

1. Présentation

La société EWT commercialise différents procédés de traitement des eaux. Cette société a demandé au CRECEP une étude sur l'effet bactéricide d'un dispositif de désinfection type « lampe à UV » nommé **UV 2000**.

Le CRECEP, centre de recherche et d'expertise de contrôle des eaux de Paris est une régie de la ville de Paris. Créé en 1868 par la Ville de Paris, l'Observatoire Municipal de Montsouris, se charge dès 1877 de surveiller les eaux alimentant Paris. En 1900, à la suite de l'épidémie de fièvre typhoïde de 1899, l'Observatoire développe des sections de contrôle des eaux et devient "Laboratoire de Surveillance des Sources de la Ville de Paris". Jusqu'à 1935, le laboratoire est officiellement chargé du contrôle des usines d'épuration des eaux de rivières, des eaux des réservoirs et de l'eau de distribution de Paris ainsi que de certaines communes de la Banlieue. En 1937, naît le "Service de Contrôle des Eaux de la Ville de Paris" (SCEVP) qui veille non seulement à la qualité de l'eau mais développe peu à peu un secteur de recherche tant dans le domaine bactériologique que chimique. C'est pourquoi en 1987, il devient "CRECEP" son domaine d'activité est de plus en plus large : la radioactivité, la corrosion, les matériaux en contact avec l'eau... En 2003, le CRECEP change de statut juridique et ajoute à son intitulé la mission d'expertise. Avec un effectif de 140 personnes (Docteurs, pharmaciens, ingénieurs, techniciens, dégustateurs et préleveurs) le CRECEP est un centre majeur de compétences en hydrologie. Il réalise toute sorte de contrôle de la qualité en dosant sur des échantillons, de nature très diverse, leur concentration en éléments physico-chimiques ou biologiques suivant des procédures analytiques rigoureuses. Le CRECEP est accrédité par le COFRAC, le ministère de la santé et le ministère de l'environnement pour un grand nombre de paramètres. Le CRECEP travaille et collabore à différentes organisations françaises et européennes en rapport avec la matrice eau (AFSSA, AFNOR, CEN, ASTEE ...).

Pour tester le dispositif de désinfection par lampe UV, nous nous sommes inspirés des textes législatifs Allemand (DVGW W 294) et autrichien (ONORM M. 5873-1) qui stipulent que les doses de réduction équivalentes doivent être les mêmes que celles obtenues avec une lampe à 400J.m². La lampe UV utilisée par EWT délivrant une énergie de 11.2 W pour les UV-C (longueur d'onde du pic principal 253.7 nm), soit au vu des dimensions de la lampe et d'un volume de la chambre UV d'environ 8L on peut estimer la dose reçue par les bactéries dans la chambre UV à 1170 J.m⁻² (dose de réduction équivalente théorique -DRE- avec une lampe qui délivre une énergie de 83.9W/m²).

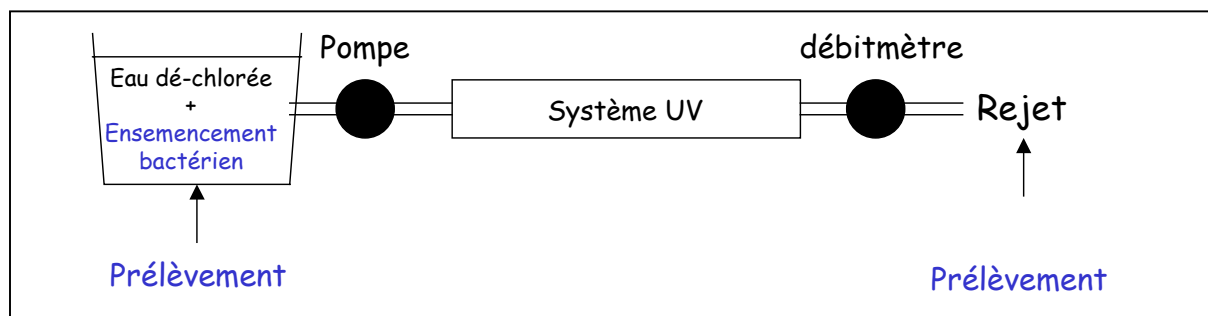
Afin de vérifier l'effet bactéricide de ce dispositif il a été décidé contaminer artificiellement un circuit d'eau afin d'observer l'effet bactéricide du procédé. Cette méthode de vérification est celle qui est préconisée dans la norme allemande afin de compléter les limites énergétiques par des mesures micro-biologiques. Nous nous sommes également appuyés, pour choisir les paramètres microbiologiques suivis, sur les textes concernant les eaux destinées à la consommation humaine (circulaire DGS/SDA7A n°633 30 décembre 2003).

