

QDD.

Question de
développement

Synthèse des études
et recherches de
l'AFD

NOVEMBRE 2024
N° 81

La réutilisation des eaux usées traitées : une réponse stratégique au stress hydrique ?

Introduction : Face à la vulnérabilité aux effets du changement climatique...

Le pourtour méditerranéen et le Moyen-Orient sont particulièrement exposés aux effets du changement climatique (GIEC 2023). Alors que ces pays, qui comptent parmi les plus vulnérables au monde en termes de disponibilité en eau, se situent en dessous du seuil de rareté de l'eau (1 000 m³ par habitant par an), les projections font état d'une augmentation des températures, d'une diminution significative des précipitations et d'une intensification des épisodes de sécheresse. Combinées à l'augmentation de la demande et à la concurrence des usages, ces conditions sont amenées à exacerber le stress hydrique. Défini comme une demande en eau supérieure à l'offre disponible, il représente une menace pour la stabilité économique, sociale et environnementale de ces régions (cf. carte 1). Face à ces constats, cet article interroge le potentiel de la réutilisation des eaux usées traitées (REUT) comme réponse au stress hydrique des pays méditerranéens et du Moyen-Orient. L'analyse du déploiement de cette démarche permet d'identifier les facteurs influençant son usage, ainsi que les obstacles et contraintes le freinant. Face aux défis relatifs à sa mise en œuvre, plusieurs leviers semblent actionnables pour promouvoir la REUT.

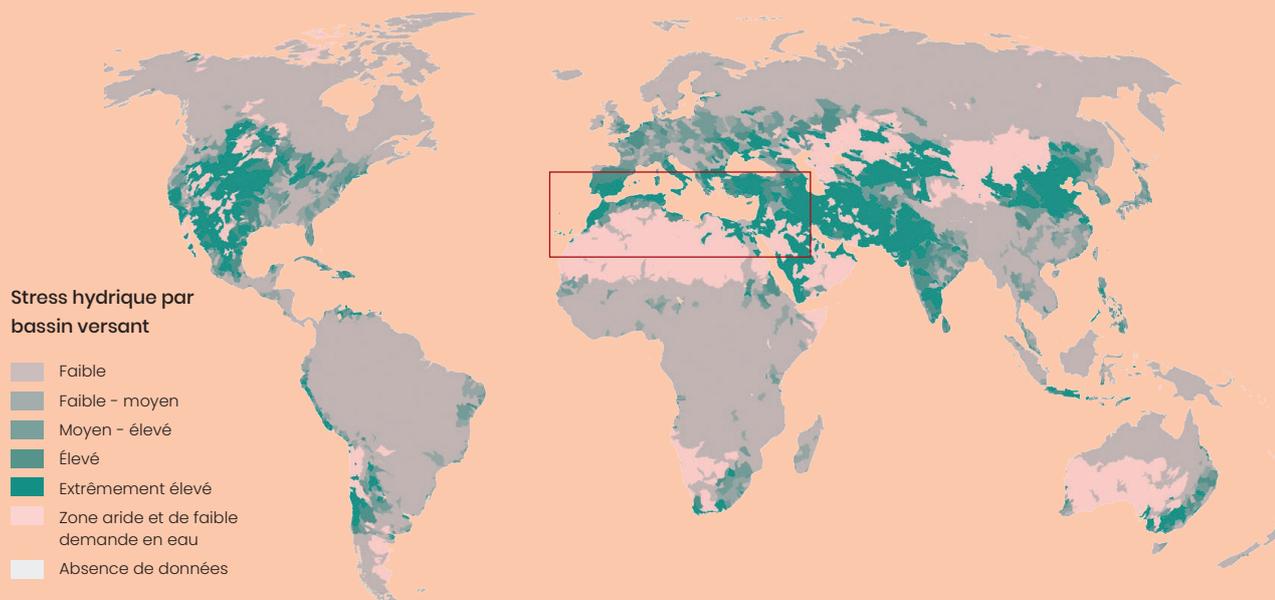
... la REUT présente de nombreux avantages.

