



**Les technologies de traitement et d'analyse
des eaux usées en vue de leur réutilisation (« REUT »)**

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	3
I. LES TECHNOLOGIES CONTRIBUANT AU TRAITEMENT DES EAUX USÉES EN VUE DE LEUR RÉUTILISATION	5
1. LA FILTRATION SUR MÉDIA.....	5
2. L'OZONATION	6
3. LA FILTRATION MEMBRANAIRE	7
4. L'ADSORPTION SUR CHARBON ACTIF.....	9
5. LES RÉACTEURS À LAMPES UV.....	11
6. LA CHLORATION.....	13
7. DIOXYDE DE CHLORE.....	14
II. TABLEAU RÉCAPITULATIF	16
1. QUALITÉ D'EAU EN SORTIE D'USINE D'ÉPURATION	16
III. ANNEXES	18
IV. ABRÉVIATIONS	19
V. PRINCIPAUX TEXTES DE RÉFÉRENCE	19

INTRODUCTION

Problématique et solutions

Face au changement climatique et à la multiplication des épisodes de sécheresse, la réutilisation des eaux usées traitées (REUT) s'impose comme une solution stratégique pour préserver les ressources en eau tout en maintenant les usages essentiels.

Bien que pratiquée depuis plus de vingt ans en France, la REUT y reste peu déployée : moins de 1% des eaux usées traitées sont réutilisées, contre près de 15% en Espagne. Le Plan Eau (mars 2023) fixe des objectifs ambitieux : déployer **1 000 projets de REUT d'ici 2027 et réutiliser 10% des eaux usées traitées d'ici 2030.**

Les avantages de la REUT

Environnementaux : préservation de la ressource en eau potable, réduction des prélèvements dans les nappes et cours d'eau, limitation des rejets dans les milieux sensibles.

Économiques : ressource fiable et disponible toute l'année, indépendante des aléas climatiques, elle contribue au maintien des activités agricoles, industrielles et touristiques en période de restriction préfectorale des usages de l'eau.

Un cadre réglementaire structurant

Le cadre réglementaire français a considérablement évolué pour faciliter le développement de la REUT, notamment avec les décrets et arrêtés de 2023-2025 qui définissent **cinq classes de qualité d'eau** (A+, A, B, C, D) et encadrent les usages autorisés :

- > irrigation des cultures (arboricoles, viticoles, maraîchères, fourragères) ;
- > arrosage des espaces verts et terrains de sport ;
- > usages urbains (lavage de voiries, hydrocurage, défense incendie) ;
- > usages industriels (eaux de procédés, refroidissement) ;
- > recharge des nappes phréatiques.

INTRODUCTION

L'expertise du SIET au service des porteurs de projets de REUT

Les entreprises du SIET accompagnent les porteurs de projets avec des technologies de traitement permettant d'atteindre la qualité d'eau requise selon les usages visés. Elles proposent également des analyseurs en continu, indispensables pour suivre à tout moment les performances des installations et garantir la qualité de l'eau produite.

Ce guide présente **un panorama complet des technologies disponibles pour traiter et analyser les eaux usées en vue de leur réutilisation** : leurs principes de fonctionnement, leurs performances, et les qualités d'eau obtenues. Des tableaux de synthèse permettent d'identifier les combinaisons de traitements adaptées à chaque objectif. ●



Exemple de skid de réutilisation des eaux usées installé dans une usine d'épuration (production 5 m³/h).
©UVGERMI

I. LES TECHNOLOGIES CONTRIBUANT AU TRAITEMENT DES EAUX USÉES EN VUE DE LEUR RÉUTILISATION

Il existe sept catégories de technologies de traitement des eaux usées en vue de leur utilisation : la filtration sur média, l'ozonation, la filtration membranaire, l'adsorption sur charbon actif, les réacteurs à lampe UV, la chloration et le dioxyde de chlore.

1. LA FILTRATION SUR MÉDIA

La filtration permet de retirer les matières en suspension (MES) présentes dans les eaux usées. Elle peut être utilisée comme prétraitement afin d'optimiser les procédés de traitement en aval qui tolèrent peu de MES.

A. L'équipement

- **Le choix du média de filtration est fonction de la finesse de filtration nécessaire :** sable (de 100 μm à 1 mm), anthracite (de 100 μm à 1 mm), diatomées (de 1 μm à 50 μm). L'ajout de coagulants et floculants organiques ou minéraux (par exemple sels de fer ou d'aluminium) peut permettre de renforcer la floculation et d'améliorer la performance de la filtration (nécessaire pour garantir un abattement suffisant de la bactériologie de Qualité B).
Dans le cas des eaux dures et alcalines, l'anthracite sera préféré au sable pour éviter toute précipitation de carbonate de calcium provoquant la prise en masse du sable.
- **Le support du média de filtration se présente sous deux formes :** des plateaux percés de trous calibrés dans le cas des filtres sous pression, et des buses dans le cas de la filtration gravitaire (filtration et densité du média).
- **La vitesse de filtration maximum à ne pas dépasser** dépend du média utilisé, de la qualité de l'eau traitée et des autres étapes du traitement. Un lavage régulier du filtre est nécessaire afin de garantir la qualité de l'eau en sortie (rétrolavage à l'eau et à l'air recommandé pour un meilleur décolmatage).
- **Pour l'automatisation du lavage des filtres**, des instruments de mesure peuvent être installés, permettant d'arrêter le lavage lorsque les matières en suspension sont apparues.

