

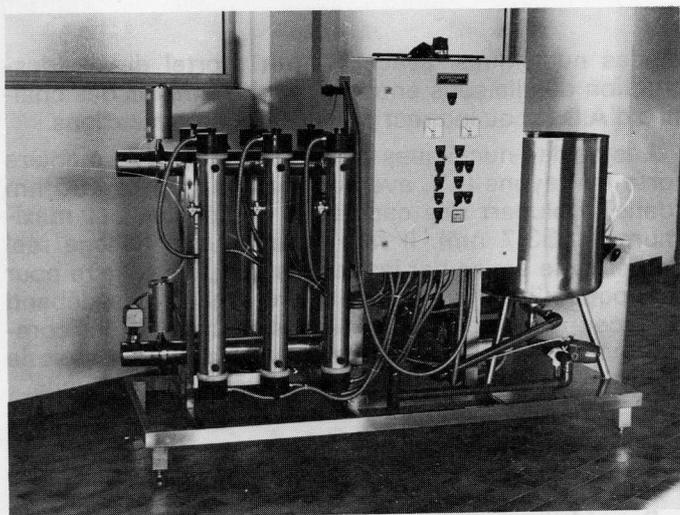
# La désinfection de l'eau par rayons UV dans les petites communes

Jean DELTEIL

Actini - France

Quelle perspective s'offre à une petite commune confrontée au problème d'une eau impropre à la consommation, eau qui alimente les deux-cinquièmes de sa population ?

Tel était le cas de Thônes, petite commune de Haute-Savoie de 4 500 habitants, connue des amateurs de fromage pour son reblochon, où l'on constatait, dans l'eau distribuée, la présence en nombre d'*Escherichia Coli* et autres coliformes.



Une station de désinfection de l'eau par U.V. (Photo Actini).

Les recherches effectuées par les services techniques de la mairie avaient donné des résultats plutôt décevants. Les grandes sociétés spécialisées dans le traitement de l'eau « n'exploitaient pas ce créneau ». Les matériels proposés correspondaient à des débits n'ayant rien à voir avec les 45 m<sup>3</sup>/h du captage des Frasses et le coût de l'investissement s'élevait, dans tous les cas, à plus d'un million de francs... beaucoup trop pour Thônes !

C'est donc presque en désespoir de cause que nous avons été contactés pour trouver une solution économique à ce problème, sur la base d'une petite station de traitement de l'eau par ultraviolets (après filtration dans la chaîne en place).

A la fin de l'année 1983, le projet prit la forme d'une bâtisse de 18 m<sup>2</sup> abritant la station. Celle-ci se compose schématiquement de trois éléments : préfiltration, filtration et désinfection par ultraviolets.

La préfiltration et la filtration ont pour but de ramener la turbidité de l'eau de captage, importante au moment des pluies, aux normes européennes pour l'eau de consommation, soit 15 gouttes de solution alcoolique de gomme de mastic à 1/1 000 ou 10 mg par litre de SI 02.

La préfiltration s'organise autour de deux filtres à poche d'une porosité de 50 microns. Une première poche colmatée, le système bascule automatiquement sur le deuxième filtre à poche permettant le nettoyage du premier filtre par un employé municipal.

Ce système, qui nécessite encore l'intervention humaine, sera bientôt remplacé par un filtre à rinçage automatique à contre-courant, rinçage automatique déclenché par le différentiel de pression entre l'entrée et la sortie.

Une fois préfiltrée, l'eau passe à travers un filtre de 63 cartouches à porosité de 10 microns.

C'est en ce qui concerne le traitement de potabilisation que le choix du procédé est original. En effet, au contraire de la majorité des communes qui choisissent soit le dioxyde de chlore, soit le chlore gazeux (ou plus rarement l'ozone), Thônes, dont les habitants n'aiment guère le chlore, a fait appel aux ultraviolets.

Nous verrons ci-après l'originalité de ce système.

## LES ULTRAVIOLETS

### Le spectre des ondes électromagnétiques

On sait que le soleil émet des ondes électromagnétiques qui varient considérablement dans leurs effets et dans leurs longueurs d'ondes (figure 1). Les rayons du soleil que l'œil perçoit représentent seulement une petite partie de tous les rayons qui arrivent sur la terre. Le spectre solaire, classé par longueurs d'ondes, peut être montré sous la forme d'une bande colorée dans

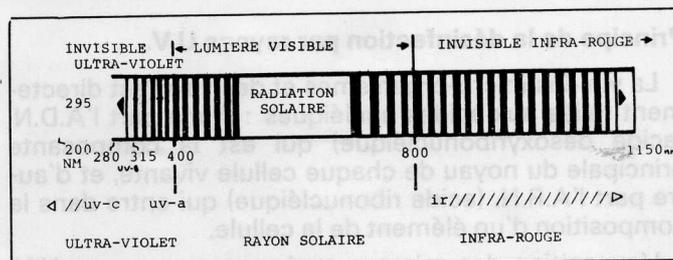


Fig. 1. - Le spectre des ondes électromagnétiques.

