



Institut national
de l'économie
circulaire

MAI 2018

L'économie circulaire dans
le petit cycle de l'eau :

**la réutilisation des eaux
usées traitées**

ÉTUDE



SOMMAIRE

INTRODUCTION	5
I. LA REUT, UN PROCÉDÉ D'ÉCONOMIE CIRCULAIRE AU SERVICE DES TERRITOIRES	7
A. Les défis à venir : entre sécheresses et conflits d'usages	7
B. Le principe de la réutilisation des eaux usées traitées	9
C. Un procédé au service des territoires	14
II. GESTION DE L'EAU EN FRANCE ET ACTEURS ADMINISTRATIFS CLÉS	19
A. Retour historique sur la gestion de l'eau en France	19
B. Une planification inclusive et multi acteur qui s'adapte aux différents échelons administratifs	20
C. Prix de l'eau et surveillance : les Agences de l'Eau et l'AFB	29
III. RÉGLEMENTATION DE L'EAU : FRANCE ET INTERNATIONAL	35
A. Les enjeux réglementaires de la REUT	35
B. Les contextes internationaux et nationaux	38
C. Les expertises des agences sanitaires pour accompagner la réflexion nationale	42
D. Le cadre réglementaire en France	42
E. Conclusions et recommandations	50
IV. LA CHAÎNE DE VALEUR, LES OUTILS ET LES FINANCEMENTS DE LA REUT	51
A. Du captage à l'utilisation finale : le « Triple Bilan »	51
B. Analyse des coûts de la REUT	52
C. Qui paye quoi ? Qui est responsable ? Comment fixer le prix de la REUT ?	58
D. Analyses du cycle de vie : aller plus loin que l'ACB	63

SOMMAIRE

V. LA REUT POUR L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE : AXE SUR LE MULTI-USAGE	66
A. L'irrigation pour l'agriculture : peut-on sécuriser les usages locaux grâce à des techniques raisonnées ?	66
B. L'irrigation pour les golfs : un fort potentiel de capitalisation dans un secteur en quête de ressources durables ?	81
C. La REUT pour la recharge de nappe : un potentiel sous-exploité ?	90
D. Explorer la décentralisation : une stratégie portée par l'économie circulaire	97
VI. FREINS, LEVIERS ET RECOMMANDATIONS	104
A. Bénéfices et inconvénients de la REUT	104
B. Identification des freins en Europe et en France	106
C. Pour chaque catégorie de frein, des leviers très concrets	107
ANNEXES	114
I. La REUT, un procédé d'économie circulaire au service des territoires	114
II. Gestion de l'eau en France et acteurs administratifs clés	114
III. Réglementation de l'eau : France et international	116
V. Axe sur le multi-usage	123
VI. Freins, leviers et recommandations	126
GLOSSAIRE	127

AVANT-PROPOS

Le Paquet Européen de l'économie circulaire voté en décembre 2017 et approuvé en 2018. L'un des chapitres de ce plan d'action vise notamment à promouvoir la réutilisation des eaux usées traitées en lui donnant un cadre commun, des outils règlementaires et normatifs destinés à l'ensemble des pays membres. L'objectif est de promouvoir une pratique qui est aujourd'hui minoritaire, quand bien même il s'agisse d'un des leviers centraux pour une protection qualitative et quantitative de nos ressources en eau.

En parallèle, les ministres de l'Agriculture et de l'alimentation et de la Transition écologique et solidaire ont présenté le 19 août 2017 leur plan de gestion quantitative de l'eau en France, afin de proposer des solutions et pistes de réflexion permettant de résorber durablement les enjeux du stress hydrique. En mettant les territoires au centre des débats et en encourageant la sobriété des usages, ce plan présente un vocabulaire très proche de l'économie circulaire. De fait, l'un des leviers identifiés dans le communiqué repose sur la réutilisation des eaux usées traitées, qui doit être favorisée « quand cela est pertinent ». Ainsi, en intégrant les spécificités de chaque territoire et en étudiant l'ensemble des solutions à notre portée, conventionnelles comme non-conventionnelles, il est possible de construire un plan de gestion plus durable et résilient.

Dans ce contexte de prise de conscience politique, qui répond à une pression grandissante sur la ressource eau en tout point de notre pays, il est essentiel de dresser un bilan de la situation française en termes de réutilisation des eaux usées traitées. Cet exercice doit permettre d'identifier les bonnes pratiques et les efforts à fournir en priorité, d'établir des réflexions quant aux freins et leviers qui entourent cette pratique de l'économie circulaire, afin de sensibiliser plus largement les acteurs de l'eau sur la pratique de la réutilisation des eaux usées traitées. La transition vers une économie circulaire exige l'inclusion de l'ensemble des parties prenantes, des citoyens aux élus en passant par les entreprises et administration.

Afin de dresser un état des lieux non-exhaustif mais représentatif des bonnes pratiques en France, l'étude complète publiée par l'Institut national de l'économie circulaire en Avril 2018 -dont cette synthèse présente les conclusions- s'appuie sur de nombreux entretiens et visites de terrain. Ce travail a permis d'identifier le potentiel de méthodes diverses de valorisation des eaux usées traitées et de leurs co-produits associés. Ainsi en prenant en compte la diversité des solutions, un territoire en quête de modèles innovants dans la gestion de l'eau, pourra construire une stratégie adaptée à son propre contexte.

L'un des fondements de l'économie circulaire est de rallonger la durée d'usage de la ressource, en s'appuyant sur l'ensemble des services que peut rendre la ressource, en recherchant une valorisation maximale de ses co-produits. L'eau en est un parfait exemple par les opportunités de multi-usages qu'offrent les eaux usées traitées. Ainsi, en devenant l'un des piliers dans la gestion d'une ressource aussi indispensable que l'eau, la REUT pourra dépasser les a-priori qui lui sont associés et ainsi répondre aux défis de demain, à condition d'être au centre de la stratégie nationale de gestion de l'eau.

Les pratiques actuelles et la pression démographique sont en passe de transformer la politique de l'eau en un axe critique de l'agenda politique, y compris pour les pays occidentaux qui semblaient éloignés de ces questions. La résilience par la sobriété et l'efficacité d'usage des ressources doivent devenir les mots d'ordre du monde de demain. Nous voulons que la lecture de cette synthèse contribue à renforcer la prise de conscience du potentiel de développement durable que représente la réutilisation des eaux usées (REUT), pour l'environnement comme pour la société en générale.

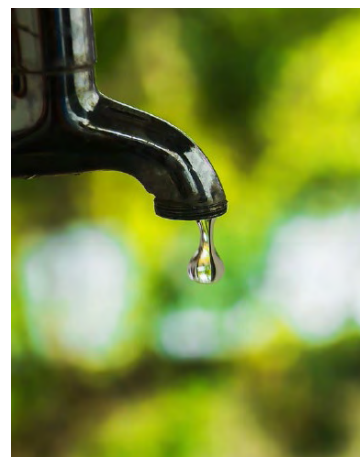
François-Michel Lambert

Président de l'Institut National de
l'Économie Circulaire



INTRODUCTION

Les ressources en eau dans tous les états membres d'Europe sont soumises à un stress croissant, avec un déséquilibre inquiétant entre la demande et la disponibilité des ressources, à la fois à l'échelle temporelle et géographique. Ainsi, le stress hydrique touche un tiers du territoire de l'UE toute l'année et la fréquence et l'intensité des sécheresses ont augmenté au cours des trente dernières années. En cause, la surexploitation de l'eau, en particulier pour l'irrigation, mais aussi pour l'utilisation industrielle et le développement urbain¹. Ce n'est pas seulement un problème pour les régions arides, avec de faibles précipitations et une forte densité de population qui sont susceptibles d'augmenter le stress hydrique ; les zones tempérées avec des activités agricoles, touristiques et industrielles intenses souffrent également de fréquentes pénuries d'eau et/ou de solutions d'approvisionnement coûteuses.