B. Les qualités d'eau obtenues et les usages possibles

La filtration sur média permet de garantir dans la plupart des cas une Qualité B au sens de la réglementation. La Qualité A peut être obtenue si les effluents en entrée sont déjà à chaque instant d'excellente qualité d'un point de vue organique (c'est à dire respectant déjà la réglementation de la Qualité A) et si un UV est ajouté en aval pour garantir la qualité bactériologique (cf tableau synthèse page 16).



Exemple : Dans le cadre du projet Irri-Alt'Eau, l'irrigation de 60 hectares de vignes est faite par goutte à goutte à partir des eaux usées traitées de la station d'épuration de Narbonne plage. Procédé : filtration sur média, réacteur UV et chlore pour la distribution jusqu'aux parcelles. ©Xavier Remongin/agriculture.gouv.fr

2. L'OZONATION

L'ozonation est une technologie fréquemment utilisée dans le traitement des eaux usées.

L'ozone (O_3) est produit à partir d'un gaz vecteur (l'oxygène de l'air ou l'oxygène pur) qui circule dans un « espace de décharge » où il est soumis à un champ électrique de forte intensité.

Plusieurs procédés peuvent être mis en œuvre pour injecter et mettre en contact l'ozone avec l'eau :

- soit le gaz ozoné est injecté à l'eau à traiter sous forme de microbulles au moyen de diffuseurs poreux immergés dans des réacteurs de contact ;
- soit le gaz ozoné est injecté directement dans le flux d'eau en utilisant un injecteur Venturi, un mélangeur statique et un dispositif pour débuller.

L'ozone est un oxydant puissant qui permet d'éliminer les micropolluants organiques et les micro-organismes. Il est principalement utilisé pour la désinfection (élimination des virus et bactéries). L'ozone peut aussi être utilisé pour assurer l'oxydation des matières dissoutes et ainsi améliorer l'efficacité de floculation, en complément d'un coagulant injecté.

Par ailleurs, l'ozone est réactif et se recombine rapidement en oxygène.

Recommandations SIET

- Les temps de contact et les dosages doivent être définis lors de la conception des installations.
- À noter que la production et l'injection d'ozone nécessitent un entretien régulier, notamment en raison de la corrosion de certains matériaux.

Générateur d'ozone de la gamme PP03. ©Bio-UV Group



3. LA FILTRATION MEMBRANAIRE

Procédé de séparation, les membranes sont **des barrières physiques à base de céramique ou de polymères organiques** utilisées pour de nombreuses applications. Elles se sont particulièrement développées dans le traitement de l'eau.

Dans un ordre croissant de finesse de filtration, on distingue les membranes de microfiltration (taille de pore proche de $0,1 \mu\text{m}$), d'ultrafiltration ($0,01 \mu\text{m}$), de nanofiltration ($0,001 \mu\text{m}$) et d'osmose inverse (membrane dense). Leurs capacités de traitement vont de la clarification (membranes de microfiltration), à la désinfection (membranes d'ultrafiltration).

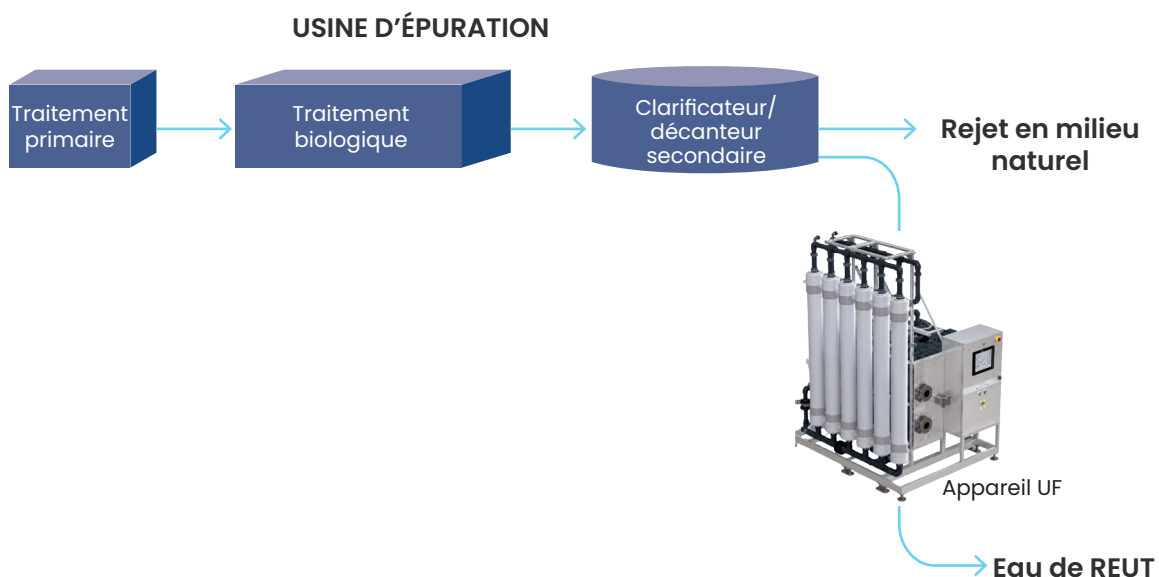
- **Les membranes de microfiltration et d'ultrafiltration** sont dites « basse pression » car les pressions appliquées pour leur fonctionnement sont relativement faibles et de l'ordre du bar. Ces membranes se présentent plutôt sous forme d'une géométrie à fibres creuses.
- **Les membranes de nanofiltration et d'osmose inverse** sont quant à elles qualifiées de « haute pression » : les pressions appliquées sont plus importantes, de l'ordre de plusieurs dizaines de bars. Ces membranes se présentent plutôt sous forme d'une géométrie « spirale ».

