



**HAL**  
open science

## Réutiliser les eaux usées traitées : quelles perspectives pour l'agriculture française ?

Yoann Mallard, Marianne Lefebvre, Bertille Thareau, Rémi Lombard-Latune,  
Mélanie Loubaud-Berson

### ► To cite this version:

Yoann Mallard, Marianne Lefebvre, Bertille Thareau, Rémi Lombard-Latune, Mélanie Loubaud-Berson. Réutiliser les eaux usées traitées : quelles perspectives pour l'agriculture française ?. 2024. hal-04691695

**HAL Id: hal-04691695**

**<https://hal.science/hal-04691695v1>**

Preprint submitted on 9 Sep 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Réutiliser les eaux usées traitées : quelles perspectives pour l'agriculture française ?

Yoann Mallard (GRANEM Université d'Angers), Marianne Lefebvre (GRANEM Université d'Angers), Bertille Thareau (LARESS Ecole Supérieure d'Agricultures), Rémi Lombard-Latune (REVERSAAL INRAE), Mélanie Loubaud-Berson (Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire)

**Version document de travail Septembre 2024**

## **Essentiels :**

- La perspective multi-niveaux aide à comprendre pourquoi la REUT peine à se développer
- Les incertitudes techniques, réglementaires et économiques freinent l'essor de la REUT
- Informer sur la REUT et clarifier son modèle économique pour mobiliser les agriculteurs
- L'essor de la REUT passe par la mise en œuvre d'une gestion intégrée des risques

**Résumé :** La réutilisation des eaux usées traitées (REUT) pour l'irrigation permettrait d'économiser de l'eau pour d'autres usages. Mais les projets de REUT demeurent marginaux en France. L'article s'appuie sur une revue de littérature internationale pour comprendre pourquoi la REUT peine à s'imposer dans le régime socio-technique de l'irrigation en France. L'instabilité du cadre réglementaire, l'incertitude environnementale et le manque de modèle économique stabilisé freinent son développement et l'engagement des agriculteurs. La mise en place d'une gestion intégrée des risques pour garantir la faisabilité technico-économique des projets REUT à usage agricole, et la transition vers des pratiques agricoles plus économes en eau sont des évolutions clés pour la transition de l'irrigation en France.

## **Abstract :**

**Mots-clés :** Perspective Multi-Niveaux, REUT, Irrigation, Innovation, Agriculture

**Keywords :** Multi-level perspective, REUSE, Irrigation, Innovation, Agriculture

**JEL :** Q10, Q25, O31

## Introduction

L'augmentation des épisodes de sécheresse et la diminution des volumes d'eau prélevables par l'agriculture mettent en péril la viabilité du développement de l'irrigation en France (Caquet et al., 2022). La réutilisation des eaux usées traitées (REUT) est présentée comme une alternative aux prélèvements dans les cours d'eau ou nappes souterraines, qui permettrait d'économiser de l'eau pour d'autres usages (Al-Hazmi et al., 2023). Pour l'heure, les projets de REUT dans l'hexagone demeurent marginaux en comparaison de certains de nos voisins européens : 62 sites sont en fonctionnement en 2022 (Lombard-Latnue et Bruyère, 2023), moins de 1% des eaux usées traitées (EUT) sont utilisées en France, contre 14% pour l'Espagne et 8% pour l'Italie (Agence régionale de la biodiversité Nouvelle Aquitaine, 2022).

Cependant, cette proportion pourrait augmenter dans les années à venir avec le Plan Eau annoncé le 30 mars 2023 par le gouvernement pour faire face à la raréfaction de la ressource et préserver sa qualité. Sur les 53 mesures qui y sont présentées, 4 concernent directement la REUT. L'objectif est de réutiliser 10% des eaux usées à l'horizon 2030 dont une partie pour des usages agricoles comme l'irrigation ou la lutte antigel. Pour réaliser ce projet ambitieux l'exécutif prévoit entre autres le développement de 1 000 projets de réutilisation des eaux non conventionnelles (REUT, eau de pluie, eaux grises...) sur le territoire d'ici 2028.

Pour autant, Lombard-Latune et Bruyère (2023) constatent dans un panorama de la REUT en France qu'entre 2017 et 2022 une part importante des projets de REUT ont été abandonnés (9 projets) et que peu de nouveaux projets sont entrés en fonctionnement (13 projets). Ils observent également une baisse de la part des usages agricoles dans la REUT due à la fois au manque de nouveaux projets agricoles (seulement 2 sur les 13 nouveaux projets entrés en fonctionnement entre 2017 et 2022) et à l'arrêt de certains projets en fonctionnement (4 des 9 projets abandonnés sur la période sont agricoles). Cette baisse des usages agricoles s'est faite au profit de projets liés à l'irrigation et l'entretien des espaces verts urbains (10 des 13 nouveaux projets).

Les objectifs annoncés dans le Plan Eau (en nombre de projets et en volumes réutilisés) semblent donc très ambitieux au regard des dynamiques de REUT actuelles. Par ailleurs, l'abandon d'une part importante de projets combiné au manque de nouveaux projets en zone rurale questionnent l'avenir de la REUT pour l'agriculture. Dans ce contexte, comment expliquer le faible développement de la REUT en France ? Quelles sont les conditions nécessaires à l'engagement des parties prenantes pour le développement de la REUT à usage agricole ?

Afin d'analyser les conditions de déploiement de la REUT dans le secteur agricole en France, nous mobilisons le cadre théorique de la perspective multi-niveaux (Geels, 2004; Geels & Schot, 2007). Dans une première partie, en nous appuyant sur le cadre d'analyse de la perspective multi-niveaux, nous caractérisons l'implantation de la REUT dans le régime socio-

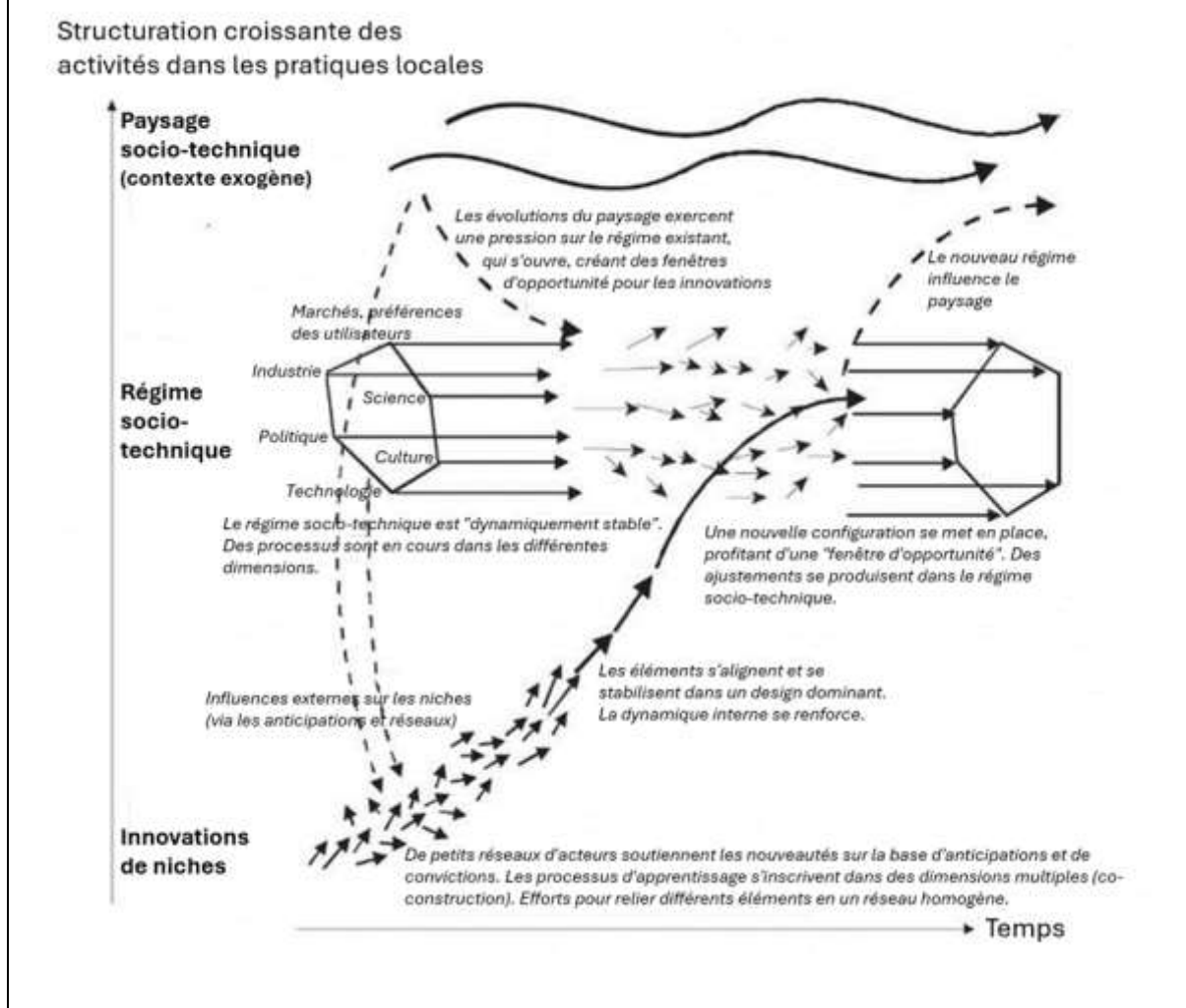
technique de l'irrigation. Dans un second temps, nous analysons les composantes nécessaires au développement de la REUT en France. Enfin, nous précisons les conditions d'engagement des agriculteurs. Notre propos se fonde sur une revue de littérature principalement basée sur des exemples internationaux.

