



De la conformité au rejet à la valorisation des ressources

En quoi le traitement quaternaire est un levier pour favoriser la réutilisation des effluents

GRUNDFOS 

Possibility in every drop

Introduction

L'Europe entre dans une nouvelle ère de l'eau, dans laquelle les eaux usées municipales traitées doivent être envisagées à travers deux prismes complémentaires, mais fondamentalement distincts.

D'un côté, la refonte de la Directive sur le traitement des eaux urbaines résiduaires (DERU) renforce l'obligation environnementale de réduire la charge polluante des effluents traités avant leur rejet dans le milieu naturel. De l'autre, le Règlement sur la réutilisation de l'eau établit un cadre visant à transformer les eaux usées traitées en une ressource en eau fiable et sûre, destinée à des usages clairement définis.

Sur le plan opérationnel, l'un de ces cadres est guidé par une logique de contrôle de la pollution, tandis que l'autre repose sur une logique de création d'une ressource en eau. Cette distinction devient de plus en plus déterminante dans un contexte marqué par l'augmentation du stress hydrique, les ambitions de l'économie circulaire et la nécessité de renforcer la résilience des systèmes d'approvisionnement en eau.

Les eaux usées traitées ne sont plus perçues uniquement comme une contrainte environnementale ; elles sont désormais reconnues comme une ressource en eau potentielle. Cette évolution ne diminue en rien l'importance de la protection de l'environnement, mais y ajoute une seconde dimension stratégique, dans laquelle la qualité des effluents conditionne les possibilités de valorisation et de réutilisation en aval.

Mais techniquement, une eau conforme aux exigences de rejet n'est pas nécessairement une eau apte à la réutilisation. Le traitement quaternaire* peut améliorer significativement la qualité des effluents, notamment par l'élimination ciblée de micropolluants. Toutefois, la performance en matière de réutilisation reste définie avant tout par les exigences de l'usage final, et non par la seule conformité réglementaire au rejet.



** Procédés avancés ajoutés en aval des traitements primaire, secondaire et, le cas échéant, tertiaire, afin de réduire les contaminants émergents présents dans les eaux usées traitées*

Deux moteurs distincts : contrôle de la pollution et création d'une ressource en eau

La nouvelle Directive et le Règlement sur la réutilisation de l'eau poursuivent des objectifs différents.

- La Directive révisée sur le traitement des eaux urbaines résiduaires (DERU) est fondamentalement une directive de réduction des pollutions, centrée sur le point de rejet. Son objectif est de garantir que les eaux usées traitées, restituées aux rivières, lacs ou eaux côtières, ne provoquent pas de dommages écologiques inacceptables. Dans cette logique, le traitement quaternaire est introduit afin de réduire la pression environnementale liée aux micropolluants et de renforcer la protection des milieux récepteurs.
- Le Règlement relatif à la réutilisation de l'eau s'inscrit dans une logique différente. Axé sur les usages, il vise à garantir la production d'une eau recyclée adaptée à la finalité recherchée, dans le cadre d'une approche globale de gestion des risques. Ainsi, la qualité de l'eau n'est pas seulement appréciée au regard de l'élimination des polluants ; elle est également évaluée selon son aptitude à l'usage prévu, ainsi que sa stabilité et son niveau de sécurité pour l'application concernée.

Ces deux moteurs réglementaires conduisent donc à des finalités de traitement distinctes.

- La DERU pose la question de savoir si les eaux usées ont été suffisamment traitées pour protéger l'environnement récepteur.
- La réutilisation planifiée vise à déterminer si l'eau possède les caractéristiques nécessaires pour répondre aux exigences de performance en agriculture, dans l'industrie ou dans de futures filières de réutilisation potable.

Les questions sont liées, mais elles ne conduisent pas au même aboutissement technique.