D'un point de vue économique, les procédés membranaires basse pression sont des techniques peu consommatrices d'énergie. De plus, la maîtrise et l'optimisation de leur procédé de fonctionnement permettent aux membranes d'avoir une durée de vie de plus en plus importante, jusqu'à 20 ans.

Pour la réutilisation des eaux usées traitées, les membranes peuvent être employées selon :

- **Un procédé unitaire** : l'utilisation de membranes d'ultrafiltration seules, situées en aval d'un traitement biologique, permet d'utiliser les eaux usées traitées **pour l'irrigation de certaines cultures, l'arrosage de golfs, ou de parcs**. Elles permettent aussi d'assurer la désinfection des eaux et la réduction des MES. Dans ce cas, les membranes utilisées sont des membranes sous pression (cf photo) et sont positionnées comme traitement complémentaire de finition.

Schéma d'un procédé unitaire de filtration membranaire



- **Un procédé combiné associant traitement biologique et membranes d'ultrafiltration :** ce couplage est appelé « bioréacteur à membranes » (BRM ou BAM). Il permet l'élimination des bactéries et des virus ainsi que l'abattement des MES et de la DCO. Dans ce cas, les membranes utilisées sont des membranes immergées directement dans les bassins biologiques du traitement d'épuration principal (ou dans un bassin secondaire dédié à cette usage) (cf photo).

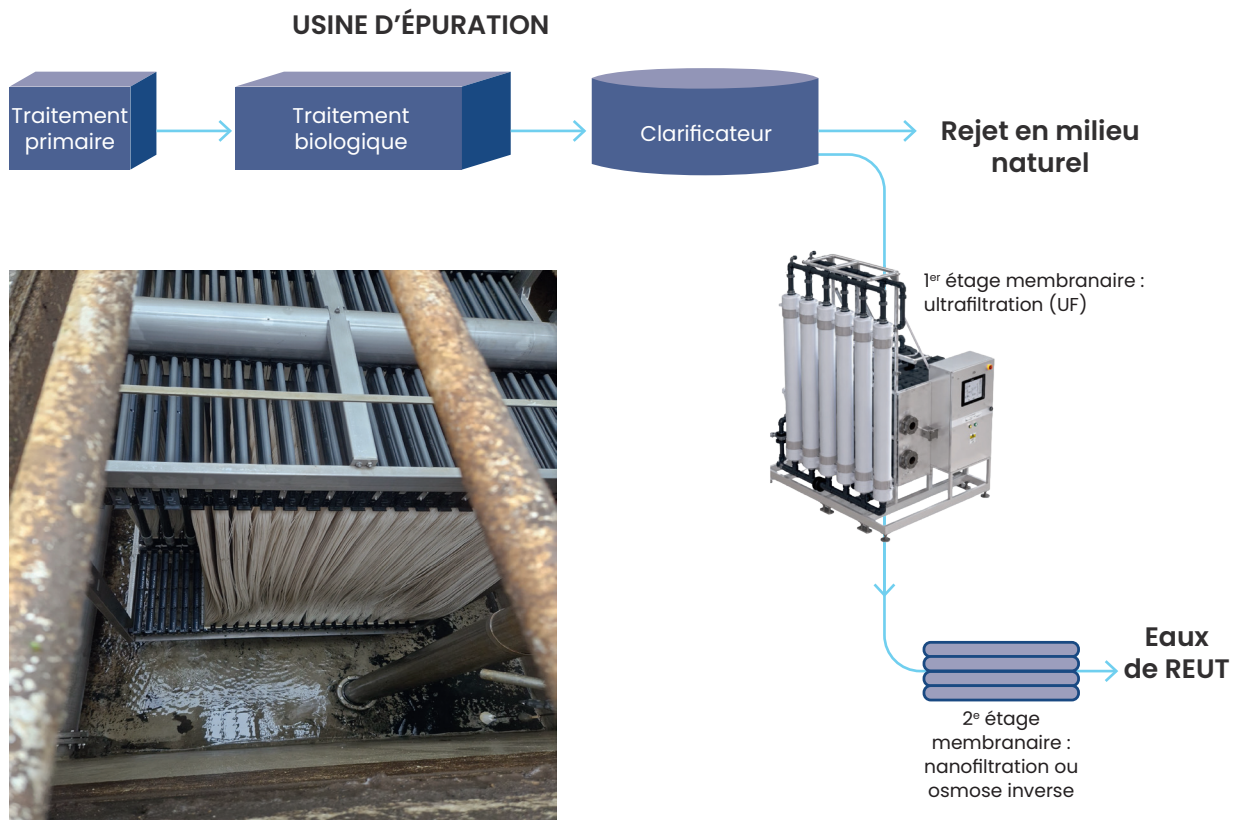
Schéma d'un procédé combiné de filtration membranaire