## I. La REUT au prisme de la perspective multi-niveaux

Le courant de la perspective multi-niveaux exerce une forte influence académique et politique dans les études sur les transitions. Il a été précédemment mobilisé par exemple pour analyser la transition de la restauration vers l'agroécologie collective en France (Magrini et al., 2019), ou de l'agriculture égyptienne vers des pratiques plus durables (Kamel & El Bilali, 2022). Ce cadre d'analyse a été mobilisé pour comprendre la transition du système d'approvisionnement en eau de la ville de Cary aux États-Unis vers un système dual incluant la REUT (Markham & Zechman Berglund, 2024). À notre connaissance, cet article est la première application au cas de la REUT à usage agricole.

La perspective multi-niveaux (PMN) permet de penser de façon systémique l'apparition, le développement et l'implantation d'innovations dans nos sociétés. En particulier, la PMN étudie les modes d'organisations des groupes sociaux autour de la production, la distribution et l'utilisation des technologies permettant de soutenir les activités sociales importantes (par exemple ici la production alimentaire). Pour ce faire, elle distingue trois niveaux d'analyse dont elle interroge les interactions (Figure 1). Le Régime Socio-Technique (RST), qui désigne l'ensemble des pratiques, des technologies, des règles, des normes et des institutions qui structurent et stabilisent un domaine spécifique d'activité. L'Innovation de Niche (IN), qui renvoie aux espaces et réseaux dans lesquels des innovations rompant avec certaines règles du régime se structurent et parfois stabilisent leurs caractéristiques et développent leur marché. Et enfin le Paysage Socio-Technique (PST), qui désigne l'environnement économique, politique et écologique dans lequel se développe le RST (Geels & Schot, 2007).

**Figure 1** : Perspectives multi-niveau sur les transitions (traduction de l'article de Geels et Schot : « *Typologie des trajectoires de transition sociotechnique* »)



La PMN est pertinente eu égard à la façon dont les pratiques d'irrigations sont de fait l'objet d'investissements institutionnels (programmes, lois, commissions), de débats dans le champ social et politique relatives aux enjeux de partage de l'eau, d'investissement économiques et matériels, technologiques, et enfin, inscrits dans un contexte climatique en évolution qui transforme la façon dont se pose la question de l'irrigation. L'interdépendance entre ces différentes dimensions stabilise le régime socio-technique. Le caractère systémique de la PMN permet de saisir l'interdépendance qui lie ces différents éléments et qui stabilise le RST. Elle permet aussi d'analyser les voies par lesquelles de nouvelles pratiques et technologies peuvent émerger et se pérenniser, par exemple via la transformation ou reconfiguration du RST, la substitution technologique ou le désalignement puis ré-alignement (Geels & Schot, 2007).

Dans cet article, nous mobilisons la PMN pour analyser les possibilités de développement de la REUT que nous considérons comme une innovation de niche (IN) dans le régime socio-technique (RST) de l'irrigation en agriculture. Ce cadre d'analyse nous aide à identifier les acteurs concernés par la REUT et les différentes règles qui régissent leurs interactions (notamment les règles formelles et normatives). Parmi les règles structurantes des RST, Geels identifie les règles cognitives (ou routines cognitives), c'est-à-dire les habitudes acquises par l'emploi de méthodes ou dispositifs spécifiques. Dans le cas de l'irrigation elles renvoient aux compétences et connaissances acquises par les agriculteurs à force d'employer leur matériel d'irrigation habituel. Ces règles cognitives empêchent souvent d'imaginer d'autres façons de procéder et peuvent donc être à l'origine d'une résistance au changement (Geels, 2004). La PMN nous permet aussi, via la notion de paysage socio-technique, de mettre en évidence les contraintes exogènes pouvant entraver ou favoriser le développement de la REUT (Geels & Schot, 2007). Enfin, il nous permet aussi de nous intéresser aux innovations technologiques et organisationnelles nécessaires à la production d'EUT adaptées à un usage agricole, à leur distribution vers des parcelles et à leur utilisation dans l'irrigation des cultures à la place ou en complément des eaux conventionnelles.

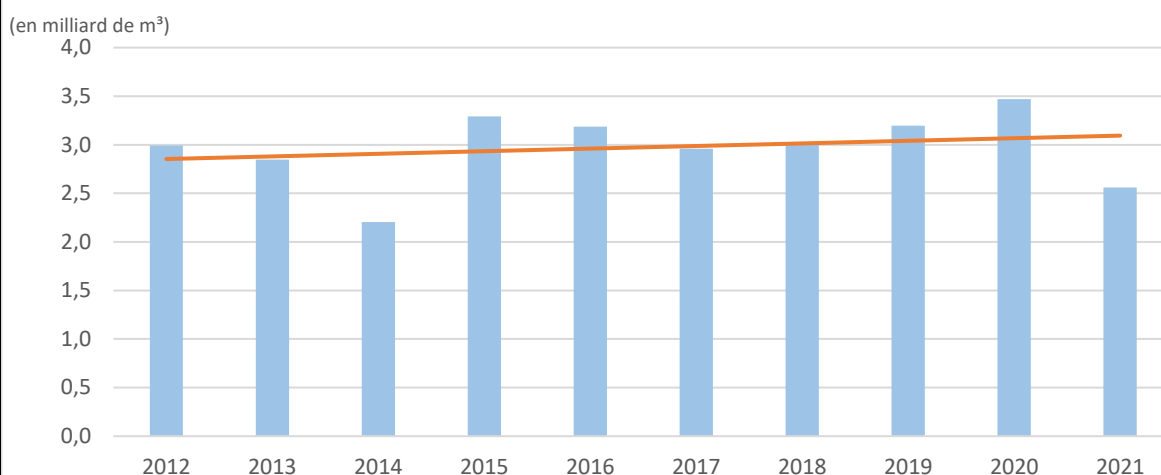
### Le régime socio-technique de l'irrigation

Aujourd'hui, l'irrigation se fait principalement via des prélèvements dans les eaux de surfaces (fleuves et lacs) et les eaux souterraines (nappes phréatiques). Ainsi, la Banque Nationale des Prélèvements quantitatifs de l'Eau (BNPE) indique qu'en 2021 64.7% des volumes consommés pour l'irrigation provenaient des eaux de surface, le reste provenant des eaux souterraines. Au total, 2,56 milliards de m<sup>3</sup> d'eaux conventionnelles ont été prélevés en France sur l'année 2021 pour l'irrigation.<sup>1</sup> Cette valeur varie fortement d'une année sur l'autre, ainsi en 2014, 2,20 milliards de m<sup>3</sup> d'eau ont été prélevés contre 3,47 milliards en 2020 (Figure 2). Bien qu'une légère tendance à la hausse semble se dessiner depuis 2012, les prélèvements pour l'irrigation restent relativement stables depuis une dizaine d'années.