2. Description de l'étude.

Le circuit suivant est réalisé ; il est composé d'une pompe reliée au dispositif UV ainsi que d'un débitmètre (voir figure), Le débit d'eau étant le paramètre unique qui contrôle le temps de présence des bactéries au sein de la chambre à UV, une vanne permet de régler précisément ce débit. Avant utilisation le circuit est lavé avec de l'eau à 1 ppm de chlore puis rincé avec de l'eau dé-chlorée afin d'éviter l'effet bactéricide de ce composé.

L'eau « témoin » comporte pour chacune des espèces bactériennes suivantes ; *Escherichia Coli*, *staphylocoques*, spore de bactérie sulfite réductrice et *pseudomonas*, différentes concentrations, autour de 5000 unités formant colonies par millilitre (UFC/ml).

Les souches servant à l'ensemencement de l'eau sont référencées ATCC n°25922 (E. coli) et ATCC n°9144 (Staphylococcus aureus) Pour les deux autres souches (bactérie sulfite-réductrice et pseudomonas) nous avons utilisé des souches provenant de contaminations environnementales fournies par le laboratoire de microbiologie. Les prélèvements ont été effectués à l'entrée et à la sortie du dispositif (voir figure), après avoir réglé le débit sur 2000 l/h, débit maximal pour laquelle la lampe est certifiée.



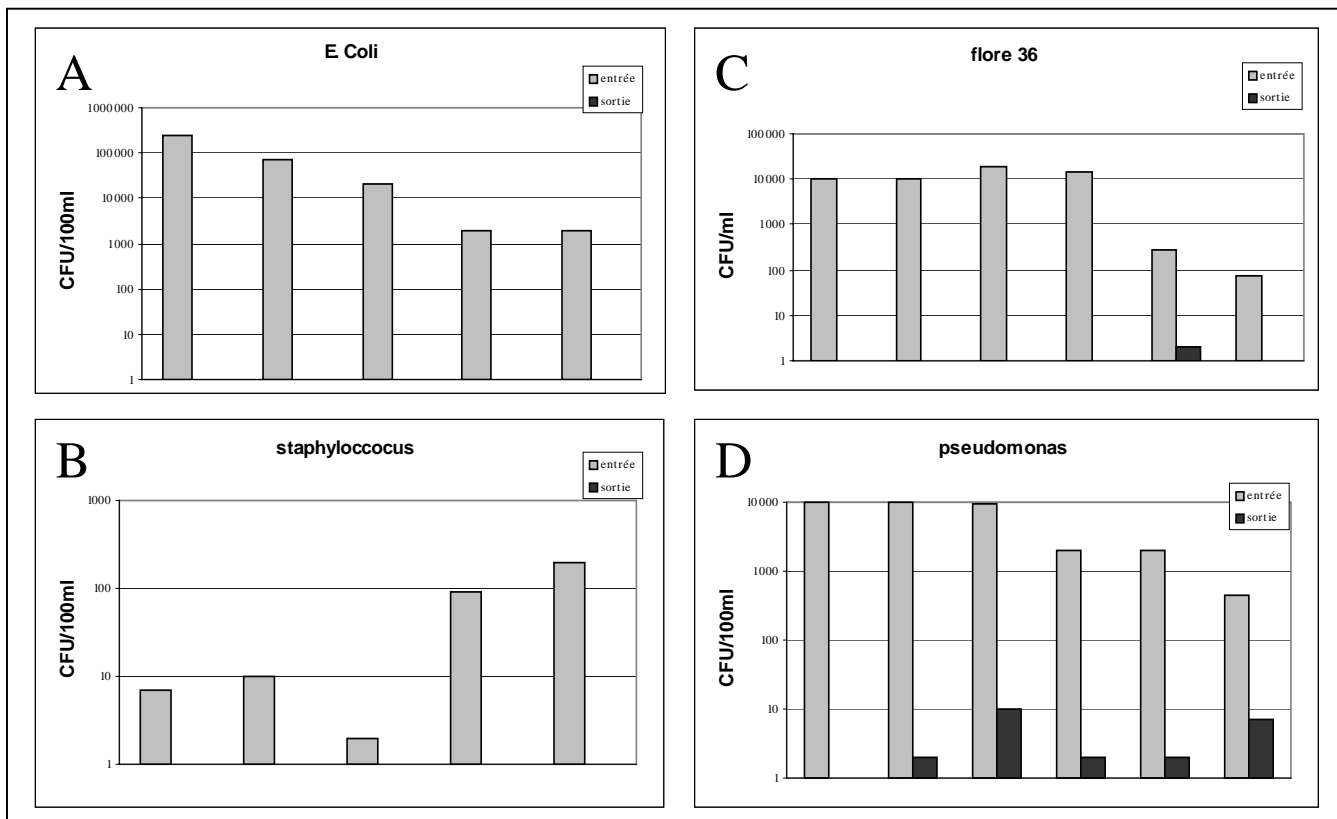
Ces prélèvements sont ensuite analysés par le laboratoire de microbiologie ou leur dénombrement est réalisé selon les normes françaises (NF EN ISO 9308-1 pour les E. Coli, NF EN 12780 pour les pseudomonas, NF-EN-ISO 26461-2 pour les Spores et méthode interne pour les staphylococcus). Ces normes sont le plus souvent basées sur une filtration suivie d'une mise en culture sur milieu sélectif.