Face à la rareté croissante des ressources en eau, la réutilisation des eaux usées traitées apparaît comme une solution stratégique possible. Elle consiste, après un traitement adapté, à réutiliser les eaux usées dans divers secteurs, notamment, dans l'agriculture et l'industrie, voire même, dans une moindre mesure, pour des usages domestiques. De fait, elle permet d'alléger la pression sur les ressources en eau douce et ainsi contribue à **réduire le stress hydrique**. Utilisée pour des usages non domestiques, elle vient **en soutien au développement économique**, en garantissant aux secteurs primaire et secondaire un approvisionnement en eau stable. Tel est notamment le cas aux Émirats arabes unis (EAU) et en Arabie Saoudite, où les taux de réutilisation significatifs permettent de soutenir des économies robustes, malgré un stress hydrique extrême. Enfin, dans les pays où l'agriculture dépend fortement de l'irrigation, comme en Tunisie ou en Égypte, la REUT contribue à la **sécurité alimentaire et sanitaire** en assurant des récoltes de qualité, même en période de sécheresse.

D'un point de vue **environnemental**, elle permet de réduire les prélèvements d'eaux souterraines, et donc, la pression exercée sur les nappes phréatiques et les cours d'eau, contribuant, de fait, à la préservation de la biodiversité aquatique et des équilibres écologiques. Ainsi, il est possible de mettre en œuvre des **programmes de recharge de nappes phréatiques** pour prévenir leur salinisation et épuisement. Néanmoins, cela nécessite des études préalables approfondies et un encadrement adéquat, pour limiter la charge polluante des rejets dans les milieux naturels et garantir la qualité de l'eau infiltrée.

Auteurs

Mohamed Taha LAAOUMIRI (représentation de l'AFD au Maroc)
Timothée OURBAK (représentation de l'AFD au Maroc)



Source : FNSP – Sciences Po, Atelier de cartographie, 2018 (données : World Resources Institute).

Note sur la carte 1 : Le stress hydrique de référence mesure le rapport entre les prélèvements totaux annuels en eau et le total des ressources renouvelables annuelles disponibles, en tenant compte de l'utilisation en amont de la consommation humaine. Des valeurs plus élevées indiquent plus de concurrence entre les utilisateurs.

Pourtant, son adoption reste contrastée...

À l'échelle mondiale, seul **52 % des 359,4 milliards de m³ d'eaux usées** produits chaque année **sont traités**. Si la valorisation des eaux usées est une pratique déjà connue, elle ne représente néanmoins qu'un faible pourcentage de la consommation totale d'eau, et concerne principalement l'agriculture urbaine. De manière générale, la REUT reste encore limitée et varie considérablement d'une région à l'autre. Parmi les pays analysés, une ligne de fracture se dessine entre les pays du Moyen-Orient, généralement plus avancés, et ceux d'Afrique du Nord.

Encadré 1. Usages actuels des eaux usées traitées

Absorbant des volumes considérables d'eau recyclée, l'agriculture reste le principal secteur bénéficiaire de la REUT (ex : Jordanie, Égypte), même si le secteur industriel y a de plus en plus recours. En Tunisie, par exemple, elle sert notamment au refroidissement des machines et au lavage des équipements. Au Maroc, le groupe OCP l'utilise dans ses sites miniers, alors que l'usage récréatif et résidentiel reste limité et concerne principalement l'arrosage des espaces verts urbains^[1]. En Israël, l'eau recyclée est également utilisée pour la recharge de nappes phréatiques dans des zones arides. Enfin, la consommation humaine directe reste rare en raison de défis sanitaires et réglementaires, bien que des projets pilotes émergent.

Les graphiques 1 et 2 présentent les données essentielles (datant de 2020) concernant la REUT et leur lien avec le stress hydrique. Dans le graphique 1, les pays de l'échantillon sont classés selon la disponibilité des ressources en eaux conventionnelles (rareté ou extrême rareté des ressources), situation mise en comparaison avec les efforts mobilisés pour promouvoir la réutilisation.

[1] Cela peut aussi traduire une volonté d'allouer prioritairement l'eau conventionnelle à d'autres usages.

Le graphique 2 introduit la notion de demande en eau à travers l'indicateur de stress hydrique^[2]. Exprimé en pourcentage, il illustre le rapport entre le volume total d'eau douce prélevée pour les activités humaines (la demande) et le volume total des ressources en eau douce renouvelables disponibles (l'offre). En confrontant cet indicateur au taux de REUT du graphique 1, il est possible de mesurer le rôle crucial que la REUT peut jouer pour assurer un équilibre durable.