---

<sup>1</sup> Consulté 19 avril 2024, à l'adresse <https://bnpe.eaufrance.fr/acces-donnees/france/annee/2021/usage/IRR>

**Figure 2 : Volume d'eau prélevé par l'irrigation française par an**



Source : Banque Nationale des Prélèvements quantitatifs de l'Eau

Si les prélèvements d'eau pour l'irrigation augmentent peu depuis une dizaine d'année, le changement climatique a tout de même incité les agriculteurs à s'équiper en matériel d'irrigation. Ainsi, la surface agricole utile (SAU) irrigable a augmenté de 23% entre 2010 et 2020 alors que dans le même temps SAU totale a baissé de presque 1% (INSEE, 2024). Cette augmentation s'est traduite par une croissance de la SAU irriguée (c'est-à-dire arrosée au moins une fois dans l'année) de 15% entre 2010 et 2020, cette dernière atteignant les 1.8 million d'hectares (6.7% de la SAU totale).

**Tableau 1 : Récapitulatif des données d'irrigation**

	2010	2020	Evolution 2020/2010 (en %)
<b>SAU totale (en millions d'ha)</b>	26,96	26,75	-0,8
<b>SAU irrigable (en millions d'ha)</b>	2,31	2,84	23,1
<b>SAU irriguée (en millions d'ha)</b>	1,58	1,81	14,8
<b>Quantité prélevée par hectare (m<sup>3</sup>/ha)</b>	1920	1900	-1,0

**Sources :**

INSEE : Transformations de l'agriculture et des consommations alimentaires Édition 2024

AGRESTE : L'irrigation des surfaces agricoles : évolution entre 2010 et 2020

AGRESTE : Recensement agricole 2020

\*

Plus largement, la Cour des Comptes Européenne a indiqué dans un rapport de 2021 que la consommation d'eau à des fins agricole avait baissé de 28% en Europe depuis 1990 (avec des réductions plus ou moins importantes en fonction des régions concernées). Cette réduction s'explique par les politiques mises en œuvre pour préserver la ressource en eau, ainsi que par le choix de variétés et matériel d'irrigation moins gourmands en eau (Serra-Wittling et al., 2020). Cependant, malgré cette baisse encourageante, la Cour des Comptes indique dans le même rapport que depuis les années 2010 les nouvelles améliorations ont été modestes et alerte sur la non-viabilité des pressions toujours exercées sur l'environnement (Cours des comptes européennes, 2021). Avec la hausse de la SAU irrigable (en France) et l'augmentation des épisodes de sécheresse avec le changement climatique, tout porte à croire que la pression sur la ressource en eau due à l'irrigation agricole risque de s'accroître dans les prochaines années.

Comme évoqué plus haut, les choix en matière d'assolement et de matériel d'irrigation sont déterminant pour comprendre les pressions exercées par l'agriculture sur la ressource en eau. En France, les cultures dépendantes de l'irrigation (comme les légumes, les vergers, le soja, le maïs et les pommes de terre) sont très présentes et constituent presque 60% des surfaces irriguées en France (Annexe 1). De même, l'irrigation par aspersion, bien que peu efficiente dans son usage de l'eau, est la méthode la plus répandue en France (présente sur 87% de la SAU irrigable). Face à ce constat, certains agriculteurs cherchent à orienter leurs activités vers des cultures moins soumises au stress hydrique (comme le sorgho ou les légumineuses) et à utiliser du matériel plus efficient (comme la micro-aspersion ou le goutte à goutte par exemple). Cependant transformer ses méthodes de travail n'est pas sans risque pour les agriculteurs. Changer d'assolement implique la possibilité d'une baisse de rendement et de revenus pour les agriculteurs, une modification de son matériel et de ses méthodes de travail mais aussi des aménagements pour les autres acteurs de la filière agricole (transformateurs et distributeurs). En parallèle, les alternatives à l'irrigation par aspersion sont plus coûteuses à mettre en place, nécessitent des compétences spécifiques et ne conviennent pas à tous les types de culture (Gontard, 2021). Cette interdépendance entre assolement et techniques d'irrigation complexifie l'évolution des pratiques chez les agriculteurs. Ainsi, l'évolution de leurs pratiques d'irrigation ne peut pas se comprendre indépendamment du régime sociotechnique de l'irrigation par les eaux conventionnelles dans lequel ils se situent.

Au-delà des composantes techniques citées plus haut, le RST est également stabilisé par des dispositifs sociaux. Afin de préserver la ressource et maintenir la production agricole, la gestion collective de l'irrigation tend à se diffuser. La mise en place d'un Organisme Unique de Gestion Collective (OUGC) est obligatoire en Zone de Répartition des Eaux (là où l'état de la ressource est critique), mais tend aussi à se diffuser en dehors de ces zones. Ces OUGC décident de règles de répartition entre agriculteurs d'un volume prélevable réservé à l'irrigation. Les Commissions Locales de l'Eau (CLE), en place dans tous les bassins versants, sont aussi des organismes permettant une certaine concertation entre usagers de la



ressource en eau. Ces arènes de concertation et de négociation permettent de fixer des règles de partage de l'eau inter-usages et accordent ainsi une stabilité au RST de l'irrigation en évitant que les périodes de pression sur l'eau n'entraînent des conflits entre agriculteurs et autres usagers (eau potable, industrie, milieux aquatiques) (Carrausse, 2022). Cependant, le cadrage opéré par ces arènes peut connaître des débordements. C'est ainsi qu'en mars 2023 l'annonce de la construction de grandes réserves de substitution pour l'irrigation agricole a déclenché de vifs affrontements entre manifestants et forces de l'ordre à Sainte-Soline dans les Deux-Sèvres.

L'irrigation avec des eaux conventionnelles est organisée par des règles et des institutions permettant de partager la ressource entre les usagers, d'une technologie connue par les agriculteurs et adaptée aux différents types de culture et de réseaux d'acteurs qui structurent le développement et l'utilisation des technologies et apportent au RST une certaine stabilité dans le temps.

Cette stabilité s'illustre à la fois par la constance des modes d'irrigation dans le temps (irrigation de surface, aspersion), des types de culture irriguées (malgré quelques variations en proportion, les cultures principales restent le maïs, les pommes de terre et le blé) ou encore par la continuité des réglementations encadrant l'irrigation, même si elles font l'objet d'actualisation (premières lois dans le Code Rural datée de 1960 ; dernière mise à jour en 2023 avec le décret n°2023-735 relatif à l'irrigation des vignes).