De plus, le changement climatique exacerbe ces problèmes : la pénurie d'eau devrait affecter en 2030 environ la moitié des bassins fluviaux de l'UE². La concurrence croissante pour les ressources en eau entre différents secteurs émerge déjà et les prix de l'eau n'intègrent pas encore assez externalités des usages, ce qui permettrait de proposer une gestion bien plus holistique et durable de la ressource. Il est donc nécessaire de protéger et de réserver des ressources de haute qualité pour l'approvisionnement en eau potable humaine.

Pour faire face aux périodes de sécheresse récurrentes et limiter les prélèvements d'eau dans un milieu naturel fragilisé, nos voisins européens se sont déjà mobilisés en développant la réutilisation des eaux usées traitées (REUT). À titre d'exemple, citons le Plan Hydrologique (AGUA Plan) adopté par le gouvernement de l'Espagne en 2000, qui prévoit l'usage exclusif des eaux recyclées pour l'irrigation des parcours de golfs (300 golfs sont concernés), ou bien la ville de Milan qui a démarré la plus grande usine de réutilisation des eaux usées en Europe avec une capacité de plus d'un million habitants. Dans ce contexte d'expansion du recyclage des eaux, la France, pourtant l'un des pays européens les plus dynamiques dans ce domaine dans les années 80³ avec la réutilisation des eaux usées urbaines pour l'irrigation agricole, est aujourd'hui très en retard.

Dans le mouvement de transition vers une économie circulaire, la REUT doit pouvoir devenir un chapitre à part entière dans les plans de stratégie de gestion de l'eau en Europe, et plus particulièrement en France. Cette étude dresse un état des lieux de la situation nationale, en explicitant comment la REUT s'intègre dans le paradigme de l'économie circulaire et pourrait optimiser le « petit cycle » de l'eau au niveau des territoires et des bassins versants, et quels sont les freins et leviers à son développement. Ce panorama montre tout le potentiel qui réside dans les eaux usées, et ce pour l'ensemble des secteurs. Il pourra donc servir de base de réflexion pour l'ensemble des acteurs de l'eau en France, et plus particulièrement la sphère publique. Au long de l'étude, plusieurs types d'encadrés sont proposés : bleu pour les concepts, vert pour les recommandations de l'INEC et noir pour les focus.

1 Kirhensteine I., Cherrier V., Jarritt N., Farmer A., de Paoli G., Delacamara G., Psomas A. (2016) EU-level instruments on water Reuse Final report to support the Commission's Impact Assessment, Luxembourg: Publications Office of the European Union

2 EEA (2009) Water resources across Europe — confronting water scarcity and drought (No2/2009)

3 Lazarova V., Brissaud F. (2007) Intérêt, bénéfices et contraintes de la réutilisation des eaux usées en France, Revue IEN l'eau, l'industrie, les nuisances. N° 299

Un retour historique sur la politique de l'eau en France, construit sur une description des différents acteurs et échelons administratifs permettra de proposer une réflexion sur le principe qui sous-tend l'ensemble de la stratégie de gestion de la ressource en France : « l'eau paye l'eau ». Et c'est en décrivant les interrelations qui lient les acteurs de l'eau, notamment dans la sphère publique, qu'il sera possible de comprendre comment la planification inclusive et multi-acteurs peut devenir un levier efficace pour l'essaimage de la pratique.

Cependant, la réglementation reste pour le moment l'un des facteurs bloquants principaux, puisqu'elle ne couvre pas l'ensemble des usages possibles, tout en imposant des contrôles et suivis parfois peu en phase avec la réalité du terrain. L'Europe est pleine réflexion pour homogénéiser les divergences réglementaires des pays pionniers sur ce sujet, dans le cadre du Paquet de l'économie circulaire dont une série d'actions est dédiée à la REUT. Il apparaît donc opportun de mobiliser la classe politique française sur ces enjeux, afin de proposer une vision ambitieuse qui pourrait s'articuler avec les stratégies des autres pays membres méditerranéens qui pratiquent la REUT, dont certains besoins sont similaires.

En outre, il est pour le moment complexe de faire émerger des modèles d'affaires probants, où chaque acteur trouve un intérêt à considérer la REUT. Les exercices comptables existants proposent peu d'analyses holistiques, qui intégreraient l'ensemble des impacts des procédés d'assainissement classiques et de la REUT - qu'ils soient positifs ou négatifs. Or, nous verrons que cet effort permettrait de mettre en lumière l'ensemble des avantages de la REUT, marchands comme non-marchands, en comparaison à d'autres solutions conventionnelles.

LA REUT doit se mettre en œuvre autour d'une vision axée sur le multi-usage : une grande partie de l'étude explorera les différentes solutions qui existent sur le territoire national, en identifiant les bénéfices que représente la REUT pour les différents secteurs et usages⁴. Cette partie permettra de dresser un panorama de l'expertise française, qui peine pour le moment à trouver des débouchés sur le territoire national. En devenant plus active dans le domaine, la France pourrait aussi devenir une vitrine de savoirs faire, puisque nos technologies et expertises sont pour le moment plus implantées à l'étranger.

Enfin, l'ensemble des freins, leviers et recommandations identifié tout au long de l'étude sera rassemblé dans la dernière partie de l'étude, afin d'offrir des pistes de réflexion pour généraliser la REUT en France, toujours dans une vision transversale et holistique.

4 NB : les procédés de valorisation industriels, ainsi que les eaux produites par des stations d'épuration dont la majorité des eaux brutes viennent du secteur industriel, ne seront pas (ou peu) évoqués dans cette étude. Il conviendrait de réaliser une recherche spécifique à ce secteur, qui représente un très grand potentiel d'innovation dans la gestion des eaux usées.

I. LA REUT, UN PROCÉDÉ D'ÉCONOMIE CIRCULAIRE AU SERVICE DES TERRITOIRES

Le changement climatique, l'évolution des usages et l'évolution de la démographie posent de nouveaux défis pour la gestion de l'eau. La réutilisation des eaux usées traitées est un procédé inscrit dans l'économie circulaire, qui peut devenir l'une des solutions clés pour répondre de manière durable à ces enjeux. Cette solution n'a pas vocation à être dupliquée en tout lieu, mais doit au contraire s'adapter au plus proche des besoins du territoire. Pour le mettre en lumière, nous exposerons quelques exemples français de territoires pionniers.