Dimension	DERU / Traitement quaternaire	Réutilisation planifiée de l'eau
Moteur principal	Contrôle de la pollution	Création d'une ressource en eau
Contexte	Milieu récepteur / point de rejet	Application / point d'usage
Objectif central	Réduire la charge environnementale des effluents	Fournir une eau recyclée adaptée à l'usage
Statut de l'eau	Effluent d'eaux usées traitées	Ressource en eau réutilisable
Logique stratégique	Protection écologique et ambition «zéro pollution»	Résilience hydrique, circularité et sécurité d'approvisionnement
Résultats du traitement	Conformité aux exigences de rejet environnemental	Performance alignée avec l'usage final

Tableau 1. Logique réglementaire et finalité du traitement

Pourquoi le traitement quaternaire ne suffit pas ?

Une idée reçue, fréquente sur le marché, consiste à penser que, dès lors qu'un traitement quaternaire est mis en œuvre, l'eau produite est automatiquement prête à être réutilisée.

Cette hypothèse est techniquement trompeuse, car un traitement conçu pour satisfaire aux exigences de conformité environnementale au rejet ne fournit pas nécessairement l'ensemble des barrières requises pour des usages avancés de réutilisation.

Première limite : la garantie de maîtrise du risque sanitaire (pathogènes)

Les procédés de traitement quaternaire, tels que l'ozonation ou la filtration sur charbon actif en grains, sont principalement conçus et optimisés pour l'élimination des micropolluants organiques à l'état de traces. En revanche, ils ne visent pas une inactivation microbiologique validée et ne peuvent donc pas être considérés, à eux seuls, comme des barrières sanitaires microbiologiques fiables.

Si l'ozonation peut contribuer à la désinfection, elle ne garantit pas de manière fiable les niveaux de réduction logarithmique des pathogènes exigés pour les usages agricoles les plus contraignants ou pour les filières de réutilisation potable. Lorsque des performances microbiologiques validées sont requises, des barrières dédiées telles que l'ultrafiltration ou les UV de forte intensité demeurent indispensables.

Deuxième limite : la salinité et la composition ionique

Les eaux usées municipales présentent souvent une salinité plus élevée que la ressource en eau d'origine. Ni la conformité au rejet ni les cadres réglementaires de la réutilisation ne traitent automatiquement cette problématique. Pour certaines applications industrielles exigeantes - notamment le refroidissement ou les usages liés à l'hydrogène vert - l'effluent issu d'un traitement quaternaire peut rester trop salin, rendant nécessaires des étapes complémentaires telles que l'osmose inverse ou des procédés équivalents de dessalement.

Troisième limite : la gestion des sous-produits d'oxydation

L'ozonation peut entraîner la formation de bromates lorsque le bromure est présent dans les eaux usées en entrée du traitement. Les cadres de réutilisation les plus exigeants peuvent imposer que ces sous-produits soient réduits à des niveaux très faibles, au moyen de traitements d'affinage supplémentaires, tels que le charbon actif biologiquement activé.

La capacité d'une eau à être réutilisée dépend donc de son profil global de qualité, et non de la seule élimination de certains polluants ciblés. Elle dépend avant tout de l'usage auquel cette eau est destinée.

Dimension de traitement	Valeur apportée par le traitement quaternaire	Pourquoi la réutilisation peut nécessiter davantage
Micropolluants	Forte réduction des composés organiques traces ciblés	La réutilisation exige un contrôle «adapté à l'usage visé», au-delà de la seule réduction des micropolluants
Pathogènes	Contribution possible à une désinfection partielle	Des barrières microbiologiques validées peuvent rester nécessaires
Salinité / ions	Contrôle direct limité	De nombreuses applications de réutilisation requièrent une maîtrise ionique plus stricte
Sous-produits d'oxydation	Amélioration de la qualité chimique dans de nombreux cas	Un affinage supplémentaire peut être requis pour gérer les sous-produits
Résultat global	Effluent de meilleure qualité pour le rejet	Pas nécessairement une eau prête à la réutilisation

Tableau 2. Points de vigilance lors de la réutilisation d'effluents qui bénéficient d'un traitement quaternaire

Le traitement quaternaire : une étape clé vers la réutilisation

Le fait que le traitement quaternaire ne soit pas suffisant à lui seul ne remet nullement en cause sa valeur stratégique. Permettant de produire un effluent plus propre et avec un niveau de risque réduit pour les étapes de réutilisation et de valorisation en aval, il peut ainsi être considéré comme une étape clé dans la transformation d'un effluent traité en ressource en eau réutilisable. En ce sens, l'effluent issu d'un traitement quaternaire ne constitue pas encore l'eau recyclée finale, mais il constitue une excellente ressource de départ pour de futures filières de réutilisation. Cette distinction est déterminante, tant sur le plan technique que sur le plan économique.

