



## MÉTHODES DE DÉSINFECTION DES EAUX

Jean-Pierre DUGUET, Michel JOYEUX

Direction Recherche & Développement et Qualité des Eaux

15<sup>ème</sup> Colloque sur le CONTRÔLE EPIDEMIOLOGIQUE DES MALADIES INFECTIEUSES,

*EAU ET MALADIES INFECTIEUSES : ENJEUX POUR LE 21<sup>ème</sup> SIECLE*

17 et 18 mai 2010, Institut Pasteur (Paris)



## MÉTHODES DE DÉSINFECTION DE L'EAU

### LA QUALITE MICROBIOLOGIQUE (DÉSINFECTION)

CONSTITUE LA PRIORITÉ  
DANS LE DOMAINE DE L'EAU DESTINÉE A LA  
CONSOMMATION HUMAINE

## RÈGLEMENTATION – OBLIGATIONS DE RÉSULTATS

### ➤ **Respect des limites de qualité au robinet du consommateur**

#### Indicateurs de contamination fécale

- Entérocoques : Absence /100 mL
- *Escherichia coli* : Absence /100 mL

### ➤ **Maîtrise des références de qualité**

#### Indicateurs du bon état des installations ou du réseau

- Bactéries coliformes
- Bactéries sulfito-réductrices y compris les spores
- Germes aérobies revivifiables

#### Pas de recherche directe de pathogènes

## RÈGLEMENTATION – OBLIGATIONS DE MOYENS

***“ les eaux destinées à la consommation humaine ne doivent pas contenir un nombre ou une concentration de microorganismes, de parasites ou de toutes autres substances constituant un danger potentiel pour la santé des personnes ”***

### ➤ **Périmètres de protection, traitements agréés, ...**

## LES PROCÉDÉS DE DÉSINFECTION

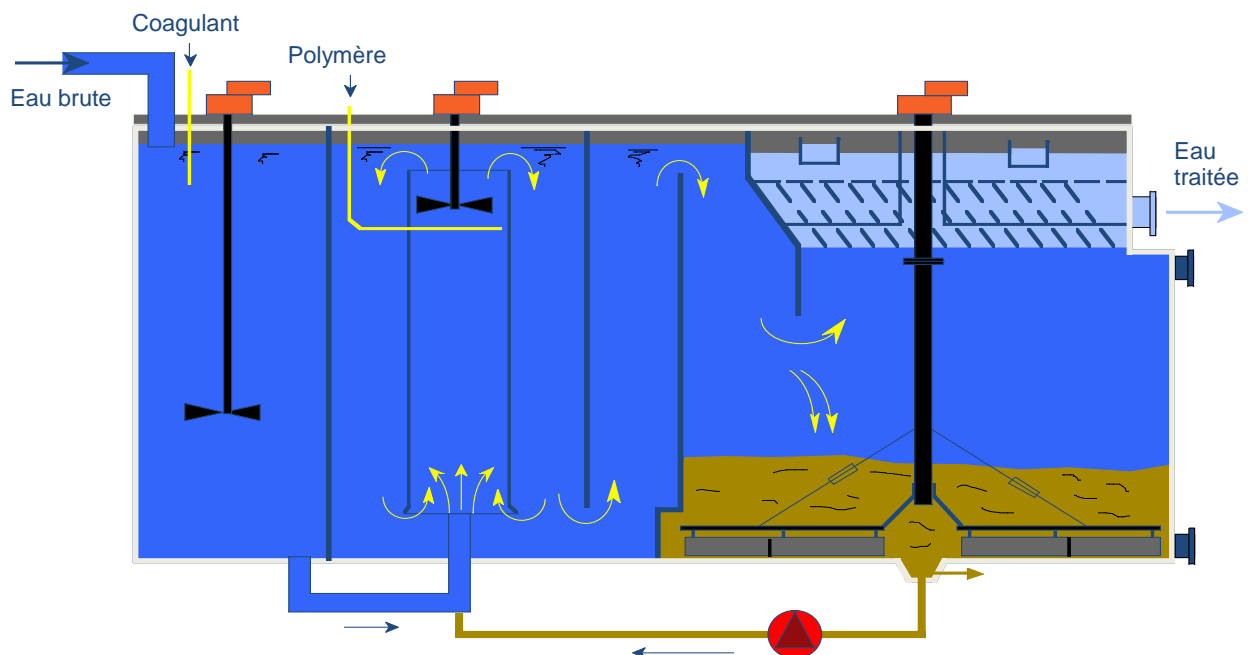
### ➤ RÉTENTION

- CLARIFICATION - FILTRATION SUR SABLE
- FILTRATION SUR MEMBRANE (MICRO, ULTRA, NANO,...)