- **Un procédé combiné associant deux étages de membranes,** en général ultrafiltration/nanofiltration ou ultrafiltration/osmose inverse, en aval d'un traitement biologique. L'ensemble du traitement assure des niveaux de pré-traitement et permet de maîtriser le colmatage organique des membranes de nanofiltration ou d'osmose inverse. Ces membranes sont utilisées pour des **usages industriels** (notamment le traitement des eaux de chaudière) ou pour la **recharge d'aquifères** (traitement des eaux usées destinées à la réinjection).

L'ultrafiltration immergée intégrée directement dans le procédé de traitement de l'usine d'épuration permet d'obtenir une qualité de rejet compatible avec la qualité A ou A+ demandée pour la REUT.

Schéma d'un procédé unitaire de filtration à deux étages de membrane



REUT par ultrafiltration sous pression sur les rejets de l'usine d'épuration (ici 10m³/h).



Installation 250 m³.h⁻¹ nets. ©Polymem

4. L'ADSORPTION SUR CHARBON ACTIF

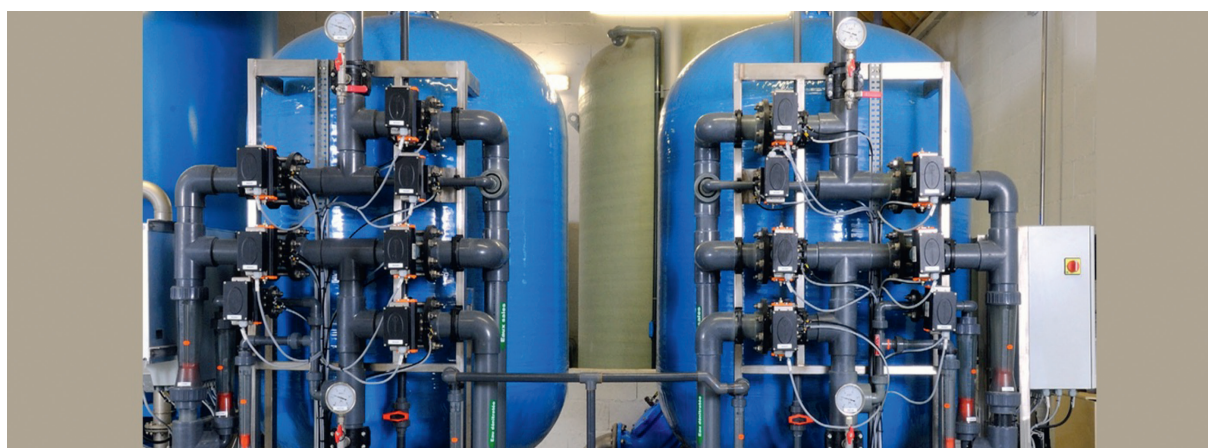
Le charbon actif est aujourd'hui utilisé dans un très large éventail d'applications, allant du traitement de l'eau destinée à la consommation humaine à celui des eaux et fumées industrielles, du biogaz, de la dépollution des sols, de la REUT, et bien d'autres domaines encore. Agissant comme un adsorbant universel, et grâce à sa très grande surface spécifique, le charbon actif est capable de **capturer efficacement de grandes quantités de polluants organiques ou synthétiques**.

Dans le domaine du traitement de l'eau potable, le charbon actif joue un rôle essentiel dans l'adsorption des matières organiques dissoutes, des pesticides et de leurs métabolites. Il constitue également une solution fiable et éprouvée pour la capture des substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS), souvent qualifiées de « polluants éternels », qui représentent aujourd'hui un enjeu majeur pour la protection de la ressource en eau. Il permet par ailleurs l'élimination de nombreux micropolluants et perturbateurs endocriniens.

De plus, dans les applications REUT, le charbon actif est également utilisé pour l'adsorption de molécules hydrophobes, telles que les hydrocarbures aromatiques (BTEX), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), ainsi que les halogènes organiques adsorbables (AOX).