Ainsi, il apparaît que **les pays du Moyen-Orient**, présentant un **stress hydrique extrêmement élevé** (> 1 000 %) y ont davantage recours. C'est le cas du Koweït, par exemple, qui présente un indicateur de stress hydrique de 3 850 % et un taux de REUT de 55 %, ou encore des EAU qui affichent un stress hydrique d'environ 1 600 % et au taux de REUT de 42 %. C'est en Israël que le taux de réutilisation est le plus élevé (85 %). *A contrario*, dans certains pays d'**Afrique du Nord**^[3], confrontés à un **stress hydrique élevé** (> 100 %), le taux de REUT est plus faible : 23 % en Égypte et 14 % au Maroc.

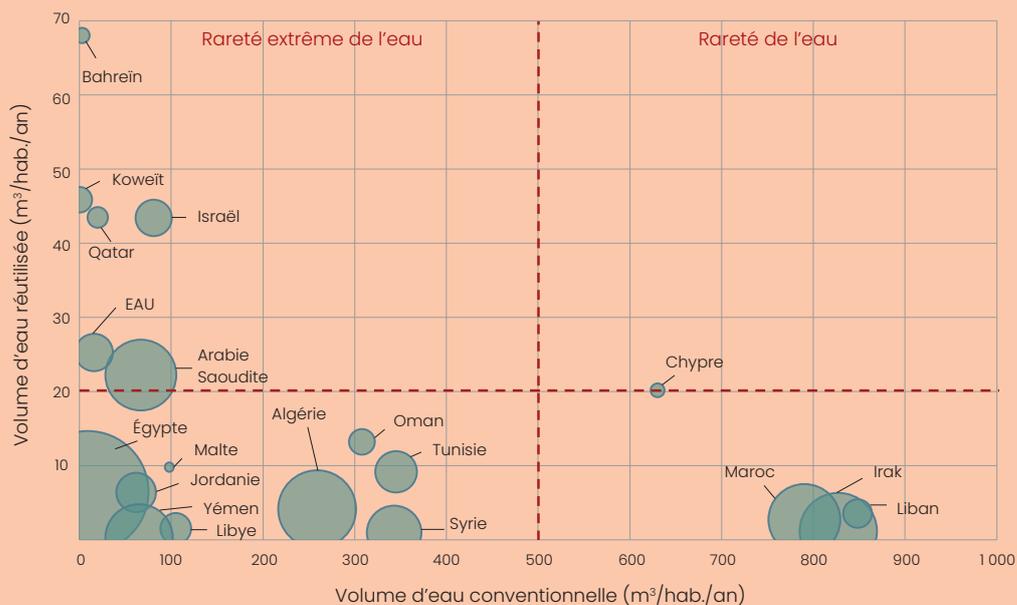
... étroitement liée à la mise en place de politiques publiques volontaristes...

Si l'adoption de la REUT semble corrélée au niveau de stress hydrique, elle relève surtout de la mise en place de **politiques publiques, d'un cadre institutionnel et réglementaire adéquat et de l'allocation de ressources, via des incitations financières**, notamment. C'est le cas du Koweït, par exemple, qui entend compenser la rareté de la ressource en facilitant l'investissement dans la REUT. Israël a adopté des incitations financières ciblées pour les agriculteurs et des tarifs préférentiels pour l'eau recyclée, et établi un cadre réglementaire qui intègre la REUT comme une composante clé de la gestion nationale de