### ➤ INACTIVATION

- OZONE
- COMPOSÉS DU CHLORE (Cl<sub>2</sub> gazeux, eau de Javel, dioxyde de chlore)
- ULTRAVIOLETS

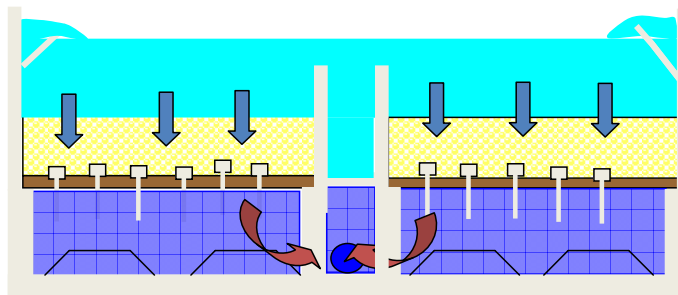
## LA CLARIFICATION



## LA CLARIFICATION



## LA FILTRATION SUR SABLE



## LA CLARIFICATION / FILTRATION SUR SABLE

### Efficacité de traitement

- Turbidité inférieure en permanence à 0,5 NFU
- Bactéries sulfito-réductrices y compris les spores : Absence / 100 mL

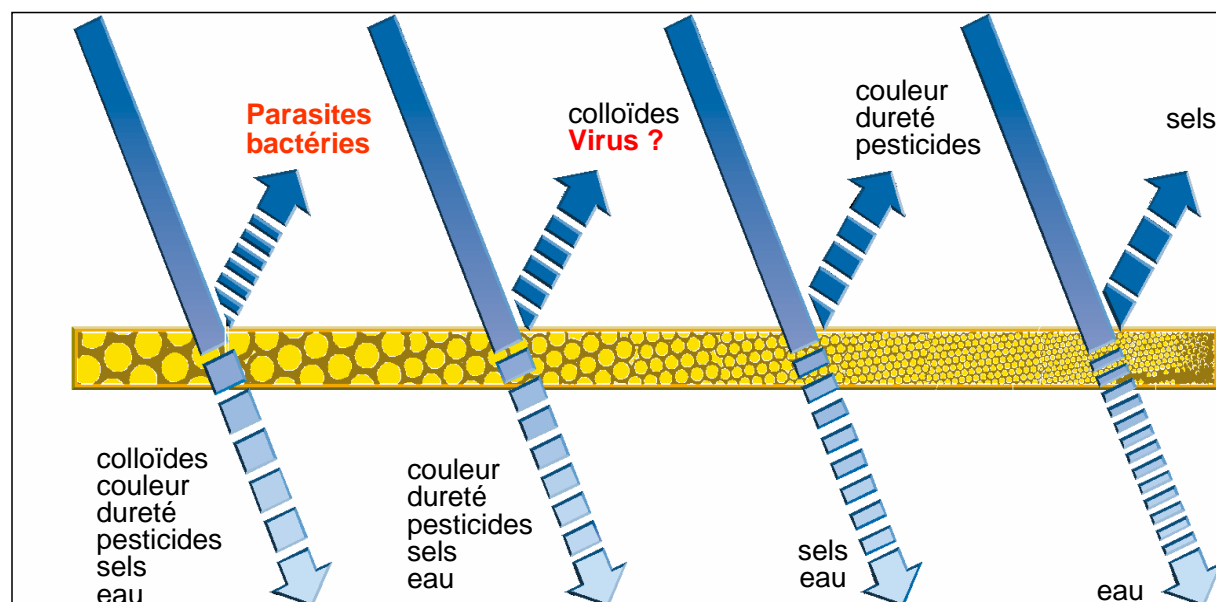
## LA FILTRATION MEMBRANAIRE

**Micro  
Filtration**

**Ultra  
Filtration**

**Nano  
Filtration**

**Osmose  
Inverse**



## LA FILTRATION MEMBRANAIRE

UF/CAP USINE DE ST CLOUD

(100 000 m<sup>3</sup>/jour)