### [Le paysage socio-technique des évolutions de l'agriculture](#)

Pour l'heure, le RST de l'irrigation permet de répondre aux exigences de productivité en vigueur dans le secteur agricole, et n'est que marginalement impacté par les incertitudes portant sur la disponibilité de la ressource en eau pour l'irrigation. Cependant, l'environnement économique, écologique et politique dans lequel il s'est développé change et contraint certaines pratiques agricoles à évoluer. Dans le cadre de la PMN, cet environnement général dans lequel se développe le RST s'appelle le paysage socio-technique (PST). Ici il intègre à la fois l'organisation du monde rural et du monde de l'agro-industrie, les infrastructures et institutions agricoles, ainsi que la culture des sociétés et les événements macroéconomiques et politiques qui échappent à l'influence directe des acteurs du régime et de la niche. L'évolution du PST se fait sur le long terme et structure fortement les activités des groupes sociaux.

L'irrigation telle que nous la connaissons aujourd'hui (à partir des eaux conventionnelles) a permis de sécuriser les productions en volume et en qualité, garantissant ainsi une régularité de la production et la qualité commerciale des produits. Cependant, le changement climatique transforme profondément ce paysage socio-technique. A cause de l'augmentation de l'évapotranspiration des plantes, de la perte de régularité des précipitations, de l'augmentation de la fréquence des événements extrêmes (sécheresses, crues et inondations) ou encore de la baisse du débit moyens des rivières, la ressource en eau se fait plus rare en

période estivale alors que les besoins du secteur agricole augmentent. L'usage de l'eau pour l'agriculture se retrouve donc en concurrence avec d'autres usages.

Si ce contexte semble appeler à des transformations profondes des politiques publiques relatives au partage de l'eau, force est de constater une certaine ambivalence des évolutions politiques à l'œuvre. La directive cadre sur l'eau, traduite en France en 2006 dans le cadre de la loi sur les milieux aquatiques, qui vise à restaurer et maintenir le bon état écologique des milieux aquatiques constitue un engagement politique significatif en direction d'une restriction de l'irrigation agricole. Elle limite en effet les possibilités de retenues d'irrigation en agriculture. Cependant, le travail politique des organisations syndicales agricoles, et en particulier de la FNSEA, amène progressivement à une requalification de la question de l'irrigation à l'aune de l'impératif d'adaptation au changement climatique (A. Thomas, 2020). Ainsi, aux échelles locales comme nationale, les réserves d'irrigation se voient défendues pour d'autres fonctions (préservation de la souveraineté alimentaire, lutte contre les incendies, gestion des étiages). Ce processus politique traduit la prévalence des enjeux productifs (garantir la production agricole via l'usage de l'eau) dans un contexte climatique plus contraignant, sur celui de préservation de la ressource en eau. Cet équilibre ambigu est acté dans le plan eau de 2023, à travers une équivalence notable entre les moyens alloués à la promotion de pratiques économes en eau en agriculture (30 millions d'euros) et ceux à l'entretien des ouvrages de stockage pour l'irrigation (30 millions d'euros également).

Dans le même temps, les évolutions de la politique agricole visent à réduire l'incitation publique à la maximisation de la production et à promouvoir, via le second pilier de la PAC, des pratiques et investissements plus écologiques (et notamment plus économes en eau). Cependant, l'effectivité de ces inflexions est questionnée (Bonnal & Boutry, 2016). Une analyse des effets des politiques publiques sur l'irrigation sur la période 2003-2009 montrait alors que seules les mesures de restriction avaient des effets sur la consommation d'eau d'irrigation. Pour le reste, les autrices estiment que la valeur de produits issus des cultures irriguées amène les producteurs à opter pour des attitudes de sécurisation de la production. Ainsi, malgré ses évolutions, on peut interroger l'efficacité de l'arsenal politique dans l'évolution du régime de l'irrigation agricole.

Par ailleurs, ces 30 dernières années, la production agricole a augmenté en volume mais diminué en valeur<sup>2</sup> avec de fortes fluctuations d'une année sur l'autre. Au cours de la décennie 1990, le volume des productions agricoles a augmenté de 10% avant de se stabiliser ces 20 dernières années. Les prix à la production ont cependant pesé sur la valeur. Ces derniers ont baissé de 20% pour les produits végétaux et de 25% pour les produits animaux (Mercier & Tremblay, 2022). Cette conjoncture récente de diminution de la valeur des productions agricoles constitue une incitation forte pour les agriculteurs à sécuriser leur production, et donc à irriguer.

---

<sup>2</sup> La valeur est dépendante du volume de production et du prix unitaire à la production.

## La REUT, une technologie de niche

Dans le cadre de la perspective multi-niveaux, les technologies de niches renvoient à des innovations dont toutes les caractéristiques ne sont pas encore fixées et dont l'usage n'est, par conséquent, pas ou peu répandu dans la société. Elles sont encore en phase de calibrage et sont donc peu performantes en l'état. Pendant cette période, elles évoluent en marge du marché grâce au soutien et à la protection d'un réseau d'acteurs dévoués qui croit dans son potentiel. Ce soutien est souvent apporté par les pouvoirs publics (sous la forme de subventions) ou par des entreprises privées (sous la forme d'investissements stratégiques).

Le contexte climatique, certains engagements politiques ainsi qu'une réflexion vive relative au partage de l'eau, à la fois dans les milieux agricoles et la société civile, constituent un terreau fertile à l'émergence de niches relatives à l'agriculture irriguée. Ces dernières sont variées. Elles concernent des choix d'assolement, de systèmes culturaux économes (choix de variétés économes, pratiques d'agriculture de conservation...), des choix de matériel et le développement d'infrastructures d'irrigation (retenues d'eau, goutte à goutte...), ou encore des dispositifs de pilotage pour une irrigation de précision (Serra-Wittling et al., 2020). Ces niches font l'objet d'investissements scientifiques, de controverses dans l'espace public, d'engagements professionnels et sociaux. Ce contexte de compétition entre alternatives face à l'enjeu d'économiser l'eau ne peut être ignoré dans l'analyse des conditions de déploiement de la REUT. La REUT est une des niches en cours de maturation, dont la stabilisation dépend à la fois de la place relative des autres alternatives et d'une forme d'ajustement des règles qui régissent ces dispositifs à celles du RST (Darnhofer, 2015).

Aujourd'hui, la REUT fait déjà partie des pratiques de certains agriculteurs. On parle de REUT informelle lorsque les eaux usées ne répondent pas aux obligations réglementaires en vigueur. On parle aussi de REUT de facto lorsque les agriculteurs s'approvisionnent dans des cours d'eau dont le débit en période d'étiage est assuré en grande partie par les rejets des STEP, même s'ils n'ont pas dans ce cas connaissances d'irriguer à partir d'EUT. Outre ces formes de REUT non-réglées et parfois involontaires, le dispositif apparaît comme une des niches d'innovation du régime de l'irrigation agricole. Cependant, la technologie compatible avec la réglementation à un coût abordable n'est pas encore disponible, le modèle économique de la REUT (qui investit ? qui paye ?) n'a pas encore été éprouvé. Elle reste cantonnée à des sites d'expérimentation et ne concerne que quelques hectares et agriculteurs. Le recours aux EUT échappe aux pratiques habituelles d'irrigation et la REUT existe en dehors des structures (techniques et institutionnelles) classiques de l'irrigation agricole par les eaux conventionnelles, c'est-à-dire en dehors du RST. Dans les parties suivantes, nous analysons sous quelles conditions cette niche est susceptible de se développer.

## II. Incertitudes relatives à la REUT : qu'est ce qui peut permettre de stabiliser la niche ?

Le développement de la niche REUT est soumis à de nombreuses incertitudes sur ses propres caractéristiques, mais aussi sur l'évolution du RST et du PST. Le cadre d'analyse proposé par la PMN permet d'étudier les interactions entre ces différents éléments.