Les procédés de traitement continu s'appuient principalement sur l'utilisation de charbons actifs en grains (CAG) et de charbons actifs en poudre (CAP), auxquels s'ajoutent aujourd'hui des procédés innovants utilisant des charbons actifs en micro-grains (μG). La grande diversité de ces matériaux – en termes de granulométrie, de structure poreuse et de surface spécifique – permet d'adapter finement le choix du charbon aux molécules cibles et aux objectifs de traitement.

Les unités de filtration mobiles constituent une solution de traitement flexible et polyvalente pour l'utilisation du charbon actif, en complément des autres types de traitement. Elles mettent en œuvre du charbon actif en grains (CAG), adapté aux procédés de filtration en continu. Conçues pour être facilement transportables et rapidement mises en service, ces unités permettent de déployer un traitement sans travaux lourds ni modification durable des installations existantes. Elles offrent une grande souplesse d'exploitation, que ce soit pour des besoins temporaires ou récurrents, tout en garantissant des performances comparables à celles d'installations fixes. Leur conception modulaire facilite l'adaptation aux débits, aux charges polluantes et aux contraintes d'exploitation, et permet d'assurer la continuité du traitement, la sécurisation des procédés et une réponse rapide face aux variations de qualité des eaux ou de l'air à traiter.



Unités mobiles de filtration sur charbon actif en grains (CAG). ©Puragen

5. LES RÉACTEURS À LAMPES UV

Les rayonnements UVc (longueur d'onde de 254nm), émis par des lampes à mercure basse et moyenne pression, sont **biocides**. Les lampes basses pression émettent un rayonnement quasi monochromatique à 254 nm, alors que les lampes moyenne pression émettent un rayonnement polychromatique (spectre plus large autour de la longueur d'onde 254 nm).

A. Comprendre le fonctionnement d'un réacteur UV

Un réacteur UV de traitement de l'eau est composé d'une ou plusieurs lampes placées dans des gaines de quartz. Perpendiculaires au parallèle du flux d'eau, les lampes sont soit assemblées dans un carter cylindrique (réacteur fermé) ou bien plongées directement dans l'eau du canal (réacteur à canal ouvert).

Les rayonnements UVc inactivent la machinerie cellulaire en agissant sur les molécules d'ADN ou d'ARN des micro-organismes (virus, bactéries, protozoaires), qui meurent ou ne peuvent plus se reproduire. Les lampes UV sont notamment très efficaces pour inactiver certains pathogènes plus résistants comme *Cryptosporidium* ou *Giardia*.

EXEMPLE :

Une dose de **40 mJ/cm²** garantit une inactivation de bactéries et virus de l'ordre de **99,9 % à 99,99 %**.

Parmi les organismes cibles (*E.coli*, phages ARN et *clostridium*), les plus résistants à la dose UV sont les spores de *clostridium perfringens*.

Recommandations SIET

- > mettre en place dans tous les cas **une mesure de l'irradiance (exprimée en $w m^2$) en continu** afin de garantir l'efficacité du traitement ;
- > mettre en place **une mesure de transmittance UV à 254 nm en continu** afin de d'assurer une surveillance accrue du système (les appareils de mesure peuvent être intégrés aux réacteurs) afin de discriminer l'évolution de la qualité de l'eau des phénomènes de fouling et de vieillissement des lampes. Cela facilite l'exploitation et la maintenance.

B. Installation des réacteurs UV

Pour assurer de bonnes conditions hydrauliques et des flux optimaux courants, les réacteurs UV peuvent être installés en parallèle, sous réserve d'un bon équilibrage des débits, et du respect du régime hydraulique des réacteurs.

Les réacteurs UV, seuls ou en couplage avec un autre procédé d'oxydation avancée (UV + ozone, UV + peroxyde d'hydrogène) peuvent aussi traiter les micropolluants organiques (résidus de médicaments, perturbateurs endocriniens...).

L'installation d'UV immergés en sortie d'usine d'épuration (notamment pour garantir la qualité des eaux de baignade) permet de réutiliser l'eau directement en fonction des usages.



1 Réacteur UV pour REUT Irrigation d'un Golf, débit 100 m³/h ©Bio-UV Group

2 Mise en service de 2 réacteurs UV de 250 m³/h unitaire ©UVGERMI



Recommandations SIET pour garantir les performances des réacteurs UV

- > adapter le dimensionnement du réacteur ;
- > limiter le phénomène de fouling sur les gaines quartz par :
 - > la mise en place d'un dispositif de régulation, ajustant la puissance des lampes en fonction du débit et de la qualité de l'eau ;
 - > la mise en place d'un dispositif de nettoyage automatique par raclage et /ou un dispositif par nettoyage chimique ;
 - > le remplacement de l'utilisation de chlorure ferrique par du sulfate d'alumine, lorsqu'il est utilisé dans le process.
- > vérifier au minimum annuellement les capteurs UV à l'aide d'un radiomètre de référence ;
- > remplacer les lampes lorsqu'elles sont en fin de vie.