Lorsque l'élimination d'une part significative des micropolluants est déjà réalisée en amont, les traitements dédiés à la réutilisation peuvent se concentrer plus précisément sur des barrières spécifiquement liées à l'usage final, telles que la validation sanitaire, la réduction de la salinité ou la stabilisation finale de l'eau. Cette approche favorise une architecture de traitement plus ciblée, plus efficiente et plus directement alignée sur les exigences de l'usage final.

La dimension financière est tout aussi centrale. Le mécanisme de Responsabilité Élargie du Producteur (REP) est présenté comme prenant en charge une part substantielle des coûts liés à l'élimination des micropolluants à la source. Cela permet de réduire la charge économique qui pèserait autrement sur les étapes de valorisation et de réutilisation en aval.

Le traitement quaternaire peut ainsi être envisagé non seulement comme une exigence de conformité réglementaire, mais également comme une couche d'investissement préparatoire, destinée à soutenir et à faciliter le déploiement de stratégies de réutilisation à long terme. Dans cette perspective, il contribue également à renforcer la résilience hydrique en préparant la création de nouvelles ressources en eau réutilisables.

Question clé	Interprétation opérationnelle
Le traitement quaternaire est-il important pour la conformité au rejet ?	Oui - c'est sa fonction réglementaire principale
Le traitement quaternaire permet-il automatiquement d'obtenir une eau réutilisable ?	Non - des traitements complémentaires adaptés à l'usage peuvent rester nécessaires
Le traitement quaternaire améliore-t-il la qualité de départ pour la réutilisation ?	Oui - il génère une eau de départ de meilleure qualité
Quels éléments doivent encore être évalués ?	Pathogènes, sels, sous-produits et exigences de l'application finale
Interprétation stratégique recommandée	Le traitement quaternaire facilite la réutilisation, mais ne se substitue pas aux étapes d'affinage dédiées à la réutilisation

Tableau 3. Rôle opérationnel du traitement quaternaire dans une stratégie de réutilisation

Pourquoi la Californie reste une référence pour la réutilisation potable ?

La réglementation Title 22 de l'état de Californie aux Etats-Unis constitue un point de comparaison particulièrement pertinent pour le débat européen. Notamment en ce qui concerne les filières de réutilisation potable. Ce référentiel montre jusqu'où peuvent aller les exigences en matière de traitement, de validation et d'exploitation lorsque l'eau recyclée est destinée à devenir une ressource d'approvisionnement hautement fiable.

- Dans le cadre européen, la classe A correspond au niveau de qualité le plus élevé pour la réutilisation agricole.
- Les cadres californiens de réutilisation potable indirecte (IPR) et de réutilisation potable directe (DPR) imposent en revanche des objectifs de réduction des pathogènes nettement plus stricts, des exigences renforcées en matière de barrières de traitement et un niveau de rigueur opérationnelle bien supérieur à celui du dispositif européen applicable à la réutilisation agricole.

Cette comparaison rappelle qu'un traitement quaternaire performant ne constitue pas, à lui seul, une filière avancée de réutilisation potable.

Paramètre	UE - Classe A (Agriculture)	Californie - IPR (Potable)	Californie - DPR (Potable)
Virus	Réduction de 6,0 log	Réduction de 12,0 log	Réduction de 20,0 log
Giardia	Non spécifié	Réduction de 10,0 log	Réduction de 14,0 log
Cryptosporidium	4,0 log (Clostridium)	Réduction de 10,0 log	Réduction de 15,0 log
Contrôle chimique	Indicateurs (80 %)	COT < 0,5 mg/L	COT < 0,5 mg/L
Exigence en barrières de traitement	Approche indicative reposant sur 2 barrières	3 barrières obligatoires	4 barrières + exploitation 24 h/24 et 7 j/7

Tableau 4. Comparaison entre la réutilisation agricole en Europe et la réutilisation potable en Californie

La question n'est pas de savoir si l'eau respecte les exigences de rejet, mais si elle répond aux exigences de l'usage auquel elle est destinée. Les filières les plus avancées de réutilisation montrent comment les eaux usées traitées peuvent devenir une ressource stratégique pour sécuriser l'approvisionnement en eau.