A. Les défis à venir : entre sécheresses et conflits d'usages

L'inadéquation temporelle et géographique entre la demande et la disponibilité des ressources en eau soumet les ressources en eau douce de l'Europe à des pressions croissantes, exacerbée par une démographie exponentielle ainsi que des changements dans les habitudes de consommation et donc de production. De fait, l'Agence européenne pour l'environnement (AEE) a noté que la rareté de l'eau et les sécheresses affectent les bassins hydrographiques différemment selon les saisons. Ainsi, la région méditerranéenne et la plupart des bassins fluviaux densément peuplés sont davantage soumis au stress hydrique. En outre, la pénurie globale d'eau est plus prononcée pendant les mois d'été puisque 70 millions d'habitants sont affectés, contre 30 millions en hiver. Par exemple, la concentration de la population près des côtes où les réserves d'eau douce sont limitées, a contribué à accroître le stress hydrique dans ces régions, surtout en été lorsque la haute saison touristique augmente la population présente. La croissance démographique et les changements de régime alimentaire ont également eu un impact sur l'utilisation de l'eau. Ainsi l'augmentation des produits animaux et laitiers dans nos régimes alimentaires entraîne une augmentation de la demande en eau pour la production agricole⁵.

Concept : l'eau virtuelle et l'empreinte eau

L'eau virtuelle est un concept qui associe à quelconque biens de consommation, services ou intermédiaires, la quantité d'eau nécessaire à leur fabrication, réalisation. On l'associe aussi au concept d'empreinte eau, qui représente selon Hoekstra le volume total d'eau utilisée pour la production d'un bien ou service, ou l'ensemble des impacts environnementaux relatifs à l'eau d'un produit ou d'un service du fait de la consommation d'eau (intégration au produit, évaporation...) et de la dégradation de la qualité de l'eau (via le rejet de polluants dans l'eau, l'air et/ou le sol). La norme internationale associée est la norme ISO 14046 : 2014, dont la méthodologie s'appuie fortement sur l'analyse du cycle de vie.

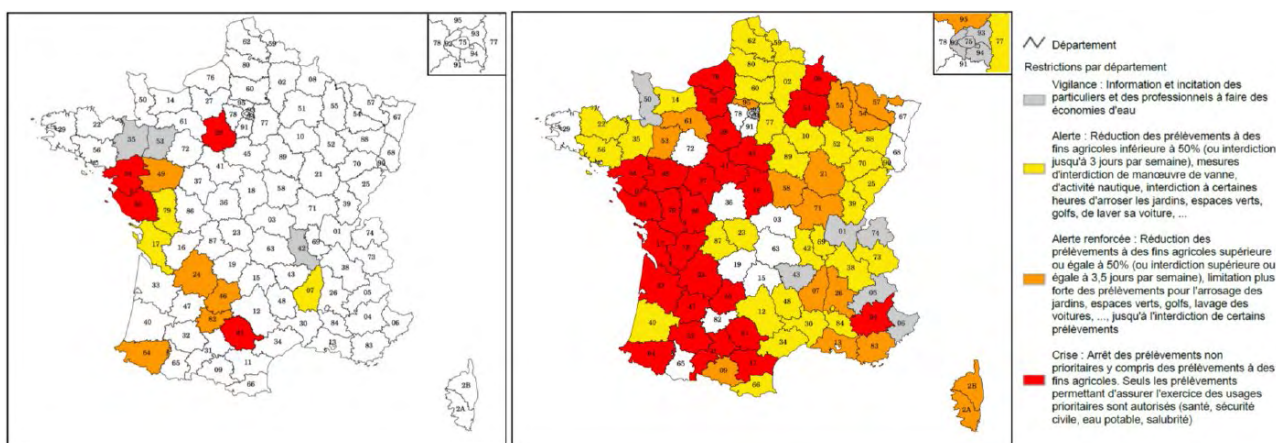
Selon une étude du docteur A. Y. Hoekstra publiée en 2003*, il faudrait par exemple 1160 litres d'eau pour produire 1 kilogramme de blé, 4600 litres pour un kilogramme de porc et plus de 13500 litres pour un kilogramme de bœuf.

* Hoekstra, A.Y. (2003) "Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade" Value of Water Research Report Series No.12, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands

5 Kirhensteine I., Cherrier V., Jarritt N., Farmer A., de Paoli G., Delacamara G., Psomas A. (2016) EU-level instruments on water Reuse Final report to support the Commission's Impact Assessment, Luxembourg: Publications Office of the European Union

L'eau en Europe est principalement utilisée pour l'agriculture, l'approvisionnement public en eau, la production électrique et l'industrie. L'agriculture est la catégorie la plus consommatrice, représentant 36% de l'utilisation annuelle totale de l'eau, suivie de l'approvisionnement public en eau qui s'élève à 32%⁶. La temporalité est une fois de plus à souligner : par exemple, le pourcentage d'eau utilisée pour l'agriculture atteint 60% pendant l'été. De même, les contextes géographiques et climatiques locaux représentent des variables centrales : à ce titre, la région méditerranéenne représente 75% de l'utilisation totale de l'eau pour l'agriculture au niveau européen⁷.

La sécheresse et la pénurie dépendent également des systèmes d'infrastructures, de la capacité économique à exploiter et à accéder aux ressources, ainsi que de la nature de la demande. Cependant, les conséquences sont similaires⁸ : diminution de la qualité et de la quantité de la récolte ; réduction de la production électrique en raison du manque d'eau pour le refroidissement des centrales ; concurrence entre les usages (arbitrage et hiérarchisation des formes de consommations) ce qui contribue à la sous-performance économique... De même, les utilisations concurrentes de l'approvisionnement public en eau et de l'industrie impliquent une diminution globale de la quantité d'eau de surface et souterraine disponible pour l'agriculture, ce qui compromet les rendements agricoles et la valeur nutritionnelle de la production agricole. La Commission européenne a estimé en 2012 que la charge financière cumulée résultant des pénuries d'eau sur la période 1976-2006 était de l'ordre de 100 milliards d'euros⁹. D'autant plus que le changement climatique va exacerber ces pressions selon des projections à moyen et long terme. Ainsi, le plan d'action pour la sauvegarde des eaux de l'Europe réalisé en 2012 par la Commission européenne estime que les déficits en eau devraient atteindre les 40% d'ici à 2030, à cause des conflits d'usages.



États des arrêtés de limitation des usages de l'eau, au 28 juillet 2013 et au 28 juillet 2017 en France
SOURCE : Direction de l'eau et de la biodiversité, Ministère du développement durable

De même, il a été estimé en 2015 que la surexploitation affecte significativement 10% des masses d'eau de surface et 20% des masses d'eau souterraine¹⁰. L'AAE a noté quant à elle que le recours accru aux eaux souterraines comme source d'eau douce entraînait l'abaissement des nappes phréatiques et des puits, des coûts de pompage plus élevés. Dans les zones côtières, l'intrusion saline induite par une consommation trop importante - particulièrement pendant la saison estivale - dégrade la qualité des eaux souterraines. Quant aux écosystèmes fluviaux, la surexploitation modifie le régime hydrologique naturel et affecte l'ensemble de l'écosystème. Les externalités négatives induites par la surexploitation et la surconsommation sont donc nombreuses et variées, tout en étant difficilement chiffrables tant au niveau économique que social et sanitaire.

6 Ibid

7 Ibid

8 Ibid

9 European Commission, SWD (2012), Report on the review of the European Water Scarcity and Droughts Policy

10 European Commission, COM (2015), The WFD and the FD: actions towards the 'good status' of EU water and to reduce flood risks.

La diminution des niveaux d'eau implique ainsi une pollution plus aigüe de la ressource par une augmentation de la concentration des polluants, ce qui peut entraîner des réactions chimiques imprévues et/ou des explosions de population bactériennes et virales.