3. Résultats.

Plusieurs essais ont été réalisés, afin d'observer la répétitivité des résultats pour chaque paramètre micro-biologique. Nous avons obtenu les résultats suivants (les résultats sont présentés figures A B C et D). Le tableau qui suit résume l'ensemble des résultats et présente le niveau d'abattement spécifique obtenu calculé selon la formule :

$$\text{Abattement (\%)} = 100 - \frac{(\text{Colonies en entrée} + \text{limite de détection})}{\text{colonies en sortie}} \times 100$$

Lors de chaque expérience un contrôle a été effectué afin de vérifier la non-contamination des éléments situés après la lampe UV. Nous avons également effectué des contaminations lampe éteinte afin de vérifier la stabilité des souches dans l'eau de réseau dé-chlorée.



| | Entrée (CFU/ml) | Sortie (CFU/ml) | Abattement |
|--------------------------------------|------------------------|-----------------|------------|
| <i>E. coli</i> | entre 1 000 et 250 000 | 0 | > 99.999% |
| <i>staphylocoques</i> | entre 20 et 200 | 0 | > 99% |
| <i>pseudomonas</i> | entre 2 000 et 10 000 | 6 (+/-5) | > 99.9% |
| Flore totale 48h 36°C | > 10 000 | < 5 | > 99.99% |
| Flore totale 72h 22°C | > 10 000 | 0 | > 99.99% |
| Spore de bactérie Sulfito-réductrice | 20 000 | 60 | 99.7% |
| turbidité (NTU) | 0,34 | 0.34 | |

4. Conclusions

L'analyse des résultats montre que la charge bactérienne en sortie est très faible pour les espèces bactériennes testées (et donc souvent inférieure aux limites de détections). Il n'a pas été détecté de contamination par des flores annexes à la sortie du dispositif. Donc la diminution observée est bien liée à la lampe UV car un nous avons montré que le passage lampe éteinte ne produit pas de diminution de la charge bactérienne (*données non montrées*).

L'énergie délivrée par la lampe est suffisante pour obtenir des taux d'abattelements supérieurs a 99 %. Ces taux calculés sont en accord avec la plupart des travaux de la littérature (*Hoyer 1998*¹,

¹ Hoyer O 1998, « testing performance and monitoring of UV systems for drinking water disinfections » Water Supply 16 (1/2) 419-442

Wu Y, Clevenger T, Deng B 2005², Zimmer and slawson 2002³, sommer and cabaj 1993⁴). Les abattements calculés sont plus faible pour les spores bactériennes et pour les bactéries de type *pseudomonas*, ceci est toujours en accord avec la littérature disponible.

La lampe UV, référence UV 2000 de la société EWT permet donc la décontamination d'une eau chargée en bactéries. **Avec une lampe neuve, bien entretenue et dans des conditions de faible turbidité, l'efficacité du dispositif permet d'éliminer des charges bactériennes de l'ordre de 10³ bactéries/ml. Cette efficacité n'est vérifiée que pour les souches utilisées lors du test et dans une eau de faible turbidité** (ici eau du réseau dé-chlorée). L'utilisation d'un système artificiel ne permet pas de préjuger de l'efficacité de la lampe UV lors d'une utilisation dans des conditions plus contraignantes (bactéries environnementales, taux de matière en suspension supérieur etc...).

Laurent Moulin
Responsable laboratoire étude-biologie

² Wu Y, Clevenger T, Deng B., Impacts of goethite particles on UV disinfection of drinking water. Appl Environ Microbiol. 2005 Jul;71(7):4140-3.

³ Zimmer JL, Slawson RM. Potential repair of Escherichia coli DNA following exposure to UV radiation from both medium- and low-pressure UV sources used in drinking water treatment. Appl Environ Microbiol. 2002 Jul;68(7):3293-9.

⁴ Sommer, R. Cabaj A. *and al*, 1997, « influence of lamp intensity and water transmittance on the UV disinfections of water » Water science and technology 34 (7-8) 173-177