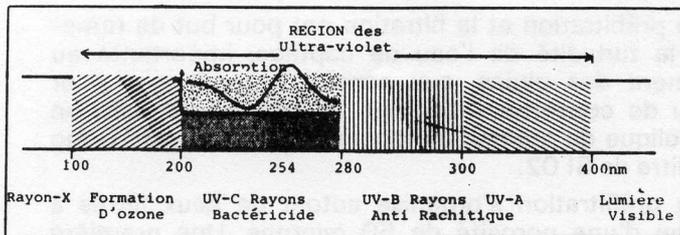


Fig. 2. - Le spectre des ultra-violet et leurs différents effets.

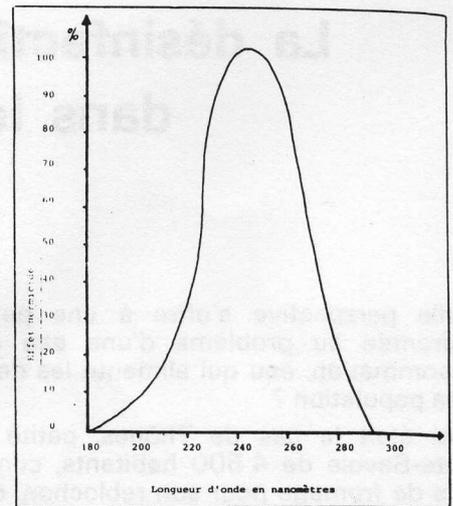


Fig. 3. - Effet bactéricide selon la longueur d'onde.

laquelle se situent les couleurs de l'arc-en-ciel dans la zone des rayons visibles. De part et d'autre se trouvent les rayons ultraviolets et les infrarouges ; les deux font partie des radiations solaires invisibles dont les longueurs d'ondes s'expriment en millionnièmes de millimètre, c'est-à-dire en nanomètres (nm).

Les radiations électromagnétiques U.V. sont situées dans la bande précédant le violet du spectre visible.

#### Effets des différentes longueurs d'ondes

Le spectre des ondes électromagnétiques se situe entre 100 et 400 nm et ses ondes sont invisibles (figures 2 et 3). Le spectre U.V. peut être subdivisé en trois bandes qui induisent des effets différents :

- U.V.A. : de 315 à 400 nm ; ce sont ceux qui provoquent la pigmentation de la peau (autrement dit le bronzage),
- U.V.B. : de 280 à 315 nm, qui favorisent la production de la vitamine D antirachitique et par là même la synthèse du calcium,
- U.V.C. : de 200 à 280 nm, qui possèdent des propriétés bactéricides.

En dessous de 200 nm, les U.V. sont très vite absorbés et n'ont plus qu'un effet bactéricide insignifiant.

#### Principe de la désinfection par rayons U.V.

La vie des micro-organismes et des virus est directement reliée aux acides nucléiques : d'une part l'A.D.N. (acide désoxyribonucléique) qui est la composante principale du noyau de chaque cellule vivante, et d'autre part l'A.R.N. (acide ribonucléique) qui entre dans la composition d'un élément de la cellule.

L'exposition des micro-organismes aux rayons U.V. induit un changement dans la structure de leurs

acides nucléiques, avec un effet mortel direct (destruction des liaisons entre les acides aminés des chaînes d'A.D.N.) ou indirect par blocage des mutations.

Les acides nucléiques peuvent absorber de manière forte les rayons U.V. avec un maximum vers 260 nm (dans la plupart des cas l'effet bactéricide est maximum à 253,7 nm). Il faut noter que le dosage réel de l'énergie émise par les rayons U.V., nécessaire pour provoquer l'inactivation des micro-organismes, dépend beaucoup des conditions de désinfection. Il est communément admis que l'effet germicide varie avec la quantité U.V. reçue et non avec l'intensité des rayons.