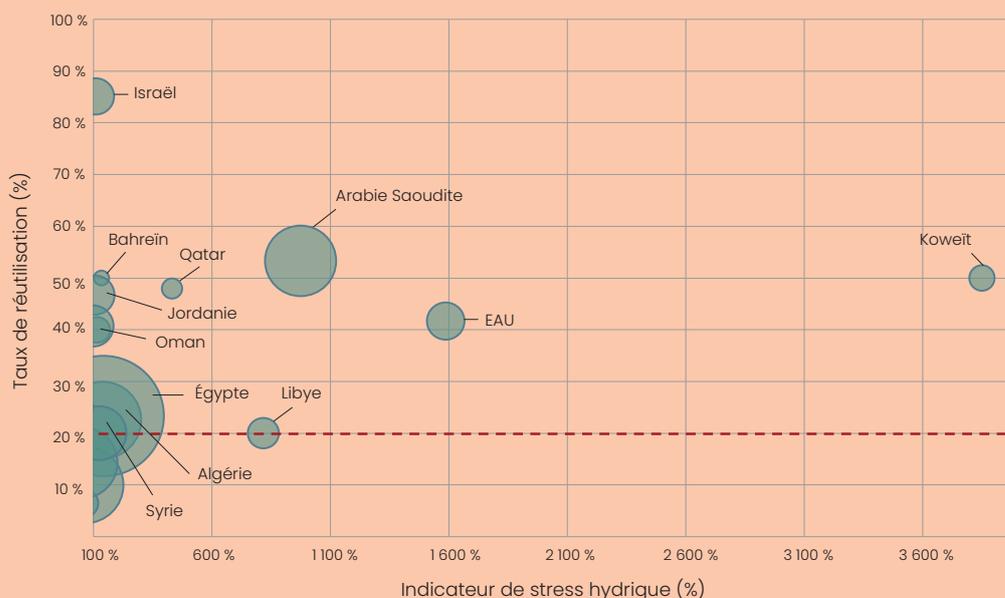
[2] Mesurant le niveau de stress hydrique dans un pays ou une région, il s'agit d'un indicateur des Objectifs de développement durable (ODD) des Nations unies, relatif au point 4.2 de l'ODD6.

[3] L'Afrique du Nord correspond au Maroc, Algérie, Tunisie, Libye et Égypte.

Graphique 1 - Confrontation entre les volumes d'eau réutilisées rapportés par habitant par an et le volume d'eau renouvelable disponible par habitant par an (Mm³)



Graphique 2 - Confrontation entre le taux de réutilisation et l'indicateur de stress hydrique pour les pays affichant un stress hydrique supérieur à 100 %



Source : auteurs (données : FAO).

Note sur les graphiques 1 et 2 : La taille des bulles représente la population du pays.

l'eau (Marin *et al.* 2017). Les EAU ont développé un modèle de gestion intégrée des ressources en eau, combinant la réutilisation avec le dessalement, un autre type d'eau dite « non conventionnelle » et adopté, en 2019, une politique de l'eau recyclée qui impose des normes strictes de qualité et encourage les entreprises de distribution d'eau à maximiser l'utilisation de ces eaux pour des usages non potables.

Inversement, en Afrique du Nord, la mise en œuvre de politiques de réutilisation efficaces et l'implémentation de projets à grande échelle pâtissent de la fragmentation institutionnelle de la gestion de l'eau et du manque de coordination entre les institutions, auxquelles s'ajoute une absence de financement approprié. Au Maroc, par exemple, l'absence de normes réglementaires claires pour certains

aspects critiques rend l'usage de la REUT dans l'agriculture particulièrement difficile (Mayaux 2022).

Si l'eau agricole n'a pas besoin de répondre aux mêmes normes que l'eau potable, l'instauration d'un cadre réglementaire clair et rigoureux, définissant des normes adaptées mais sécurisées, permet de formaliser progressivement la REUT informelle (illicite). Ce cadre doit être accompagné d'une surveillance stricte et d'incitations économiques (subventions ou crédits d'impôt) pour encourager les investissements tout en assurant la sécurité des pratiques. La gouvernance requiert l'implication et l'articulation fine entre de nombreux acteurs, du niveau central au niveau local, et doit être assurée par des modalités contractuelles et des interfaces techniques cohérentes.

... mais toujours freinée par des difficultés qu'il convient de lever.

Si, en Syrie et en Libye, l'instabilité politique et les impacts des conflits compliquent la mise en place de la REUT à court terme, ailleurs, cela tient plutôt à la conjonction de plusieurs facteurs.

Enjeux techniques et investissement financier associé

Tout d'abord, il convient d'améliorer l'efficacité globale du traitement des eaux usées pour garantir que la qualité de l'eau réutilisée soit conforme aux divers usages, tout en diminuant les coûts opérationnels. Renforcer les normes environnementales en vue de réduire l'utilisation d'intrants chimiques toxiques dans les industries^[4], et améliorer le prétraitement des eaux usées à la source permettraient de diminuer les charges polluantes arrivant aux stations d'épuration. Ces changements dans les procédés de production et ces investissements en amont sont cruciaux dans des pays où les infrastructures de traitement sont souvent sous-dimensionnées ou obsolètes.