Recommandations SIET pour faciliter la maintenance

- respecter les consignes d'installation du fabricant, notamment sur les dégagements nécessaires pour assurer la maintenance ;
- respecter scrupuleusement les consignes de maintenance du fabricant (gainés de quartz, capteurs, fonctionnement des systèmes de nettoyage, etc.) ;
- en l'absence de filtration en amont du réacteur UV, le protéger par une grille contre le départ de boues ou de relargage d'algues qui se développent dans les goulottes de clarificateur ;
- souscrire à un contrat de maintenance avec le fabricant est préconisé.



Vue aérienne d'un STEP urbaine avec traitement UV 230 m³/h. ©UVGERMI

6. LA CHLORATION

Il existe deux types de chloration : gazeuse et javel.

Le chlore gazeux, les hypochlorites et le dioxyde de chlore sont utilisés comme oxydants et désinfectants rémanents.

Leurs utilisations permettent **d'abattre la majorité des bactéries, virus et champignons grâce à la connaissance du CT** : c'est le grand produit du taux de concentration de chlore libre en mg/l par le temps de contact en minute permettant d'obtenir un abattement de pathogènes plus ou moins élevé.

À titre d'exemple, un CT de 0,04 (soit 0,04 mg/L de chlore libre pendant 1 min) permet d'obtenir un abattement de 2 log₁₀ (99 % d'inactivation à 5 °C) pour la bactérie Escherichia coli ; pour le virus de l'hépatite A, un abattement identique de 2 log₁₀ nécessite un CT de 23 (soit 0,3 mg/L de chlore libre pendant 77 min) pour le même abattement.

La régulation du taux de chlore injecté peut être effectuée par la lecture de la mesure du chlore libre résiduel après un certain temps de contact.

Un doseur pourra adapter la concentration du désinfectant tout en garantissant l'abattement voulu.

7. DIOXYDE DE CHLORE

Le **dioxyde de chlore** peut présenter des avantages dans la désinfection des eaux traitées tels que :

- **efficacité sur une large plage de pH** de l'eau entre 4 et 10 ;
- **efficacité à dose potable** jusqu'à 0,3 ppm dans le stockage pour obtenir un résiduel > 0,1 ppm au point d'usage ;
- **plus grande rémanence** qui en fait donc une solution adaptée aux réseaux longs et/ou temps de séjour importants ;
- **action bactériostatique**, permettant la suppression des biofilms ;
- **meilleure maîtrise des sous-produits de désinfection** liée à une inaction vis-à-vis des composés organiques



Désinfection d'eau en sortie de station à l'aide d'un générateur de dioxyde de chlore (75 000 m³/an).
©Minerve Technology

De nouveaux générateurs de dioxyde de chlore permettent de désinfecter les eaux traitées sur des débits discontinus et variables de manière adaptée à la demande. Ces nouvelles technologies proposent des réductions de coûts d'exploitation (produits chimiques et électricité) associées à une optimisation de la sécurité vis-à-vis des exploitants et à la réduction des risques de dégradation des matériaux constitutifs des réseaux.

LES TECHNOLOGIES D'ANALYSE

Afin d'assurer la bonne gestion et l'efficacité des différents traitements, des outils d'analyse en continu existent.

Pour la filtration sur média, la filtration membranaire, le charbon actif et le traitement par rayonnement UV, **le contrôle de la turbidité est important.**

Dès lors, une mesure en continu de la qualité de l'eau en entrée et en sortie des procédés permet d'améliorer leur gestion et de les optimiser.

À noter que pour la filtration sur média, **en cas d'utilisation de floculant** (par exemple des sels de fer), des analyses de phosphate en ligne permettront d'améliorer le dosage de ce floculant.

Enfin, la mise en place d'analyseur en ligne mesurera le traitement (notamment pour mesurer la turbidité, la DBO5 ou la DCO) permettant de **s'assurer de la qualité de l'eau réutilisable à tout instant.**



Instrumentation dédiée au contrôle automatisé de la qualité de l'eau.
(turbidité sans contact, pH et chlore libre) ©SWAN

II. TABLEAU RÉCAPITULATIF

Pour la protection des installations, il est fortement recommandé dans tous les cas de mettre en amont de tous dispositifs de REUT **un turbidimètre en continu** qui empêche les effluents bruts d'entrer dans le dispositif de traitement lorsque la turbidité > 2 NTU.

Dans le tableau ci-dessous, les effluents à traiter sont considérés comme étant toujours < 2 NTU.