Si les innovations de niche ne sont pas intégrées dans le RST c'est, entre autres, parce que les règles qui régissent leurs usages ne sont pas encore stabilisées. Ces règles permettent la coordination et la structuration des activités. Elles peuvent être cognitives, c'est-à-dire des mots, des concepts, des signes, qui permettent aux acteurs de structurer leur perception de la réalité, de cadrer le sens qu'ils apportent à leur environnement, d'interagir entre eux et avec leurs environnements. Elles peuvent aussi être normatives, c'est-à-dire liées aux valeurs, normes ou attentes des acteurs concernant leurs rôles, devoirs, droits ou responsabilités. Enfin, il existe des règles formelles telles que la réglementation en vigueur sur le territoire. Chacun de ces types de règles varie en fonction des groupes sociaux concernés. Pour se stabiliser, l'innovation de niche doit créer les règles cognitives, normatives et formelles qui encadreront son usage. Ce n'est qu'une fois ce travail de consolidation fait qu'elle pourra convaincre plus largement les acteurs et se répandre dans la société.

En dehors des REUT informelles ou de facto, l'innovation de niche REUT n'est en effet pas régie par les règles cognitives et normatives habituelles du régime. Elle nécessite d'utiliser une ressource (les eaux usées) et des technologies (de traitement notamment) différentes de celles employées dans le RST. Aujourd'hui, une fois collectées, les eaux usées sont traitées avant d'être rejetées le plus souvent dans les fleuves et rivières, avec des technologies de traitement qui varient en fonction des usages faits des EUT (notamment le type de milieu aquatique où elles sont déversées). La mise en place de la REUT nécessite d'atteindre des niveaux de traitement plus élevés que ceux actuellement pratiqués et oblige les stations d'épurations à modifier leurs pratiques (en ajoutant des traitements secondaires et tertiaires par exemple). Au-delà des différences dans le traitement des eaux usées, le dispositif peut aussi nécessiter de changer une partie du matériel d'irrigation (les sprinklers sont souvent interdits pour certaines cultures afin de limiter le risque de contamination), de transformer les pratiques de fertilisation pour valoriser les nutriments présents dans les EUT et impose de procéder à des contrôles réguliers de la qualité de leurs EUT et de leurs cultures. Au total, les règles cognitives et normatives associées au régime de l'irrigation sont bouleversées par l'innovation de niche REUT. Elles le sont pour les agriculteurs qui voient leur pratique de l'irrigation associée à de nouveaux rôles (fertilisation des sols), de nouvelles attentes (le prélèvement d'eau toute l'année car les flux sortant des STEP sont relativement constants, ce qui nécessite parfois de stocker l'eau) et de nouvelles responsabilités (sanitaires notamment). Elles le sont aussi pour les consommateurs qui peuvent associer de nouvelles valeurs à l'achat de produits irrigués, perçus comme plus écologiques s'ils réutilisent des EUT, mais aussi comme potentiellement plus risqués (Savchenko et al., 2019).

Les règles formelles qui encadrent le développement de la REUT sont en évolution perpétuelle. Au niveau international, l'OMS a produit 3 versions de ses directives (1973, 1989, 2006). Au niveau national, les exigences minimales en matière de traitement des eaux usées à des fins de réutilisation agricoles et d'arrosage des espaces verts ont été définies pour la première fois par l'arrêté du 2 août 2010 avant d'être remplacé par celui du 25 juin 2014 (intégrant la possibilité d'avoir recours à l'irrigation par aspersion). Au niveau européen, les débats sur l'encadrement de la REUT ont été initiés en 2012. Ces derniers ont abouti en mai 2020 au vote du règlement européen sur les exigences minimales applicables à la réutilisation de l'eau. Alors qu'un règlement est censé s'appliquer en l'état, il a été transcrit dans le droit français par 2 arrêtés en décembre 2023. Au-delà de l'instabilité et du flou généré par la multiplication des textes réglementaires, on observe à l'échelle nationale une tendance au durcissement des exigences en termes de qualité d'eau. Schématiquement, les seuils de concentration à atteindre en microorganismes ont été divisés par 100 entre les arrêtés de 2014 et 2023. En contrepartie, dans la continuité des propositions de l'OMS de 2006, le règlement européen comme les arrêtés de 2023 intègrent la possibilité de mettre en place une gestion intégrée des risques via la mise en place de « *barrières* » supplémentaires. Ces dernières peuvent être déployées en complément du traitement standard lorsque les exigences de qualité minimales ne sont pas remplies. Elles renvoient à tout moyen (en amont ou en aval de la REUT) permettant d'éviter que l'eau de récupération n'entre en contact avec les produits à ingérer ou avec les personnes directement exposées (voir définition RE 2020/741 – article 3 - 12). Le choix des cultures, les modes d'irrigation, la distanciation temporelle ou physique pour limiter l'exposition, les traitements post-récolte (séchage, lavage à l'eau, pelage, cuisson, etc) sont des exemples de barrières (encadrées par la norme ISO 16075). L'introduction de cette gestion intégrée du risque pourrait permettre de réduire la pression sur la qualité des EUT mais nécessite une gestion collective des risques potentiellement difficile à établir (Lazarova et al., 2013; A. R. Thomas et al., 2024).

Au-delà de l'agriculture, le champs des usages associés à la REUT a été élargi avec les décrets du 10 mars 2022 puis du 29 août 2023 (autorisant l'usage d'EUT pour le nettoyage de la voirie, l'hydrocurage des réseaux ou la recharge de nappe), les exigences de traitement des eaux usées ont été revues à la hausse. Ce durcissement des exigences, jugé disproportionné par certains, pourrait entraver le développement de la REUT en France (Harmand et al., 2022). Le secteur fait donc face à des injonctions contradictoires. D'un côté, le gouvernement exprime sa volonté de développer massivement le dispositif (plan Eau), de l'autre le cadre réglementaire évolue, faisant planer des incertitudes sur l'avenir de la REUT. Les règles formelles qui encadrent son fonctionnement doivent encore se stabiliser pour permettre aux acteurs de se projeter dans le dispositif sur le long terme.

Outre ces règles cognitives, normatives et formelles qui doivent se stabiliser, d'autres incertitudes d'ordre technico-économiques empêchent encore la REUT de s'intégrer au RST de l'irrigation agricole. Ces incertitudes sont susceptibles d'être réduites progressivement au fur et à mesure de la tenue des expérimentations. Les stations d'épuration avec lesquelles

peuvent s'associer les irrigants sont situées dans des espaces ruraux avec peu de densité de population. La production d'EUT y est donc moins importante que dans les stations d'épuration urbaines et, devant la forte saisonnalité des besoins en eau des agriculteurs, des questions d'adéquation entre offre et demande se posent. Pour résoudre ce problème une solution pourrait être de stocker une partie des EUT produites au moment où les besoins des agriculteurs sont faibles afin de pouvoir les redéployer à la période estivale. Or, les volumes de stockage sont sensiblement plus importants pour les projets agricoles que pour ceux liés aux espaces verts (Lombard Latune & Bruyere, 2023). Il serait intéressant de savoir dans quelle mesure le stockage des EUT pourrait être réalisé par les bassins de lagunages qui sont associés à la plupart des projets de REUT agricoles (Lombard-Latune & Bruyère, 2023)

Au-delà de ce problème de saisonnalité de la demande, le modèle économique associé à la REUT agricole reste à construire et le manque d'évaluation du coût du traitement des EUT complique sa consolidation (seulement 20% des projets étudiés en 2023 par Lombard Latune et Bruyère avaient mené cette évaluation). Aujourd'hui, nous savons que les usagers contribuent peu au financement des coûts de fonctionnement de la REUT mais nous ignorons comment se répartissent les coûts d'investissement initiaux (Lombard-Latune & Bruyère, 2023). Devant les coûts importants associés à ce type de projet il est crucial de disposer de ces informations pour s'assurer de la viabilité économique de la REUT. Il est probable que cette viabilité ne soit atteinte que pour certaines cultures -celles qui nécessitent moins de traitement, et moins de changements dans les pratiques des irrigants, ou pour lesquelles l'alternative est le recours à l'onéreuse eau potable (comme à Noirmoutier). Il est aussi nécessaire de comparer ces coûts aux dispositions à payer des agriculteurs pour un apport en eau constant au cours de l'année.