La Californie constitue donc une référence pertinente non pas parce que son cadre réglementaire serait transposable tel quel au contexte européen, mais parce qu'il offre un point de comparaison clair pour des filières de réutilisation plus avancées. Ce référentiel permet de mieux comprendre pourquoi le traitement quaternaire constitue une étape facilitatrice essentielle, tout en restant insuffisant à lui seul pour les usages de réutilisation les plus exigeants, en particulier ceux associés à la réutilisation potable.

La réutilisation bascule dans une phase de déploiement à grande échelle

Le paysage européen de la réutilisation de l’eau entre dans une nouvelle phase de développement, en passant progressivement de l’ambition réglementaire à la mise en œuvre opérationnelle, à travers des programmes nationaux, des projets emblématiques et des mécanismes économiques spécifiquement dédiés. Cette évolution est déterminante, car la réutilisation de l’eau n’est plus seulement une question de conformité réglementaire ; elle devient un enjeu stratégique de résilience et de sécurisation des ressources en eau.

Plusieurs initiatives nationales illustrent clairement cette transition vers une approche plus structurée de la réutilisation :

- En Espagne, le Décret royal RD 1085/2024 introduit une catégorie de qualité A+, autorisant l’utilisation d’eau recyclée pouvant entrer en contact avec les denrées alimentaires dans les lignes industrielles.
- En France, le Plan Eau fixe un objectif de 10 % de réutilisation à l’horizon 2030, tandis que le programme Jourdain prévoit de fournir 3 millions de m³ par an d’ici 2027, grâce à un traitement avancé permettant d’atteindre des standards proches de l’eau potable avant leur recharge en réservoir.
- En Belgique, l’initiative Deeper Blue, à Aalst, est présentée comme la première installation européenne de réutilisation potable directe (DPR), avec une production annuelle de 400 millions de litres, fondée sur le stockage et la récupération en aquifère (ASR).

Ces initiatives montrent que la réutilisation n’est plus seulement envisagée comme une solution environnementale, mais comme un outil concret de résilience face au stress hydrique croissant.

Pays / Initiative	Éléments clés mis en avant
Espagne - RD 1085/2024	Introduction de la catégorie de qualité A+, autorisant le contact de l’eau recyclée avec les denrées alimentaires dans les lignes industrielles
France - Plan Eau / Programme Jourdain	Objectif de 10 % de réutilisation d’ici 2030 ; le programme Jourdain fournira 3 millions de m³/an d’ici 2027 grâce à un traitement jusqu’aux standards de l’eau potable avant recharge
Belgique - Deeper Blue (Aalst)	Présentée comme la première installation européenne de réutilisation potable directe, produisant 400 millions de litres par an via l’ASR

Tableau 5. Exemples de déploiement de la réutilisation en Europe

Parallèlement, des mécanismes de financement dédiés apparaissent désormais comme des accélérateurs du déploiement de la réutilisation :

- Plan Eau (France) est présenté comme un levier clé pour atteindre 1 000 projets de réutilisation d’ici 2027.
- Le Water Efficiency Lab -WEL- (Royaume-Uni) alloue environ 25 millions de livres sterling par an au financement de technologies de réduction de la demande et de recyclage de l’eau.
- Le mécanisme de Responsabilité Élargie du Producteur (REP) est quant à lui présenté comme prenant en charge jusqu’à 80 % des coûts liés à l’élimination des micropolluants à la source, réduisant ainsi une partie du coût de production des futures ressources en eau réutilisées.