#### L'usage des ultraviolets pour la désinfection des eaux

Parmi les avantages et inconvénients des méthodes classiques de traitement de l'eau, on distingue :

- *la chloration*, qui est utilisée dans le monde entier comme méthode de désinfection de l'eau de consommation, pour la destruction des germes et le maintien d'un effet germicide résiduel, mais elle présente des inconvénients majeurs : outre le goût et l'odeur désagréables que l'on observe dans l'eau traitée, l'usage du chlore entraîne la formation de composés organo-chlorés appartenant à une classe de pesticides ; certains autres possèdent des propriétés cancérigènes ;
- *l'ozonation*, qui utilise l'ozone (gaz très odorant issu de l'union de trois atomes d'oxygène) pour ses propriétés bactéricides et virulicides. L'ozone présente l'avantage de n'imprimer ni goût, ni odeur à l'eau traitée ; il n'est pas toxique, mais son inconvénient majeur est le coût du traitement (deux fois plus cher que le chlore) ; d'autre part, il est très corrosif et peut entraîner des effets secondaires, notamment dans le cas d'eaux chargées en fer  $Fe$  et  $Fe^{++}$  ;

- *le brome et l'iode*, halogènes qui ne conviennent qu'à la stérilisation de petites quantités d'eau sur le site (notamment pour des usages militaires) ;
- *l'argent et le permanganate de potassium*, corps qui sont à la base de procédés efficaces, mais extrêmement coûteux ;
- *le lagunage*, procédé de fermentation biologique qui nécessite des surfaces importantes ;
- *l'ultrafiltration*, procédé très performant, mais qui souffre de son faible débit et d'une consommation élevée d'électricité.

#### L'alternative des rayons U.V.

La stérilisation de l'eau est efficace lorsque chaque germe reçoit la quantité d'énergie à 253,7 nm qui correspond à sa dose létale.

Les facteurs affectant la propagation des rayons U.V. dans l'eau (et donc leur intensité) sont les suivants :

- *la profondeur* : l'efficacité germicide diminue avec la distance de la source U.V., le milieu aqueux absorbant les photons U.V. ; on constate également que l'énergie U.V. varie exponentiellement avec le coefficient d'absorption du milieu ;
- *la qualité de l'eau*, mesurée notamment par les paramètres ci-après :
  1. turbidité :  
les matières solides en suspension, les colloïdes réduisent la transmission en dissipant l'énergie U.V. La teneur en fer peut affecter la pénétration U.V.
  2. matières organiques :  
elles peuvent absorber une grande quantité d'énergie, mais leur concentration dans la nature atteint rarement un degré gênant.
  3. coloration :  
l'intensité de la coloration de l'eau constitue également un facteur gênant la propagation du rayonnement U.V. Cette coloration est due soit à des matières organiques, soit aux ions métalliques.

#### 4. dureté :

la dureté de l'eau (c'est-à-dire la concentration en calcium et en magnésium dissous) réduit l'intensité des rayons U.V.

Ces inconvénients peuvent être compensés de trois façons :

- la première consiste à surdimensionner systématiquement l'équipement ultraviolet ;
- la seconde est d'assurer un nettoyage régulier des lampes avec une solution d'acide citrique ou d'acide acétique ;
- la troisième est l'installation de filtres pour éliminer ou limiter la turbidité, ou pour supprimer les goûts.

Par rapport aux autres procédés de désinfection des eaux, le traitement par les ultraviolets possède les avantages suivants :

- absence d'addition de produits chimiques,
- suppression des odeurs et mauvais goûts,
- pas de risques de corrosion,
- absence de danger de réactions secondaires dans le cas d'utilisation de l'eau traitée pour la fabrication des boissons, produits chimiques, cosmétiques, pharmaceutiques, etc.,
- minimum de surveillance et de maintenance,
- possibilité d'automatiser le nettoyage de l'appareil,
- faible coût des équipements et du traitement (le montant des travaux n'a pas dépassé 250 000 F pour Thônes).

\* \* \*

On peut dire, en conclusion, que la désinfection de l'eau potable par rayons ultraviolets (après avoir résolu le problème de la filtration), apparaît comme particulièrement adaptée aux besoins des petites communes.

Elle leur permet, en effet, de bénéficier d'un traitement bactéricide et virulicide aux moindres frais, tant au stade des investissements que de l'exploitation.

Disponible à nos bureaux :

## LE GUIDE DE L'EAU · 13<sup>e</sup> édition 1983-1984

250 textes réglementaires, 12 000 adresses utiles

415 catégories de matériels classés, 3 000 personnalités, etc.

**645 F** port et taxes compris

Pierre Johanet & Fils Editeurs S.A. - 7, av. F.-D. Roosevelt - 75008 Paris