La REUT présente également des incertitudes sur le plan environnemental. L'objectif de la REUT est de réduire les pressions sur la ressource en eau, or les EUT rejetées par les stations d'épuration constituent pour certains milieux aquatiques un apport indispensable pour maintenir la biodiversité qu'ils contiennent. A la période estivale, la REUT pourrait priver ces milieux d'une partie importante de leur débit d'étiage, risquant ainsi de compromettre l'équilibre de leur écosystème. De plus, l'atteinte des niveaux de qualité demandés par la réglementation nécessite la mise en œuvre de traitements complémentaires, coûteux d'un point de vue économique et environnemental car ils réclament beaucoup d'énergie (entre 3 et 7% des émissions de GES des villes sont déjà liées à l'assainissement de l'eau) (Laperche, 2022).

Que ce soit pour construire un modèle économique viable ou pour s'assurer de son innocuité à long terme, la REUT nécessite encore des arrangements pour intégrer le RST. Malgré toutes ces incertitudes caractéristiques d'une innovation de niche, les évolutions du PST (notamment le changement climatique) exercent une pression sur le RST de l'irrigation agricole qui pourrait permettre à la REUT de poursuivre son développement et de diminuer la pression sur les eaux conventionnelles. La REUT fait ainsi partie d'un ensemble de solutions (sobriété, agriculture

de précision...) à déployer en complément ou à la place de l'irrigation avec les eaux conventionnelles. Pour cela, pérenniser le dispositif passe nécessairement par la mobilisation des parties prenantes.

### III. Mobiliser les agriculteurs dans les dispositifs de REUT

Au-delà des incertitudes qui entourent le développement de la REUT, la mobilisation des parties prenantes, c'est-à-dire des producteurs et utilisateurs des eaux usées traitées ainsi que toute autre personne intervenant dans la mise en œuvre du projet d'utilisation des EUT, est un élément clé. Ces parties prenantes sont nombreuses et sont en partie différentes de celles intervenant dans le régime d'utilisation des eaux conventionnelles pour l'irrigation (Noury, 2021). Ici nous nous concentrons sur les déterminants (et potentiellement les freins) à l'engagement des agriculteurs dans des projets de REUT. Ces derniers sont les acteurs dont les activités sont les plus bouleversées par la mise en place du dispositif (notamment au niveau de la transformation des pratiques et des outils) mais aussi les plus concernés par les pressions sur le RST (notamment l'augmentation de la fréquence des épisodes de sécheresse et restrictions d'accès aux eaux conventionnelles) et les risques sanitaires associés aux EUT (Ofori et al., 2021). En tant qu'utilisateurs des EUT il s'agit donc d'une population dont la mobilisation est déterminante pour le déploiement du dispositif. Mais cette mobilisation des agriculteurs se heurte à plusieurs freins potentiels, qui peuvent être levés comme en témoigne la littérature internationale sur le sujet.

#### Incertitudes relatives aux modèles économiques : garantir l'intérêt des agriculteurs

Darnhofer (2015) évoque l'importance pour que les niches se stabilisent de tenir compte du processus d'alignement entre le projet et les intérêts des participants. Cela suppose d'animer un processus d'apprentissage et de réflexivité relatif aux valeurs et représentations des participants concernant l'usage de l'eau, à leurs pratiques et les conditions de leur transformation, aux intérêts des parties-prenantes pour le projet et au rôle qu'ils y jouent. L'implication n'est garantie que si chaque acteur peut améliorer sa situation, et ce en tenant compte des incertitudes liées à la transition. Certains agriculteurs pourront se mobiliser pour participer à l'aboutissement de projets de REUT s'ils jugent que la transition de leurs pratiques vers des assolements et pratiques plus économes en eau est un scénario moins désirable. Cet engagement dépendra aussi du potentiel accès à d'autres eaux non conventionnelles à la place de la REUT.

Dans le cas où le recours à la REUT est un scénario qui semble préférable aux alternatives précédemment citées, les agriculteurs concernés par un projet de REUT doivent évaluer leur consentement à payer et leur capacité à investir pour l'accès à cette ressource alternative. Dans les projets agricoles actuellement en fonctionnement, les agriculteurs participent peu au financement des coûts de fonctionnement mais les informations manquent encore pour ce qui est des coûts d'investissement (Lombard-Latune & Bruyère, 2023). Comme nous l'avons observé plus haut, le modèle économique des projets de REUT reste à construire et plusieurs répartitions des coûts sont possibles entre les acteurs publics (sous la forme de subvention)

et privés (les opérateurs de stations d'épuration et les agriculteurs). Néanmoins, il est important de noter que généralement les acteurs s'attendent à payer moins cher pour des EUT que pour des eaux conventionnelles car ils estiment qu'elles sont de moins bonne qualité et qu'elles restreignent plus leurs usages (Po et al., 2003). Avec l'augmentation des événements extrêmes liés au réchauffement climatique, la disposition à payer des agriculteurs pour un apport en eau sécurisé tout au long de l'année est susceptible d'augmenter substantiellement (Villanueva & Gómez-Limón, 2023). L'engagement des agriculteurs est donc susceptible de dépendre de la fréquence des restrictions sur les prélèvements en eaux conventionnelles.

### Incertitudes et jugements face aux risques : les enjeux réglementaires et cognitifs

Les coûts associés à la REUT ne sont pas nécessairement les seuls freins qui peuvent entraver l'engagement des agriculteurs dans ce type de dispositif. Se pose notamment la question de l'exposition à un potentiel risque sanitaire. Si la réglementation permet de fortement limiter ce risque, elle n'influence pas toujours les perceptions du risque. En effet, la population (ici les agriculteurs irrigants et les consommateurs de leurs produits) a tendance à surestimer le risque par rapport aux estimations des scientifiques. Ils y intègrent notamment leurs incertitudes, leurs craintes, la maîtrise qu'ils ont de la situation ou encore leur désir d'équité face aux conséquences des risques sanitaires (Slovic, 1998; Po et al., 2003). Ces perceptions peuvent être influencées par une méconnaissance du traitement des eaux usées. En France moins d'un tiers de la population sait ce que deviennent les eaux usées (Centre d'information sur l'eau, 2022). Il y a donc un enjeu très important à communiquer autour du traitement des eaux usées. Par ailleurs, le risque perçu peut également être influencé par le dégoût ressenti par les utilisateurs au contact des EUT. Cette sensation d'inconfort (appelé *facteur beurk* dans la littérature) est un processus émotionnel intuitif profondément ancré chez l'individu. Cependant il n'est pas immuable car il est lié à des processus de représentations sociales (Noury, 2021). Il y a donc une attention à porter au risque (réel ou perçu) acceptable pour l'agriculteur.