## L'INACTIVATION CHIMIQUE

➡ Loi de Chick - Watson

$$\text{Log}_{10}N/ N_0 = k C^n t^m$$

**Ct = "Concentration en désinfectant" X "temps de contact"**

## L'INACTIVATION PAR LE CHLORE

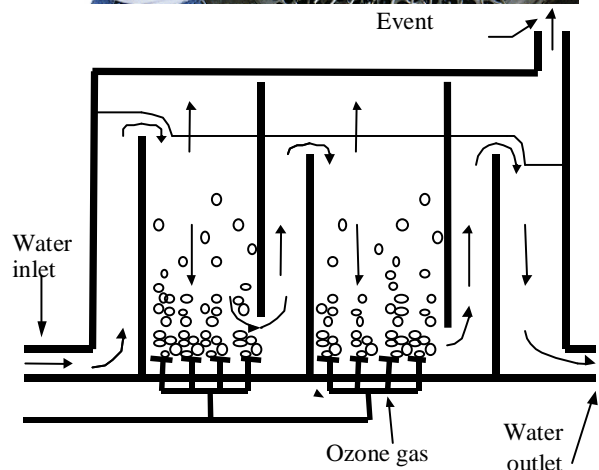
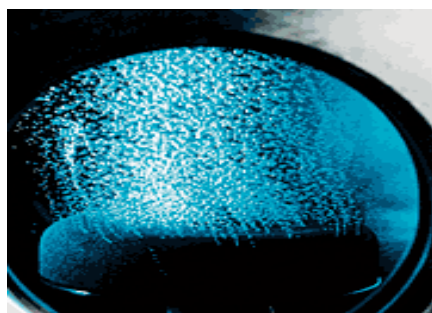
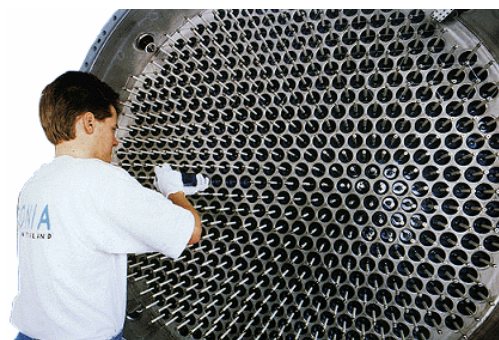
### ➤ DEUX PRODUITS :

- Le chlore gazeux (conditionné en bouteille sous forme liquéfié)
- L'hypochlorite de sodium liquide ou eau de Javel

Chlore libre : Partie du chlore sous forme HOCl et OCl<sup>-</sup>, selon le pH de l'eau.

Chlore actif : HOCl (la forme la plus désinfectante)

## L'INACTIVATION CHIMIQUE - L'OZONE



## VALEURS DE CT POUR L'INACTIVATION DE *CRYPTOSPORIDIUM* PAR L'OZONE

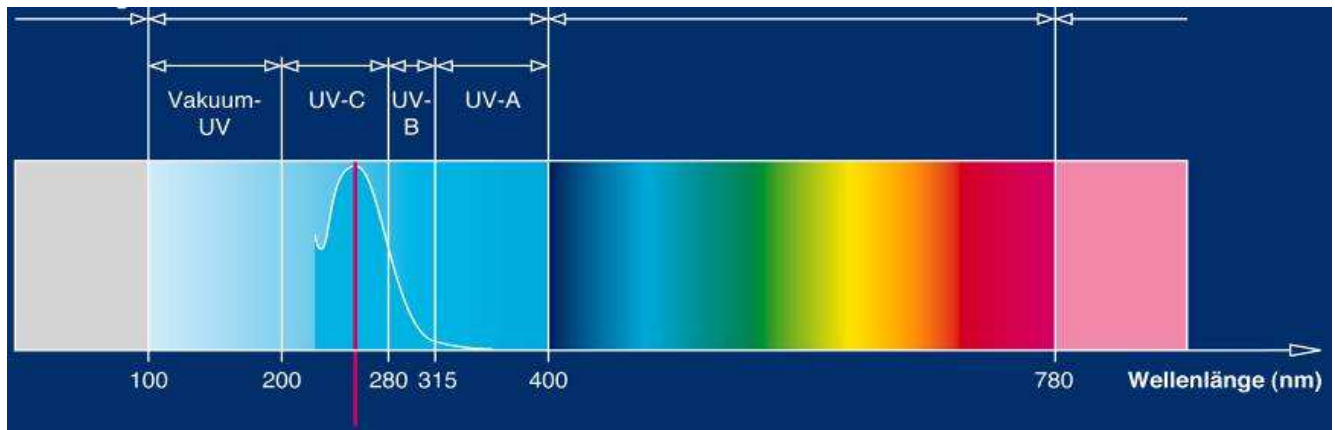
Crédit Log	Température de l'eau ( °C)									
	0.5	1	2	3	5	7	10	15	20	25
0,5	12	12	10	9,5	7,9	6,5	4,9	3,1	2,0	1,2
1,0	24	23	21	19	16	13	9,9	6,2	3,9	2,5
1,5	36	35	31	29	24	20	15	9,3	5,9	3,7
2,0	48	46	42	38	32	26	20	12	7,8	4,9
2,5	60	58	52	48	40	33	25	16	9,8	6,2
3,0	72	69	63	57	47	39	30	19	12	7,4