Mécanisme	Rôle mis en avant
Plan Eau France	Principal levier pour atteindre 1 000 projets de réutilisation d'ici 2027
UK Water Efficiency Lab (WEL)	25 millions de livres sterling par an alloués au financement de technologies de réduction de la demande et de recyclage
Mécanisme de Responsabilité Élargie du Producteur (REP)	Prend en charge 80 % du coût de l'élimination des micropolluants à la source, réduisant le coût de la phase de valorisation en aval

Tableau 6. Mécanismes de financement et leviers économiques pertinents pour la réutilisation

D'un point de vue stratégique, ces évolutions renforcent l'intérêt d'une vision élargie du traitement quaternaire. Celui-ci peut être considéré non seulement comme une exigence de conformité réglementaire, mais également comme une étape préparatoire à la création de futures ressources en eau réutilisables, en améliorant la qualité de l'eau en amont. En ce sens, le traitement quaternaire apparaît de plus en plus comme un investissement préparatoire à l'économie circulaire de l'eau.

Quelles implications pour les acteurs de l'eau et les industriels ?

- Pour les services des eaux, le traitement quaternaire ne doit pas être considéré comme l'aboutissement de la démarche lorsque la réutilisation constitue un objectif à long terme. Il doit plutôt être compris comme une amélioration de la qualité de l'eau susceptible de soutenir de futures filières de valorisation, en réduisant la charge polluante entrant dans les étapes de réutilisation en aval. Cette approche permet également de préserver les options futures de réutilisation lorsque les conditions réglementaires ou les besoins locaux évoluent.
- Pour les utilisateurs industriels et les autres utilisateurs finaux, l'eau recyclée doit être en phase avec les exigences de l'usage final. Même un effluent municipal de très haute qualité peut demeurer inadapté si les niveaux de sécurité microbiologique, de salinité ou de sous-produits résiduels ne répondent pas aux contraintes de l'application considérée. Cela souligne l'importance d'une conception des traitements guidée par les exigences de l'usage final.
- Pour les fournisseurs de technologies, le positionnement technique le plus robuste consiste à présenter le traitement quaternaire et les étapes avancées d'affinage pour la réutilisation comme des maillons complémentaires d'une même chaîne de valeur. Le traitement quaternaire améliore la capacité d'un effluent à être réutilisé, tandis que les barrières spécifiques à la réutilisation permettent de combler l'écart jusqu'à une eau pleinement adaptée à l'usage visé. La valeur ne réside donc pas dans une technologie isolée, mais dans une approche globale adaptée à l'usage final.

Conclusion : du traitement des effluents à la création de ressources en eau

La refonte de la Directive sur le traitement des eaux urbaines résiduaires (DERU) et le Règlement sur la réutilisation de l'eau constituent deux piliers essentiels de la transition européenne de la gestion de l'eau. Ils répondent toutefois à des questions distinctes et conduisent donc à des objectifs de traitement différents.

- La DERU s'attache à réduire la pression environnementale des eaux usées traitées au point de rejet.
- La réutilisation planifiée vise à créer, au point d'usage, une ressource en eau fiable, sûre et adaptée à son usage.

Ces objectifs sont complémentaires, mais ils ne sont pas interchangeables. Le traitement quaternaire doit ainsi être considéré avant tout comme une étape clé dans la transformation d'un effluent traité en ressource en eau réutilisable.

- Il joue un rôle essentiel pour le contrôle de la pollution et constitue un levier précieux pour la réutilisation, sans pour autant constituer, dans tous les cas, une solution complète de réutilisation.
- L'interprétation la plus robuste consiste à considérer que le traitement quaternaire fournit un point de départ nettement amélioré pour la réutilisation, tandis que l'affinage "adapté à l'usage" demeure l'étape décisive permettant de transformer un effluent amélioré en une ressource en eau pleinement opérationnelle.

La réutilisation ne commence donc pas avec la conformité au rejet ; elle commence avec la conception d'une ressource en eau adaptée à son usage.