### Les dispositifs d'apprentissage et de jugement

Tout d'abord, il convient de mieux informer les agriculteurs sur le traitement des eaux usées, mais aussi les consommateurs de produits irrigués. Par cette communication, l'objectif est à la fois de permettre aux agriculteurs de revoir leurs croyances sur les risques associés à la REUT et aux consommateurs de déconstruire leurs aprioris sur les produits irrigués avec des EUT. Il est à noter que la formation des jugements des agriculteurs sur les projets de REUT peut être influencée par l'émetteur des informations (Tarawneh et al., 2024; Whiting et al., 2019). Whiting et al (2019) ont observé que lorsque des scientifiques fournissaient des informations sur des produits ayant été irrigués avec des EUT, les participants répondaient moins favorablement que lorsque l'information était relayée par les journaux. Bien que ces résultats (obtenus sur une population américaine) ne soient pas nécessairement transposables en France, ils rappellent que le choix de l'organisme ou de l'acteur qui



communiqué sur le dispositif est crucial. En fonction de la confiance qui leur est accordée le message sera plus ou moins bien accueilli (Noury, 2021).

La présentation de l'information sous forme de rapport bénéfices/risques associés à la REUT est aussi pertinente, notamment dans un contexte où l'accès aux eaux conventionnelles va subir des contraintes de plus en plus fortes (quantité et qualité), augmentant ainsi les bénéfices d'avoir accès à une eau sécurisée.

Le partage d'informations sur la réussite de projets similaires est aussi important. L'information via des sites de démonstrations peut permettre aux parties prenantes de se familiariser avec la technologie et d'en apprécier les bénéfices (Bouwma et al., 2022; Ricart et al., 2019). À titre d'exemple, le démonstrateur territorial ACTE porté par la Chambre d'agriculture des Pays de Loire et financé par France 2030 et la Région des Pays de la Loire a testé une méthode de dialogue territorial dans la commune de Machecoul-Saint Même en Loire Atlantique. Il s'agissait d'informer les parties prenantes locales d'une étude en cours sur le potentiel usage des EUT à des fins agricoles et de réfléchir collectivement autour des usages de cette nouvelle ressource en eau. Un article expliquant le contexte et le contenu de l'étude a également été publié dans le journal municipal. La phase de qualification n'a pas conclu à une possible utilisation de l'eau de la STEP de Machecoul pour irriguer des cultures maraichères à proximité, pour des raisons à la fois économiques et d'impact environnemental. En revanche, l'espace de dialogue territorial a permis d'initier un réseau d'acteurs locaux autour de la REUT, et un cadre d'expression de leurs craintes et attentes. Le projet ACTE a permis de tester une méthodologie de qualification d'usages agricoles pour la REUT mais aussi un processus cadré de dialogue à l'échelle d'un territoire, qui pourrait essaimer dans d'autres territoires. Cette expérience ACTE illustre le propos de Darnhofer (2015) qui pointe l'importance de créer des nouveaux réseaux pertinents pour la niche. C'est d'autant plus pertinent que nous avons explicité plus haut que les réseaux d'acteurs de la REUT sont largement différents de ceux du RST de l'irrigation. Il est crucial de proposer aux agriculteurs des espaces de réflexion dans lesquels ils pourront juger de la pertinence de la REUT pour leurs exploitations, au regard des conséquences sur leur système de production (Duong & Saphores, 2015; Morris et al., 2021; Noury & Seguin, 2021).

## Conclusion

Avec le cadre d'analyse de la perspective multi-niveaux, nous avons étudié les conditions dans lesquelles la REUT pourrait contribuer à réduire la pression de l'irrigation agricole sur la ressource en eau. Le changement climatique réduisant la disponibilité des eaux conventionnelles et les annonces politiques du plan eau de 2023 semblent constituer des opportunités pour le dispositif. Cependant, la REUT doit encore être expérimentée pour que les règles cognitives, normatives et formelles qui entourent son usage se stabilisent.

L'expérimentation doit permettre de réduire les incertitudes concernant les innovations techniques et organisationnelles compatibles avec une gestion intégrée des risques, ainsi que celles relatives aux effets à long terme sur la santé et l'environnement.

Un des axes d'évolution majeur du dispositif pourrait être la mise en place d'une gestion intégrée du risque. Cette dernière, en mobilisant des barrières appropriées et la vigilance des parties prenantes, pourrait permettre de réduire les exigences en niveau de traitement et donc améliorer la viabilité économique des projets. Ceci nécessite de nouvelles évolutions réglementaires, et une gestion collective difficile à établir. Cette stabilisation de la niche REUT autour de ces règles pourrait contribuer à générer un environnement favorable à la mobilisation des parties prenantes et notamment des agriculteurs, dans les contextes où la REUT est une innovation pertinente et viable pour soulager la pression sur les eaux conventionnelles. Mais puisque les contextes locaux favorables à la REUT resteront limités, ces réflexions doivent s'accompagner d'un questionnement sur la transition agroécologique de l'agriculture. La REUT à elle seule ne peut pas assurer la disponibilité d'une eau de qualité en quantité suffisante partout en France. Les évolutions des pratiques agricoles pour produire sans irrigation doivent être imaginées en parallèle des innovations pour l'usage d'eaux non conventionnelles pour l'irrigation.

## Annexe

### Annexe 1 : Surface irriguée par culture en 2020

	Surface irriguée	Part de la culture dans la surface irriguée totale (en %)
<b>Maïs grain et maïs semence</b>	590 386	32,32
<b>Blé</b>	216 599	11,86
<b>Légumes frais, fraises, melons</b>	152 741	8,36
<b>Cultures permanentes</b>	131 715	7,21
<b>Maïs fourrage et autres cultures fourragères annuelles</b>	125 769	6,89
<b>Autres céréales</b>	107 738	5,9
<b>Prairies temporaires et surfaces toujours en herbe</b>	74 564	4,08
<b>Pommes de terre</b>	86 185	4,72
<b>Betteraves industrielles</b>	50 299	2,75
<b>Vignes</b>	69 333	3,8
<b>Tournesol</b>	46 041	2,52
<b>Soja</b>	71 109	3,89
<b>Colza</b>	27 565	1,51
<b>Autres cultures</b>	76 388	4,18
<b>Total</b>	1 826 432	100

Source : Graph'agri 2023 – AGRESTE

En bleu, les cultures les plus consommatrices d'eau selon l'INRAE.

## Références

- Agence régionale de la biodiversité Nouvelle Aquitaine. (2022). *Réutilisation des eaux usées traitées, Dossier d'actualité mars 2022*. <https://www.biodiversite-nouvelle-aquitaine.fr/un-nouveau-decret-recemment-paru-encadre-les-nouveaux-usages-pour-la-reutilisation-des-eaux-usees-traitees/>
- Al-Hazmi, H. E., Mohammadi, A., Hejna, A., Majtacz, J., Esmaili, A., Habibzadeh, S., Saeb, M. R., Badawi, M., Lima, E. C., & Maĳinia, J. (2023). Wastewater reuse in agriculture : Prospects and challenges. *Environmental Research*, 236, 116711. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116711>
- Bonnal, L., & Boutry, O. (2016). L'environnement institutionnel a-t-il un impact sur les pratiques d'irrigation ? : Une analyse économétrique sur les exploitations de Charente-Maritime. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, Décembre(5), 947-976. <https://doi.org/10.3917/reru.165.0947>
- Bouwma, I., Wigboldus, S., Potters, J., Selnes, T., van Rooij, S., & Westerink, J. (2022). Sustainability Transitions and the Contribution of Living Labs : A Framework to Assess Collective Capabilities and Contextual Performance. *Sustainability*, 14(23), Article 23. <https://doi.org/10.3390/su142315628>
- Caquet, T., Gascuel, C., Huyghe, C., Mollier, P., Nicaud, S., Sauquet, E., Soulard, C., Hinsinger, P., Naaim, M., Molenat, J., & Bertuzzi, P. (2022). L'agriculture va-t-elle manquer d'eau ? In "Ressources" n°2, la revue INRAE (p. 14-45). <https://doi.org/10.17180/8VA4-2718>
- Carrausse, R. (2022). Face à la pénurie d'eau dans le Marais poitevin : Dispositifs de gestion et trajectoire conflictuelle de réserves de substitution pour l'irrigation agricole. *Natures Sciences Sociétés*, 30(3-4), 254-264. <https://doi.org/10.1051/nss/2023005>
- Centre d'information sur l'eau. (2022). *Baromètre annuel d'opinion ; les Français et l'eau, enquête nationale 2022*.
- Cours des comptes européennes. (2021). *Rapport spécial 20/2021 : La PAC et l'utilisation durable de l'eau dans l'agriculture : Des fonds davantage susceptibles d'encourager à consommer plus qu'à consommer mieux (page 8)*. <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/cap-water-20-2021/fr/>
- Darnhofer, I. (2015). Socio-technical transitions in farming : Key concepts. *Transition pathways towards sustainability in agriculture: case studies from Europe*, 17-31. <https://doi.org/10.1079/9781780642192.0017>
- Duong, K., & Saphores, J.-D. M. (2015). Obstacles to wastewater reuse : An overview. *WIREs Water*, 2(3), 199-214. <https://doi.org/10.1002/wat2.1074>
- Geels, F. W. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems : Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research Policy*, 33(6), 897-920. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.015>
- Geels, F. W., & Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36, 399-417.