À la vue de l'ensemble de ces considérations et face aux défis à long terme, les solutions non-conventionnelles comme la REUT représentent une réelle opportunité durable, comme nous allons le montrer tout au long de l'étude. En offrant une ressource disponible et stable, la REUT permet de sauvegarder le tissu économique et social local. En proposant une gestion sûre de cette ressource, elle réduit les impacts environnementaux. Cependant, ces procédés impliquent un contrôle et une réglementation très précise afin de ne pas poser de risque pour le milieu comme pour la population.

B. Le principe de la réutilisation des eaux usées traitées

1. Le petit cycle « classique » de l'eau

Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), une eau dite potable est censée pouvoir être consommée quotidiennement par tout un chacun pendant 70 ans, à raison de deux litres par jour, en ne le rendant malade ni à court, ni à long terme¹¹. Or il est bien rare qu'une eau à l'état brut respecte tous les critères auxquels une eau potable doit répondre. Ainsi, les sociétés ont mis en place depuis le XIX^{ème} siècle tout un ensemble de procédés pour capter l'eau, la traiter (si nécessaire) afin de la rendre potable, pour ensuite la distribuer aux citoyens. Une fois consommée, elle est collectée, une nouvelle fois traitée suivant des normes calibrées au milieu naturel qui la recevra, afin qu'elle n'altère pas son bon état écologique. Ce cycle, totalement artificiel, est appelé « petit cycle de l'eau ».

L'objectif¹² est de répondre dans un premier temps à des enjeux de santé publique, puisque l'accès à l'eau potable prévient un grand nombre de maladies liées à la consommation d'eau. Par ailleurs le traitement des eaux usées est impératif pour éviter la dégradation du milieu récepteur, afin qu'il conserve son aptitude à fournir une eau de qualité et que la biodiversité soit préservée.

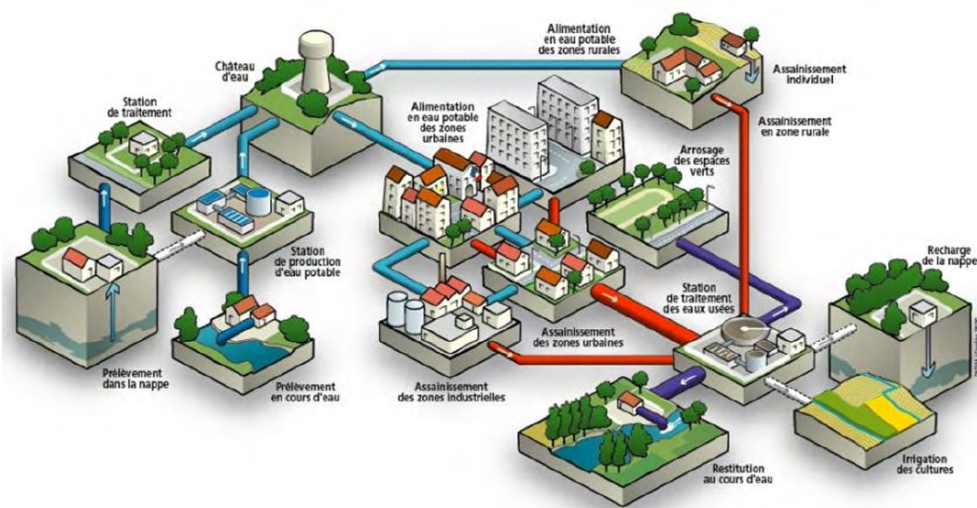


Schéma représentant le « Petit cycle » de l'eau et ses différentes composantes

SOURCE : Site internet Eau France, Observatoire national des services d'eau et d'assainissement <http://www.services.eaufrance.fr/gestion/services/eau-nature-et-domestique/petit-cycle>

11 Site internet Eau France, Observatoire national des services d'eau et d'assainissement <http://www.services.eaufrance.fr/gestion/services/eau-nature-et-domestique/petit-cycle>

12 Ibid

2. Présentation des procédés de la REUT

La réutilisation des eaux usées consiste en l'utilisation d'eaux usées plus ou moins traitées dans un objectif de valorisation¹³. L'objectif principal est de fournir une quantité supplémentaire d'eau dont la qualité convient à un usage déterminé, sans avoir à utiliser une eau épurée par un passage dans son cycle naturel. En supprimant ou en différant les rejets des STEP dans les milieux vulnérables, ces procédés permettent en outre d'éviter les problèmes d'eutrophisation¹⁴, et ce particulièrement en période estivale, lorsque les réserves naturelles sont au plus faibles. La REUT se pose donc en trois étapes :

1. Récupération des eaux usées traitées, en sortie d'une STEP par exemple
2. Traitement complémentaire de ces eaux usées, que l'on peut adapter aux usages. Il s'agit de se débarrasser des impuretés dangereuses et/ou toxiques.
3. Utiliser l'eau à nouveau en la réinjectant dans le « petit cycle » de l'eau. Cette réinjection peut être directe (usage immédiat) ou bien indirecte (l'eau recyclée repasse alors par le milieu naturel avant d'être à nouveau prélevée).

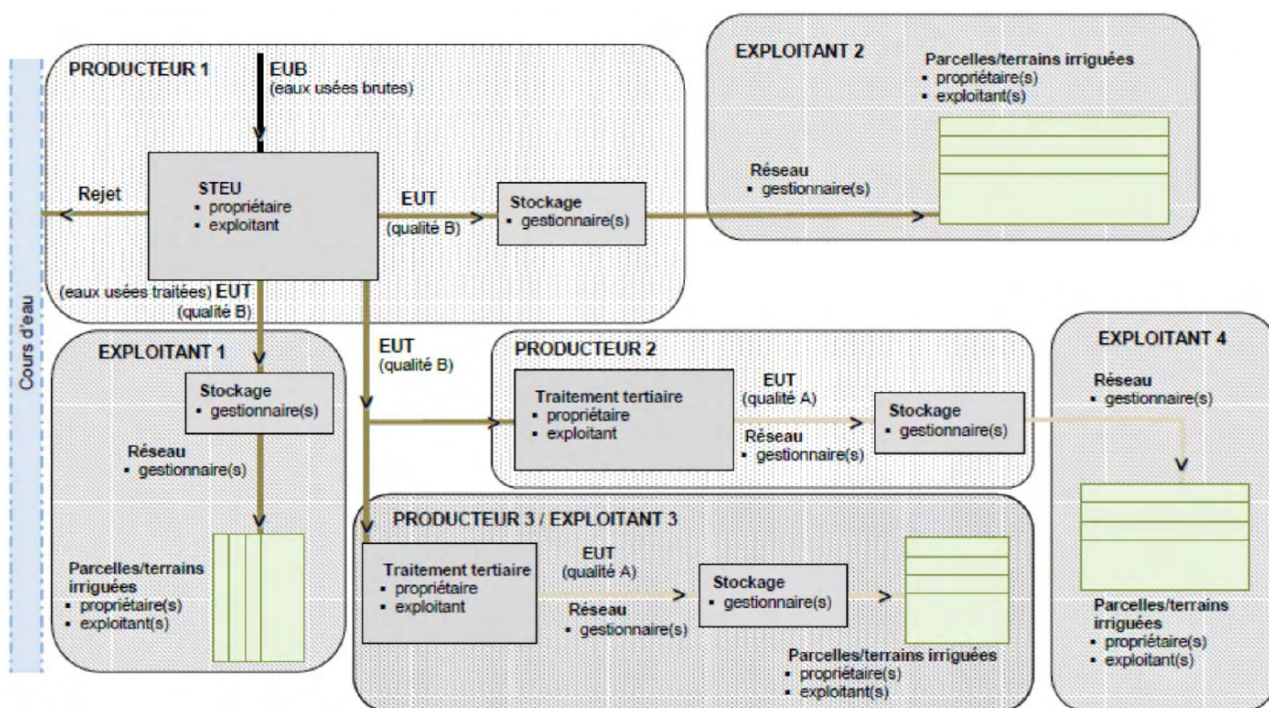


Figure 1 : exemples de partage des compétences entre les acteurs pouvant être concernés par la mise en œuvre d'un projet de REUT.