## L'INACTIVATION CHIMIQUE

Micro-organismes	Chlore libre pH 6-7	Chloramines pH 8-9	Dioxyde de chlore pH 6-7	Ozone pH 6-7
<i>E. coli</i>	92,2 - 135,6	0,026 - 0,048	6,15 - 11,5	230,5 - 3408
Poliovirus	1,84 - 4,19	0,0012 - 0,0060	0,69 - 23,1	23,1 - 46,1
Rotavirus	92,2 - 461	0,0007 - 0,0012	2,20 - 23,1	76,8 - 768
<i>Giardia lamblia</i>	0,031 - 0,098	0,002	0,18	7,68 - 9,22
<i>Giardia muris</i>	0,0073 - 0,15	0,003	0,25 - 0,64	2,31 - 2,56
<i>Cryptosporidium parvum</i>	0,0006	0,0003	0,030	0,46 - 0,92

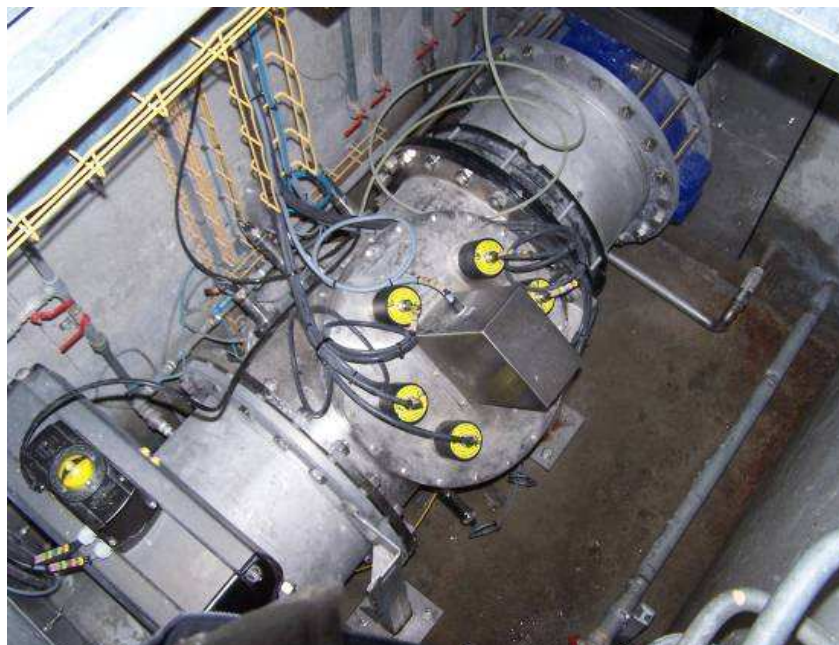
Coefficients de létalité spécifiques pour différents micro-organismes et désinfectants à 5 °C ( $K_{\mu}$  en  $L \cdot mg^{-1} \cdot min^{-1}$ )

## L'INACTIVATION PAR LES ULTRAVIOLETS



**Dose UV = "Intensité UV" X "temps d'exposition"**

## L'INACTIVATION PAR LES ULTRAVIOLETS



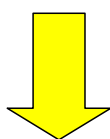
## DOSES UV NÉCESSAIRES POUR L'INACTIVATION DE *CRYPTOSPORIDIUM*, *GIARDIA* ET DES ADÉNOVIRUS

Crédit en Log <sub>10</sub>	<i>Cryptosporidium</i> dose UV (J/m <sup>2</sup> )	<i>Giardia</i> dose UV (J/m <sup>2</sup> )	Adénovirus dose UV (J/m <sup>2</sup> )
0,5	160	150	3 900
1,0	250	210	5 800
1,5	390	300	7 900
2,0	580	520	10 000
2,5	850	770	12 100
3,0	1 200	1 100	14 300
3,5	ND	ND	16 300
4,0	ND	ND	18 600

- **Préconisation du concept multi-barrière en désinfection avec mise en œuvre de procédés complémentaires**

**(ex: filtration sur sable et chloration)**

- **Complexification des chaînes de traitement en fonction de la qualité de l'eau à traiter**



**Minimisation des risques microbiologiques  
des eaux produites**

## SCHÉMA DE TRAITEMENT DES EAUX DE SURFACE A EAU DE PARIS