En effet, dans de nombreux pays étudiés, l'insuffisance et la vétusté des infrastructures et réseaux existants limitent leur capacité à réutiliser les eaux usées. Il est donc nécessaire de **mettre en place des réseaux en capacité d'assurer, de manière efficace, l'acheminement** entre les stations d'épuration et les zones d'utilisation souvent distantes (les systèmes d'assainissement acheminant généralement les eaux usées vers l'aval). Or, la construction, la modernisation des réseaux existants, la mise en place des systèmes de distribution, ainsi que la maintenance afférente à ces

[4] Dans les zones industrielles, les eaux usées peuvent contenir des polluants complexes et particulièrement coûteux à traiter.

équipements représentent des investissements lourds, souvent prohibitifs pour les pays à revenu intermédiaire ou faible, mais justifiés par les bénéfices économiques à long terme.

Des freins socio-culturels prégnants

Par ailleurs, des barrières culturelles freinent encore son adoption. La perception publique est globalement négative, liée à des critères de pureté et de sécurité sanitaire de l'eau. L'acceptation sociale de la REUT, notamment pour des usages sensibles, tels que l'irrigation agricole ou la consommation humaine, reste donc un défi majeur. Il est essentiel de mettre en œuvre des campagnes de promotion à destination des instances décisionnelles du monde agricole, ainsi que des programmes éducatifs intégrés dans les *curricula* scolaires et dans les initiatives communautaires, pour sensibiliser le grand public. En démontrant des garanties de sécurité, ces actions, axées sur les avantages de la REUT et de son rôle crucial dans la gestion durable de l'eau permettraient une compréhension plus profonde et une acceptation plus large de la REUT.

Conclusion

La REUT permet de maximiser l'utilisation circulaire de chaque goutte d'eau. Dans les pays méditerranéens et du Moyen-Orient, où les ressources sont limitées et en diminution à cause du changement climatique ou d'une forte pression anthropique, le potentiel de la REUT est significatif pour réduire le stress hydrique. Son adoption, toujours limitée par divers obstacles, nécessite des investissements adaptés dans les infrastructures et une sensibilisation des populations. **Levier fondamental de la gestion durable de l'eau**, son déploiement s'observe aussi dans les pays du Nord de la Méditerranée, tels que l'Espagne, où les sécheresses tendent à s'intensifier.

Bibliographie

Bahri, Akissa et François Brissaud. 1996. "Wastewater reuse in Tunisia: Assessing a national policy". *Water Science & Technology* 33 (10-11): 87-94.

FAO. S. D. "AQUASTAT – Global Information System on Water and Agriculture". FAO. <http://www.fao.org/aquastat/en/>.

GIEC. 2023. *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Genève : IPCC. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>.

Marin, Philippe, Shimon Tal, Joshua Yeres et Klas Ringskog. 2017. *Water Management in Israel: Key Innovations and Lessons Learned for Water-Scarce Countries*. Water Global Practice. Technical Paper. Washington, DC : World Bank.

Mayaux, Pierre-Louis (dir.). 2022. *COSTEA Project Wastewater Reuse in Agriculture. Regulation and Governance of the Reuse of Treated Wastewater in Agriculture. A Comparative Study of Six Countries: Algeria, Bolivia, Morocco, Palestine, Senegal, Tunisia*. COSTEA Report. Montpellier : COSTEA.

OCDE. 2010. *Innovative Financing Mechanisms for the Water Sector*. OECD Studies on Water. Paris : Éditions OCDE. <https://doi.org/10.1787/9789264083660-en>.

World Resources Institute. S. D. "Securing Freshwater for All". WRI. <https://www.wri.org/freshwater>.

Agence française de développement (AFD)
5, rue Roland Barthes | 75012 Paris | France
Directeur de la publication Rémy Rioux
Directeur de la rédaction Thomas Mélonio
Création graphique MeMo, Juliegilles, D. Cazeils
Conception et réalisation PUB

Dépôt légal 4^e trimestre 2024 | ISSN 2271-7404
Crédits et autorisations
Licence Creative Commons CC-BY-NC-ND
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>
Imprimé par le service de reprographie de l'AFD.

Les analyses et conclusions de ce document sont formulées sous la responsabilité de leur(s) auteur(s). Elles ne reflètent pas nécessairement le point de vue officiel de l'AFD ou de ses institutions partenaires.