Exemples de partage des compétences entre les acteurs pouvant être concernés par la mise en œuvre d'un projet de REUT
SOURCE : INSTRUCTION INTERMINISTÉRIELLE N° DGS/EA4/DEB/DGPE/2016/135 du 26 avril 2016 relative à la réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts

¹³ Condom N., Lefebvre M., Vandome L. (2012) La réutilisation des eaux usées traitées en méditerranée : retour d'expériences et aide à l'élaboration de projets, Les cahiers du plan bleu 11, BEI et AFD.

¹⁴ Définition du CNRS : L'eutrophisation est une forme singulière, mais naturelle de pollution de certains écosystèmes aquatiques qui se produit lorsque le milieu reçoit trop de matières nutritives assimilables par les algues et que celles-ci prolifèrent. Les principaux nutriments à l'origine de ce phénomène sont le phosphore (contenu dans les phosphates) et l'azote (contenu dans l'ammonium, les nitrates, et les nitrites).

En fonction des niveaux de traitement, de nombreuses utilisations sont possibles, qui vont de l'usage agricole qui est sans doute celui avec le plus fort potentiel, à l'usage municipal pour le nettoyage des voiries ou l'arrosage des espaces verts, en passant par la recharge artificielle de nappe ou la remise en état de milieux naturels. L'innovation et l'évolution peuvent même mener à la potabilisation des EUT, comme c'est par exemple le cas en Namibie depuis déjà plus de 50 ans. La diversité des contextes et des besoins façonne bien souvent les usages et il est encore rare aujourd'hui de voir un état qui ait posé des objectifs ambitieux de REUT sans avoir de sérieux problèmes de stress hydrique.

Techniques de REUT et procédés de traitement

Le traitement des eaux usées dans une STEP comprend plusieurs étapes¹⁵ :

1. **LE PRÉTRAITEMENT** : consiste en l'élimination des matières solides, des sables, et des matières minérales par dégrillage, décantation et filtration rapides, ainsi que des graisses par surnage.
2. **LE TRAITEMENT PRIMAIRE** : consiste en l'élimination de la plus grande partie des matières en suspension par décantation et par floculation. Il s'agit donc d'une préépuración dont l'importance est non négligeable puisque suite à ce traitement primaire, jusqu'à 90% de MES¹⁶ et de 40 à 65% de la DBO5¹⁷ des effluents résiduels urbains sont éliminés.
3. **LE TRAITEMENT SECONDAIRE** : consiste à l'épuration biologique qui revient à éliminer l'essentiel des agents polluants, à savoir la matière organique biodégradable et les micro-organismes pathogènes. C'est le plus gros de l'activité d'une STEP. Généralement, l'eau usée est mise en contact avec une biomasse épuratrice, que l'on appelle « boue activée », dans un milieu aérobie (présence d'oxygène). Cela permet d'oxyder biologiquement les impuretés grâce à l'action de la boue activée dont les bactéries digèrent la matière organique dans ce milieu optimisé. Afin d'homogénéiser le mélange, ce réactif est brassé en permanence ce qui permet notamment l'aération et donc la dissolution de l'oxygène dans le bouillon réactif. Ce processus prend au total entre 6 et 10 heures suivant les techniques utilisées. Il existe aussi d'autres procédés de traitements secondaires : lits bactériens ou solutions rustiques.
4. **LES TRAITEMENTS TERTIAIRES** : consistent en l'élimination des substances indésirables pour l'objectif envisagé. Ainsi, pour une irrigation maraîchère, l'élimination des pathogènes est suffisante, alors que pour un usage urbain ou pour le renforcement du débit d'un cours d'eau, il faut aussi retirer une grande partie des matières fertilisantes (azote, phosphore et carbone) qui pourraient entraîner une eutrophisation du milieu naturel. Ce traitement est essentiel pour les procédés de REUT, puisque de ces derniers découle la qualité finale des EUT et donc l'usage possible. Il existe plusieurs méthodes, qui peuvent être combinées pour arriver à la qualité souhaitée :

Procédés rustiques

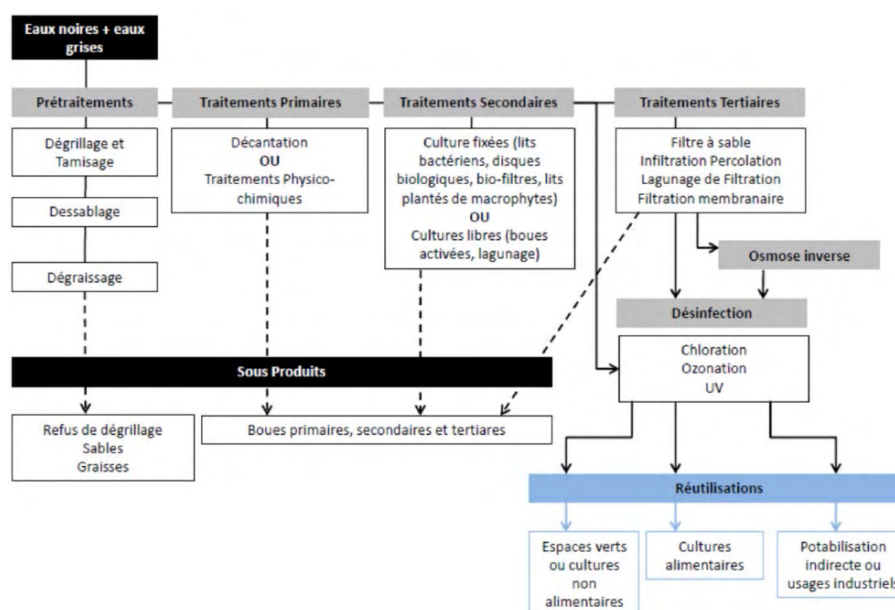
Il existe aussi des solutions dites « rustiques », avec par exemple des bassins de filtre de roseaux ou des lagunes. Ces procédés demandent un espace foncier important et un long temps d'écoulement, mais très peu de maintenance et de surveillance. De plus, les investissements amont sont en général moins importants que pour les autres solutions. Cependant, ces solutions ne sont pas envisageables pour des STEP de grandes agglomérations du fait du débit d'eaux brutes à traiter (définition et qualification des eaux : cf. annexe I, 1).

15 Dunglas J. (2014). La réutilisation des eaux usées. Groupe Eau, note de travail n°5 pour le compte de l'Académie d'Agriculture de France.