REFERENCES

1. United Nations University (UNU-INWEH), Global Water Bankruptcy: Living Beyond Our Hydrological Means in the Post-Crisis Era, January 2026.
2. Water Europe, Position Paper: The Multiannual Financial Framework – Securing Europe's Future through Strategic Water Investment, September 2025.
3. Joint Research Centre (JRC), Freshwater Appropriation in Europe, European Commission, February 2026.
4. European Parliament & Council, Directive (EU) 2024/3019 concerning urban wastewater treatment (Recast), November 2024.
5. Water Europe, A New Urban Wastewater Treatment Directive Paves the Way Towards a Circular, Green, and Smart Water Management, 2025.
6. The EPR Obligations of the New Urban Wastewater Treatment Directive, 2024.
7. European Parliament & Council, Regulation (EU) 2020/741 on Minimum Requirements for Water Reuse, May 2020.
8. US EPA, Summary of the European Union's Regulation for Agricultural Water Reuse, REUSExplorer, 2025.
9. Eur-Lex, Summary: Minimum Requirements for Water Reuse – Regulation (EU) 2020/741, 2022.
10. MDPI Water, Impact of Salinity on Wastewater Reuse in Agriculture, 2025.
11. PMC, Salinization and Phytotoxicity in Municipal Sewage Reuse, 2024.
12. IWA Publishing, Comparing Adsorption Stage Designs in Membrane-Based Quaternary Treatment for Water Reuse, 2025.
13. Water Use for Electrolysis: Purification, Sourcing, and Recycling, 2025.
14. IDRA, Factsheet: A Pathway to Potable Reuse – A Global Status Update, March 2026.
15. IDRA Water, France's Plan Eau: Turning Climate Pressure into Water Resilience, August 2025.
16. University of Montpellier, France: The Law Evolves to Facilitate the Reuse of Wastewater, September 2024.
17. Garrigues, Spain: The New Regulations on Water Reuse – Royal Decree 1085/2024, October 2024.
18. Bondalti Water, Iberian Leader on the Front Line with New Spanish Water Reuse Legislation, 2025.
19. UK DEFRA, A New Vision for Water: White Paper, January 2026.
20. DWI UK, Governance Framework for Rainwater Harvesting and Greywater Reuse Systems, March 2026.
21. European Investment Bank (EIB), Water Security Financing Report 2024, July 2025.
22. European Commission, The Role of EU Funds over the Forecast Horizon – Economy and Finance, 2026.
23. Aquatech Trade, Wastewater Reuse Offers Concrete, Ambitious Response to Drought in France, 2024.
24. AqualoT, Ultimate 2026 Guide to Water Management Grants UK, March 2026.
25. European Commission, EU Mission: Restore Our Ocean and Waters by 2030, 2025.
26. EU Funding Portal, Circular Economy: The SOLUCIR Catalyst Project (2026–2030).
27. European Commission, PERTE Digitalization of the Water Cycle – Strategic Projects in Spain, 2024.
28. Bluefield Research, Spain Deals Out Second PERTE Urban Water Cycle, August 2024.
29. MDPI Sustainability, EU Policies and Regulatory Frameworks on Reuse of Wastewater, 2024.
30. SITRA, Industrial Impact of the Water Reuse Plan: Key Questions on Technology, 2025.
31. ChemRxiv, Treated Wastewater as Feed for Green Hydrogen Production, 2024.
32. VITO, Cleaner Waterways through Ozonation and Granular Activated Carbon (O3G), 2025.
33. California State Water Boards, Direct Potable Reuse (DPR) Regulations – Title 22 CCR, 2024.
34. WateReuse California, DPR Overview: California's Direct Potable Reuse Regulations, September 2024.

La réutilisation commence là où la conformité s'arrête

Une eau conforme au rejet n'est pas nécessairement une eau prête à être réutilisée.

Face au stress hydrique croissant, la création de nouvelles ressources en eau exige une approche fondée sur l'usage final, la maîtrise des risques et la performance des traitements.

Découvrez comment le traitement quaternaire contribue à cette transformation et pourquoi il constitue une étape clé vers une gestion plus circulaire de l'eau.

Nous contacter
commercial-fr@sales.grundfos.com

**En savoir plus sur nos
solutions de dosage**



Pompes Grundfos Distribution SAS
Parc d'Activité de Chesnes
57 rue de Malacombe
FR- 38070 St-Quentin-Fallavier
Tel : +33 (0)4 74 82 15 15
grundfos.fr

GRUNDFOS 