- Gontard, F. (2021). La recherche de l'efficience maximum de l'eau, un objectif à ne pas déconnecter d'une vision intégrée du système de production: *Sciences Eaux & Territoires, Numéro 34(4)*, 90-93. <https://doi.org/10.3917/set.034.0090>
- Harmand, T., Harmand, J., & Bouin, F. (2022). *La réutilisation des eaux usées traitées en droit interne et européen : Historique et perspectives*. <https://hal.science/hal-04174003>
- INSEE. (2024). *Transformations de l'agriculture et des consommations alimentaires*. INSEE.
- Kamel, I. M., & El Bilali, H. (2022). Sustainability transition to organic agriculture through the lens of the multi-level perspective : Case of Egypt. *Organic Agriculture, 12(2)*, 191-212. <https://doi.org/10.1007/s13165-022-00391-5>
- Laperche, D. (2022). Gaz à effet de serre des services eau et assainissement : Quels leviers pour l'atténuation ? *Actu Environnement*. <https://www.actu-environnement.com/ae/news/Gaz-effet-de-serre-services-eau-assainissement-leviers-attenuation-39923.php4>
- Lazarova, V., Asano, T., Bahri, A., & Anderson, J. (2013). *Milestones in Water Reuse : The Best Success Stories*. IWA Publishing. <https://doi.org/10.2166/9781780400716>
- Lombard Latune, R., & Bruyere, M. (2023). *Panorama de la réutilisation des eaux usées traitées en France en 2022*. <https://www.epnac.fr/media/files/reut/panorama-reut-2022-epnac>
- Magrini, M.-B., Martin, G., Magne, M.-A., Duru, M., Couix, N., Hazard, L., & Plumecocq, G. (2019). Agroecological Transition from Farms to Territorialized Agri-Food Systems : Issues and Drivers. In J.-E. Bergez, E. Audouin, & O. Therond (Éds.), *Agroecological Transitions : From Theory to Practice in Local Participatory Design* (p. 69-98). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-01953-2\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-01953-2_5)
- Markham, T., & Zechman Berglund, E. (2024). Sociotechnical Transitions in Water Systems : Applying the Multi-Level Perspective to Characterize the Transition from Centralized to Dual System Water Supply. *World Environmental and Water Resources Congress 2024*. <https://doi.org/10.1061/9780784485477.094>
- Mercier, E., & Tremblay, D. (2022). *Évolution du revenu agricole en France depuis 30 ans, facteurs d'évolution d'ici 2030 et leçons à en tirer pour les politiques mises en œuvre par le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation* (No. 21040). Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux. <https://agriculture.gouv.fr/evolution-du-revenu-agricole-en-france-depuis-30-ans>
- Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires. (2023). *53 Mesures pour l'eau*. <https://www.ecologie.gouv.fr/plan-action-gestion-resiliente-et-concertee-eau>
- Morris, J. C., Georgiou, I., Guenther, E., & Caucci, S. (2021). Barriers in Implementation of Wastewater Reuse : Identifying the Way Forward in Closing the Loop. *Circular Economy and Sustainability, 1(1)*, 413-433. <https://doi.org/10.1007/s43615-021-00018-z>
- Noury, B. (2021). *Acceptabilité sociale et communication participative : Le cas de la réutilisation des eaux usées traitées dans le Luberon* [PhD Thesis, Aix-Marseille]. <https://www.theses.fr/2021AIXM0337>

- Noury, B., & Seguin, L. (2021). Participation et construction de l'acceptabilité sociale : Fantasme ou réalité ? *Sciences Eaux & Territoires*, 35(1), 42-45. <https://doi.org/10.3917/set.035.0042>
- Ofori, S., Puškáčová, A., Růžičková, I., & Wanner, J. (2021). Treated wastewater reuse for irrigation : Pros and cons. *Science of The Total Environment*, 760, 144026. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144026>
- Po, M., Kaercher, J. D., & Nancarrow, B. E. (2003). *Literature review of factors influencing public perceptions of water reuse* (Technical report No. 54/03). CSIRO Land and Water.
- Ricart, S., Rico, A. M., & Ribas, A. (2019). Risk-Yuck Factor Nexus in Reclaimed Wastewater for Irrigation : Comparing Farmers' Attitudes and Public Perception. *Water*, 11(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/w11020187>
- Savchenko, O. M., Kecinski, M., Li, T., & Messer, K. D. (2019). Reclaimed water and food production : Cautionary tales from consumer research. *Environmental Research*, 170, 320-331. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.12.051>
- Serra-Wittling, C., Baralla, S., Bravo Dominguez, I., Drastig, K., Ghinassi, G., Guillot, S., Nagy, A., Nagy, V., Popova, Z., & Topçu, S. (2020). Adaptation de l'irrigation au changement climatique dans l'Union européenne : Les actions engagées par les États membres pour économiser l'eau. *Sciences Eaux & Territoires*, Numéro 34(4), 8-17. <https://doi.org/10.3917/set.034.0008>
- Slovic, P. (1998). The risk game. *Reliability Engineering & System Safety*, 59(1), 73-77. [https://doi.org/10.1016/S0951-8320\(97\)00121-X](https://doi.org/10.1016/S0951-8320(97)00121-X)
- Tarawneh, A., Assad, S., Alkhalil, S., & Suleiman, A. (2024). Assessing Acceptance of Treated Wastewater Reuse in Jordan : A Study of Knowledge and Preferences. *Desalination and Water Treatment*, 100030. <https://doi.org/10.1016/j.dwt.2024.100030>
- Thomas, A. (2020). Quelle transition l'eau doit-elle servir ? La politisation de la transition écologique dans les industries hydroélectrique et agricole. *Politix*, 132(4), 155-175. <https://doi.org/10.3917/pox.132.0155>
- Thomas, A. R., Declercq, R., Hassenforder, E., Molle, P., & Lombard-Latune, R. (2024). L'approche multi-barrière comme gestion alternative des risques pathogènes pour la réutilisation des eaux usées traitées. *Techniques Sciences Méthodes*, 5.
- Villanueva, A. J., & Gómez-Limón, J. A. (2023). Heterogeneity in the WTA-WTP disparity for irrigation water reliability. *Water Resources and Economics*, 42, 100219. <https://doi.org/10.1016/j.wre.2023.100219>
- Whiting, A., Kecinski, M., Li, T., Messer, K. D., & Parker, J. (2019). The importance of selecting the right messenger : A framed field experiment on recycled water products. *Ecological Economics*, 161, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.03.004>