16 MES : matières en suspension

17 DBO5 : demande biochimique en oxygène calculée au bout de 5 jours à 20 °C et dans le noir

- Procédés de filtration sur membranes (ultrafiltration, nano filtration, osmose inverse) retenant notamment les colloïdes, bactéries, virus, grosses molécules et même, pour la nanofiltration, les ions les plus courants. Cette méthode est très attractive, car elle ne laisse pratiquement aucun produit chimique ou de pathogènes ce qui permet de produire une eau qui pourrait être potable. Cependant, ces techniques sont très énergivores et demandent des procédés de nettoyages complexes - et donc coûteux -, une utilisation en continu et un remplacement tous les 5-10 ans, un taux de remplacement court par rapport à d'autres méthodes.
- Procédés de filtration par filtre à sable, une des méthodes les plus anciennes. Ces filtres sont constitués d'une couche de sable, présentant une granulométrie spécifique et adaptée aux polluants à extraire. Cette méthode permet de retenir des corps de taille relativement importante, mais ne sont pas capable de filtrer les virus et bactérie, ce qui implique aussi un traitement chimique.
- Désinfection par voies chimiques (chloration, javellisation, ozonation) afin d'éliminer les œufs de parasites, les bactéries et les virus pathogènes.
- Traitement par la lumière grâce à des UV, qui permet d'avoir de bons rendements de traitement pour des bactéries ou virus qui n'ont pas de membranes trop grosses. Cela permet de réaliser artificiellement le processus de traitement naturel du soleil.



Chaines de traitement des eaux usées et sous- produits associés pour différentes réutilisations

SOURCE : Catherinot Julie (2013) Réutilisation des eaux usées et des excréta, Agro Paris Tech & pS-Eau

3. Les bénéfices de la REUT

La REUT est un procédé disruptif de gestion de la ressource, et propose une vision plus hollistique que les solutions conventionnelles. De fait, en rallongeant l'utilisation de l'eau dans le petit cycle, de nombreux bénéfices émergents, qu'il convient ici de mettre en avant.

18 Les tests communs réalisés sur les eaux issues de filtration par membrane ne présentent pas de produits chimiques. Cependant, si des tests plus fins étaient réalisés, notamment sur des substances dissoutes telles que les micropolluants par exemple, il n'est très possible que ces eaux présentes des formes de contaminations.

Premièrement, la REUT représente un réel intérêt pour mettre en œuvre une gestion plus durable et résiliente de l'eau, et ce sur l'ensemble de la chaîne de valeur. En réduisant les prélèvements dans le milieu tout en limitant les rejets d'EUT dans les cours d'eau proches et autres réservoirs, il est possible de protéger la ressource, en terme qualitatif et quantitatif. De plus, la valorisation des co-produits de l'assainissement (boues, nutriments présents dans les eaux brutes ...) pour des usages calibrés sur les besoins locaux maximise l'ensemble des externalités positives de ce secteur. La REUT agit donc sur l'offre comme sur la demande, en proposant une nouvelle forme de consommation de l'eau construite sur le multi-usage (cf. chapitre V). La gestion des risques sanitaires et environnementaux doit servir de pierre angulaire, afin de sécuriser l'ensemble des usages potentiels. Il s'agit donc d'une solution inscrite dans la transition vers une économie circulaire qui permet de s'adapter au changement climatique et à la transformation des modes de consommation.

Ensuite, en évitant le gaspillage de la ressource et en optimisant les flux, c'est tout le secteur économique qui se retrouve renforcé. En effet, en promouvant une industrie innovante et dynamique, en explorant les leviers de la gouvernance et du financement public, en sécurisant des activités et des emplois mis en danger par le manque local d'eau, la REUT peut devenir un véritable tremplin pour l'essaimage de l'économie circulaire sur tout le territoire, tout en créant de nouveaux secteurs et filières. De plus, l'expertise française sur la REUT est reconnue dans le monde entier, mais manque de débouchés en France. Grâce à la mise en place d'une vitrine nationale, la France sera capable de sécuriser une part d'un marché en pleine croissance, et ainsi récupérer son retard sur les autres pionniers mondiaux.

Enfin, la REUT permet un renforcement de l'attractivité des territoires, et cristallise les objectifs d'emplois et de développement durable des élus. De plus, en encourageant une approche plus intégrée de la gestion de l'eau dans l'ensemble des plans d'aménagement, ces derniers seront capables de proposer des solutions dans un domaine fondamental pour le bien-être des citoyens : en assurant tous les services liés à l'eau, pour l'ensemble de la population -dans les grands centres urbains comme dans les campagnes- grâce à des solutions innovantes, il sera possible de surmonter les défis de demain.

4. Une pratique de l'économie circulaire

En s'inspirant des écosystèmes et cycles naturels, l'économie circulaire tend à découpler le développement de la société de l'épuisement des ressources par le biais d'innovations tant sur les produits, sur les services que sur les modèles d'affaires et les politiques publiques. Par la création de boucles de valeurs positives, les principes de l'économie circulaire permettent notamment d'optimiser l'utilisation des flux de matières en réinjectant les ressources tout au long de la chaîne de valeur, de la conception à la fin de vie. Elle s'appuie sur plusieurs piliers, dont le réemploi et la réutilisation, qui doivent être intégrés dès la conception afin d'optimiser le cycle de vie du produit ou service.

La REUT est donc par essence une pratique qui s'inscrit dans les principes de l'économie circulaire, si l'on s'en réfère à la définition proposée plus haut. En effet, elle est centrée autour de l'idée de la valorisation, optimisant l'utilisation des ressources à notre disposition plutôt que d'en extraire de nouvelles : valorisation des effluents traités en vue d'usages divers et variés, valorisation de l'énergie dégagée par les processus de traitement et présent dans les EUT, valorisation des matières fertilisantes présentes dans les eaux brutes ... Il faudra ensuite mettre en lumière comment la REUT permet d'optimiser tout le petit cycle de l'eau, par la création de nouveaux cycles d'usages. Cette étude explicite comment il est possible de rallonger l'utilisation de l'eau, et donc des EUT et de tous leurs coproduits associés, ce qui permet in fine de limiter l'impact global des activités productrices et consommatrices d'eau, ainsi que la sécurisation de l'activité économique et sociale locale. Comme la plupart des pratiques liées à l'économie circulaire, il s'agit de transformer la vision des rejets (de déchet à ressource) et d'expérimenter de nouvelles solutions répondant au mieux aux besoins des territoires, afin de transformer en profondeur notre système productif. Pour cela, il faut pouvoir repenser le cadre global de l'activité, de la réglementation à l'appareil financier, en passant par les usages finaux et les modèles de productions de l'eau.