QUALITÉ D'EAU EN SORTIE D'USINE D'ÉPURATION

➤ Dans le cas où la DBO5 < 10 mg/l, à chaque instant (et non en moyenne 24h) :

Paramètre de qualité d'eau en entrée du dispositif de REUT	Procédé de traitement physico-chimique	Procédé de traitement de désinfection	Procédé de sécurisation de la distribution	Classe de qualité d'eau visée en sortie
MES < 10 mg/l	Aucun (Filtre granulaire ou UF recommandé en sécurité)	UV (7)	Chloration (4)	A+
10 mg/l < MES < seuil de conformité réglementaire des rejets en sortie d'usine d'épuration	Microfiltration < 10 µm	Aucun (UV en sécurité (5))	Chloration (4)	C ou D
	Microfiltration < 10 µm	UV (5)	Chloration (4)	C
	Filtre granulaire (1) Avec collage (2)	Aucun (UV en sécurité (6))	Chloration (4)	B
	Filtre granulaire (1) Avec collage (2)	UV (6)	Chloration (4)	B
	Ultra Filtration (3)	Aucun (UV en sécurité (5))	Chloration (4)	A
	Ultra Filtration (3)	Aucun (8) UV (5)	Chloration (4)	A+

(1) Filtre granulaire monocouche (sable, verre).

(2) Collage avec du Chlorure Ferrique ou du PAX suivant la composition de l'eau.

(3) UF immergée ou sous-pression.

(4) Chlore, javel, dioxyde de chlore (le dosage doit permettre de maintenir la qualité visée en tout point de distribution).

(5) Dose d'UV pour une réduction de 1Log sur les spores de Clostridium perfringens.

(6) Dose d'UV pour une réduction de 1 à 2Log sur les spores de Clostridium perfringens.

(7) Dose d'UV pour une réduction de 3 à 4Log sur les spores de Clostridium perfringens.

A ce jour, il n'existe pas de réglementation française sur la validation des doses d'UV, il est conseillé de se rapprocher de chaque fabricant. Le SIET recommande que les données justificatives d'abattement s'appuient sur des références précises et des essais validés (ou suivant le guide international IUVA).

(8) En cas de contrôle permanent d'intégrité des membranes (minimum 1 fois par 24h de production).

> Dans le cas où, $10 \text{ mg/l} < \text{DBO5} < \text{seuil de conformité réglementaire des rejets en sortie d'usine d'épuration à chaque instant (et non en moyenne 24h)}$:

Paramètre de qualité d'eau en entrée du dispositif de REUT	Procédé de traitement physico-chimique	Procédé de traitement de désinfection	Procédé de sécurisation de la distribution	Classe de qualité d'eau visée en sortie
MES < seuil de conformité réglementaire des rejets en sortie d'usine d'épuration	Microfiltration < 10 µm	Aucun	Chloration (4)	D
	Microfiltration < 10 µm	UV (5)	Chloration (4)	C
	Filtre granulaire (1) Avec collage (2)	Aucun	Chloration (4)	C ou D
	Filtre granulaire (1) Avec collage (2)	UV (6)	Chloration (4)	B
	Ultra Filtration (3)	Aucun (UV en sécurité (5))	Chloration (4)	B
	Ultra Filtration (3)	UV (5)	Chloration (4)	B ou A (si DBO5 particulière)
	Ultra Filtration + CAG	Aucun (UV en sécurité (5))	Chloration (4)	A
	Ultra Filtration + CAG	Aucun (7) UV (5)	Chloration (4)	A+
	Ultra Filtration + OIBP	UV (5)	Aucun	Eau potable indirecte

(1) Filtre granulaire bicouche recommandé.

(2) Collage avec du Chlorure Ferrique ou du PAX suivant la composition de l'eau.

(3) UF immergée ou sous-pression.

(4) Chlore, javel, dioxyde de chlore (le dosage doit permettre de maintenir la qualité visée en tout point de distribution).

(5) dose d'UV pour une réduction de 1Log sur les spores de Clostridium perfringens.

(6) dose d'UV pour une réduction de 1 à 2Log sur les spores de Clostridium perfringens.

A ce jour, il n'existe pas de réglementation française sur la validation des doses d'UV, il est conseillé de se rapprocher de chaque fabricant. Le SIET recommande que les données justificatives d'abattement s'appuient sur des références précises et des essais validés (ou suivant le guide international IUVA).

(7) En cas de contrôle permanent d'intégrité des membranes (minimum 1 fois par 24h de production).

III. ANNEXES

Synthèse de qualités d'eau demandées dans le cadre d'une eau de REUT (Décret du 14 décembre 2023)

PARAMÈTRES	NIVEAU DE QUALITÉ SANITAIRE DES EAUX USÉES TRAITÉES				
	A+	A	B	C	D
Matières en suspension (mg/L)	≤ 10	≤ 10	Conforme à la réglementation des rejets d'eaux usées traitées pour l'exutoire de la station hors période d'utilisation		
Demande biologique en oxygène sur 5 jours (mg/L)	≤ 10	≤ 10	Conforme à la réglementation des rejets d'eaux usées traitées pour l'exutoire de la station hors période d'utilisation		
Escherichia coli (nombre/100ml)	≤ 1	≤ 10	≤ 100	≤ 1 000	≤ 10 000
Coliphage (bactériophages ARN-F spécifiques UFP/100 ml et/ ou phages somatiques (UFP/100 ml) (*)	≤ 10	≤ 10	≤ 100	≤ 1 000	≤ 10 000
Clostridium perfringens (**)	≤ 10	≤ 10	≤ 100	≤ 1 000	≤ 10 000
Turbidité (NTU)	≤ 5	≤ 5	-	-	-
Autres	Legionella Sp. : < 1 000 UFC/L lorsqu'il existe un risque de formation d'aérosols. Nématodes intestinaux (œufs d'helminthes) : ≤ 1 œuf/l pour l'irrigation des pâturages ou des fourrages frais.				