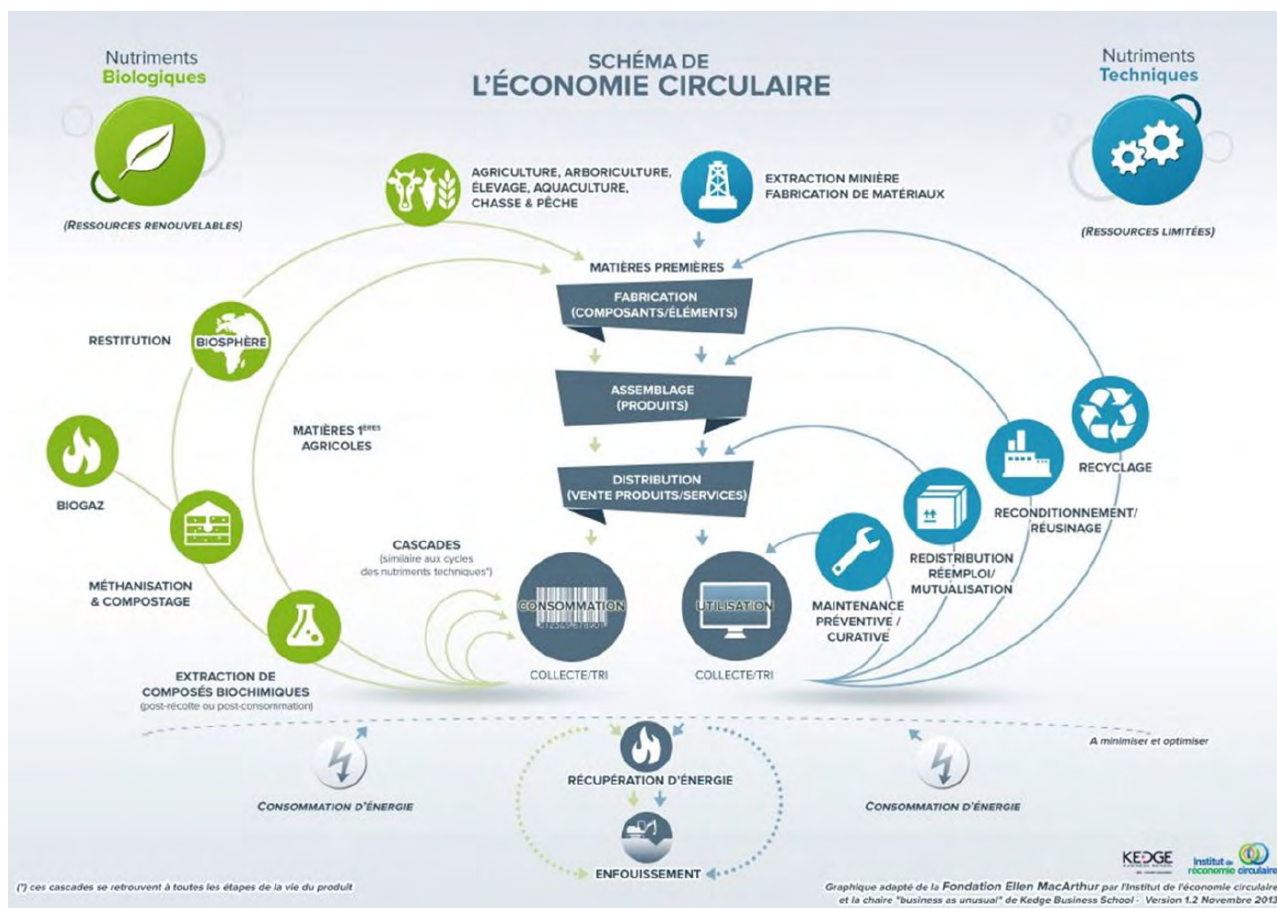


Schéma de l'économie circulaire réalisé par l'INEC et adapté de la fondation Ellen MacArthur
Source : site internet de l'INEC <https://institut-economie-circulaire.fr/economie-circulaire>

C. Un procédé au service des territoires

1. Les besoins du territoire comme pierre de voûte

Le changement climatique, les transformations des modèles de consommations et la démographie mondiale en pleine expansion créent un ensemble de pressions sur la ressource aquifère, qu'elle soit de surface ou de profondeur. Outre l'extraction brute, les rejets de matières polluantes dans l'environnement ont des conséquences sur le long terme que la société doit prendre en compte dès aujourd'hui si l'on veut pouvoir continuer à assurer un niveau de vie décent à l'ensemble de la population. Pour cela, les collectivités territoriales sont en quête de solutions innovantes qui permettront d'allier résilience et équilibre économique. La diversité des contextes climatiques, géographiques, économiques et sociétaux implique que ces solutions puissent prendre une diversité de formes qui s'adapteront au mieux aux besoins.

La prise de conscience des responsables politiques à la tête de territoires soumis à des défis concrets de stress hydriques est actée, et émerge souvent bien plus rapidement que celle de l'organe central de l'État. En effet et comme nous allons le voir, ce sont bien souvent les élus en charge de collectivités (mairies, EPCI à Fiscalité Propre, syndicats ...) conscientes des enjeux futurs qui ont choisi d'intégrer la REUT dans leur plan de gestion de l'eau. Grâce à leur travail moteur et à la fédération de l'ensemble des acteurs touchés par le manque de l'eau, il a été possible de faire émerger un certain nombre d'expériences positives qu'il convient de mettre en valeur afin de montrer tout le potentiel qui réside dans les EUT. Cependant, sans un accompagnement ambitieux de la part de l'État et des administrations en charge de l'assainissement et du développement durable, il ne sera pas possible de répliquer ces expériences dans les territoires en demande.

Néanmoins, il est essentiel que les collectivités débattent activement sur le sujet au moment où est négociée la stratégie de gestion de la ressource au niveau local. Il y a donc un double mouvement :

1. **Vertical** : les territoires partagent leurs expériences sur le sujet et servent de laboratoires d'expérimentation, afin de faire remonter les freins et leviers à l'État, qui doit quant à lui pouvoir orienter et accompagner la transition grâce à des dispositifs ambitieux.
2. **Horizontal** : en créant un dialogue entre toutes les parties prenantes d'un projet de REUT, il est possible de mettre en place des dispositifs de « jeu à somme positive » où chacun trouve un avantage. De plus, cette expérience doit pouvoir être mise en valeur pour que d'autres collectivités puissent s'en inspirer. Pour cela, la mise en réseau est capitale, et des outils doivent pouvoir exister, comme les plateformes de partage de connaissances et de mise en relation.

Plateforme AFNOR

La plateforme « Water Reuse & Normalisation » créée en 2016 a pour but de réunir les professionnels autour de l'outil qu'est la normalisation volontaire. Sous maîtrise d'ouvrage du Pôle de compétitivité eau Aqua-Valley, elle bénéficie des compétences de AD'OCC (Agence de Développement de la région Occitanie) et d'AFNOR Normalisation. Cette plateforme s'inscrit dans la spécialisation intelligente du territoire (3S) Occitanie et réunit au-delà de la région des acteurs représentatifs du domaine : fabricants/équipementiers traitement d'eaux, fournisseurs de produits chimiques, exploitants, délégataires de services eaux assainissement, bureaux d'ingénierie, laboratoires d'analyses, collectivités, services de l'État, scientifiques, utilisateurs terminaux ...

La fréquence des réunions est de 3 à 4 par année et a vocation à devenir une plateforme internationale ; un voyage d'études a dans ce sens été organisé à Barcelone en juin 2017 afin de faire émerger les blocages et innovations que pourraient rencontrer et faire émerger d'autres acteurs des pays voisins.

Les perspectives sont de finaliser en 2018 un guide de référence sur les bonnes pratiques en lien avec les normes et réglementations, reconnu par l'AFNOR, et accompagné d'un catalogue de retours d'expérience. Ces outils permettront de faciliter l'essaimage de la REUT dans la région et sur tout le territoire national, ainsi que dans les autres pays de la méditerranée présentant des défis similaires.