(*) Les coliphages totaux sont choisis comme étant l'indicateur viral le plus approprié. Cependant, si l'analyse des coliphages totaux est impossible, au moins l'un d'entre eux (les coliphages F-spécifiques ou les coliphages somatiques) doit être analysé.

(**) Les spores de *Clostridium perfringens* sont choisis comme étant l'indicateur de protozoaires le plus approprié. Cependant, les bactéries anaérobies sulfito- réductrices et leurs spores offrent une solution de remplacement si la concentration de spores de *Clostridium perfringens* ne permet pas de valider la réduction log10 requise.

Paramètres et abattement lors de la validation des performances de l'installation.

PARAMÈTRES	ABATTEMENT EN LOG	
	A	B (1)
Escherichia coli	≥ 5	≥ 3
Coliphages totaux / coliphages F-spécifiques / coliphages somatiques / coliphages	≥ 6	≥ 3
Spores de <i>Clostridium perfringens</i> / bactéries anaérobies sulfito-réductrices et leurs spores	≥ 4 dans le cas de spores de <i>Clostridium perfringens</i> ≥ 5 dans le cas de bactéries anaérobies sulfito-réductrices et leurs spores	≥ 3

(1) Abattement attendu si usage pour des espaces verts ouverts au public.

IV. ABRÉVIATIONS

- > **CAG** : Charbon Actif en Grains
- > **CAP** : Charbon Actif en Poudre
- > **CT** : Concentration en chlore multipliée par le temps de contact
- > **DBO5** : Demande Biologique en Oxygène mesurée au bout de 5 jours
- > **DCO** : Demande Chimique en Oxygène
- > **MES** : Matières En Suspension

V. PRINCIPAUX TEXTES DE RÉFÉRENCE

- > **Loi N° 2009-967 du 3 août 2009** de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement et en particulier son article 27.
- > **Code de l'environnement, notamment son article R.211-23** et les dispositions issues du décret n° 2022-336 du 10 mars 2022 relatives aux usages et aux conditions de réutilisation des eaux usées traitées (procédure d'autorisation pour de nouveaux usages, au-delà de l'irrigation).
- > **Règlement (UE) 2020/741 du 25 mai 2020** relatif aux exigences minimales applicables à la réutilisation de l'eau pour l'irrigation agricole.
- > **Décret n° 2023-835 du 29 août 2023** relatif aux usages et aux conditions d'utilisation des eaux de pluie et des eaux usées traitées, qui renvoie à des arrêtés d'application par type d'usage (irrigation de cultures, arrosage d'espaces verts, etc.).
- > **Arrêté du 14 décembre 2023** relatif aux conditions de production et d'utilisation des eaux usées traitées pour l'arrosage d'espaces verts ouverts au public (définition des classes de qualité, prescriptions sanitaires et environnementales).
- > **Arrêté du 18 décembre 2023** relatif aux conditions de production et d'utilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation de cultures agricoles, qui remplace l'arrêté du 2 août 2010 et son modificatif du 25 juin 2014.
- > **Arrêté du 8 septembre 2025** relatif aux conditions de production et d'utilisation des eaux usées traitées pour la propreté urbaine (nettoyage de voiries, quais de déchetterie, bennes, ouvrages d'hydrocurage), modifiant les arrêtés des 14 et 18 décembre 2023.
- > **Décret n° 2024-33 du 24 janvier 2024** et textes d'application du 8 juillet 2024 encadrant l'utilisation d'eaux recyclées et d'eaux usées traitées recyclées dans les industries agroalimentaires, complétés par le décret et l'arrêté du 8 juillet 2024 et par l'instruction technique de 2025 définissant les catégories d'usages, les conditions d'autorisation préfectorale et l'intégration dans le plan de maîtrise sanitaire.
- > **Avis de l'ANSES de novembre 2008** « Réutilisation des eaux usées traitées pour l'arrosage ou l'irrigation » et **avis de mars 2012** « Réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation des cultures, l'arrosage des espaces verts par aspersion et le lavage des voiries », qui restent des références sanitaires pour l'analyse de risque.

**CE GUIDE A ÉTÉ RÉDIGÉ GRÂCE À L'EXPERTISE ET À L'ENGAGEMENT
DES ENTREPRISES SUIVANTES :**

CIFEC • • POLYMEM
ECT • • BIO-UV
OEI France • • PIXSTART
ProMinent France SAS • • CIR
SWAN • • Minerve Technology
UVGERMI SA •