2. Quelques exemples

Plusieurs collectivités sont en pleine réflexion pour intégrer la REUT dans leur stratégie¹⁹.

Cannes

Ville tournée vers la mer avec un caractère méditerranéen, Cannes doit faire face à de nouveaux

défis dans la gestion de son eau. Le syndicat intercommunal d'assainissement unifié du bassin cannois (SIAUBC)²⁰ qui a lancé une grande réflexion sur la gestion intégrée de la ressource, avec une étude de faisabilité explorant le potentiel de la REUT réalisée en 2015 :

1. **Premier volet** : état des lieux des usages en eau actuels et futurs
2. **Deuxième volet** : description des besoins réels et considération des différents scénarios

¹⁹ Ces exemples servent ici d'illustration, il ne s'agit en aucun cas d'un recensement exhaustif. En outre, une étude menée par le CEREMA pour le compte du ministère Transition écologique et solidaire, axée sur l'économie et le partage des ressources en eau et proposant un panorama national complet des pratiques de REUT, devrait être publiée en 2018.

²⁰ Le SIAUBC regroupe 8 communes pour un total de 175 300 habitants.

Les bénéficiaires identifiés sont les suivants : la sphère publique à travers les services techniques municipaux, les services en charge de la gestion des espaces verts et des installations sportives ; mais aussi le privé, comme les golfs et les agriculteurs présents dans la basse vallée de la Siagne. Les milieux aquatiques pourraient aussi être bénéficiaires. Fait notable, une grande expérimentation a été mise en place pour étudier l'impact du nettoyage des voiries grâce à la REUT, une première en France. Il s'agit donc pour le maire de Cannes en fonction en 2015, monsieur David Lisnard, de faire preuve d'anticipation, d'aller vers la nouveauté et ainsi de faire partie des premiers ambassadeurs²¹.

Nice



Première station de traitement des eaux usées carbonneutre du monde, Station Aquaviva à Cannes
Source : site internet de Suez <https://www.suezwaterhandbook.fr>

Le bassin niçois présente un climat sec méditerranéen modulé par l'activité des Alpes qui produit une pluviométrie pouvant atteindre des niveaux supérieurs à ceux de Bretagne, du fait de pluies violentes, mais réduites dans le temps. Cette situation est exacerbée par le changement climatique. Ainsi, depuis quelques années les précipitations se font plus rares, les niveaux des stocks que représentent les neiges des sommets alpins se tarissent et les étiages se rapprochent, ce qui pousse la métropole à chercher des alternatives d'approvisionnement. De plus, la nappe phréatique du Var est soumise à des pressions anthropiques de plus en plus élevées, ce qui induit un coût énergétique important. Par exemple, les évolutions réglementaires ont forcé les services de la métropole à faire remonter de l'eau en période d'étiage jusqu'à Monaco afin de respecter le débit biologique (protection et bonne qualité du milieu, issu de la DCE).

La gestion de l'eau et de l'ensemble des compétences associées sont concentrées dans les services de la métropole depuis sa création en 2012. Cependant, depuis 2002 c'est le même service qui est aux commandes, dont la stratégie de mutualisation des services et des infrastructures est éprouvée depuis plus de 15 ans. L'interconnexion de l'ensemble des communes de la métropole niçoise représente un réel défi, surtout pour les 19 communes de montagne. Physiquement, au niveau du bassin versant, le parc national du Mercantour joue le rôle de château d'eau pour la métropole, mais les pluies efficaces se font trop rares pour pouvoir recharger les milieux tout en sécurisant les usages locaux. Or, alors que la somme des usages d'EUT pourrait monter à 7 millions de m³, la STEP d'Haliotis rejette 30 millions de m³ d'EUT dans le milieu marin, sans aucune valorisation. Par ailleurs Nice possède un réseau d'eau brute relativement développé avec des débouchés potentiels importants pour la REUT à travers des usines de valorisation énergétique, l'Aéroport et le Parc Phénix, qui représentent des grosses consommations d'eau et électriques. De plus, la STEP est située en plein centre-ville, ce qui faciliterait la mutualisation de la ressource pour des usages urbains, le suivi analytique nécessaire à tout projet de REUT et la mise en place de solutions complémentaire pour trouver le bon business plan. Une étude de faisabilité réalisée en 2016 a permis d'identifier les différents potentiels de développement de la REUT pour la ville :



Parc Phoenix, présentant plus de 2500 espèces végétales et animales ainsi que 3 plans d'eau
Source : site internet de la ville de Nice (<http://www.nice.fr/de/actualites/actualites-du-parc-phoenix?type=articles>)

- Projet de mettre en valeur les eaux traitées par Haliotis avec des usages identifiés, afin de demander les financements à l'Agence de l'eau. Trois projets ciblés : usine en autoconsommation (Haliotis)

²¹ Intervention dans la vidéo de présentation du projet : <http://siaubc.fr/video-de-presentation-projet-de-reutilisation-eaux-usees-traitees-a-cannes-mandelieu>

et Parc Phénix, qui représente 500 à 600 000 m³ bruts actuellement prélevés dans le milieu naturel, pouvant être substituées par des EUT ainsi qu'un projet pilote d'utilisation des EUT pour le système de climatisation.

- Clients identifiés pour les autres usages potentiels : aéroports, incinérateurs, nettoyages espaces verts et du port.

Aujourd'hui, la métropole souhaite donc aller plus loin en devenant un territoire exemplaire dans la préservation du milieu et des ressources en liant la compétence eau avec celle de l'énergie afin de dégager un but commun : diminuer la consommation de ressources tout en augmentant la production locale.

Toulon Métropole

Dans la lignée des métropoles en quête de modèles durables et résilients, Toulon Métropole a lancé un appel d'offres en février 2017 afin de réaliser la première étude globale d'utilisation de 100 % des rejets de ses deux stations d'épuration Amphora à La Garde, et Almanarre à Hyères : les rejets solides (les boues d'épuration) pour produire du biogaz et les eaux usées traitées, pour des usages à définir. Cet appel d'offres est donc divisé en 2 lots, qui montrent bien la volonté d'opérer un virage dans la gestion des questions de l'assainissement de la part de la métropole.

Vendée

Il n'y a pas qu'en méditerranée où la situation est critique vis-à-vis des ressources en eaux. En effet, depuis quelques années la Vendée se retrouve confrontée à des épisodes de sécheresse proches de la rupture, notamment en 2005 et 2016. De fait, il se pourrait que cette région soit une zone en déficit d'eau potable d'ici à 2070 si aucune mesure d'adaptation n'est menée, d'après les conclusions du programme de recherche EXPLORE 2070, mené pour le Ministère de l'Environnement en 2013. Le directeur de Vendée Eau, le service public en charge de la gestion et de la distribution de l'eau potable précise qu'en 2025, il est estimé qu'il manquera 8 millions de m³ d'eau potable en Vendée en année très sèche. Afin de trouver des solutions en amont, Vendée Eau met en œuvre un bouquet de solutions pour sécuriser l'alimentation en eau du département pour les générations futures. Ceci est notamment le cas pour le secteur littoral, particulièrement

vulnérable aux manques d'eau avec des ressources naturelles peu productives et des besoins très importants en période estivale. L'une de ces solutions est basée sur la REUT : le projet Jourdain.



Schéma du projet JOURDAIN

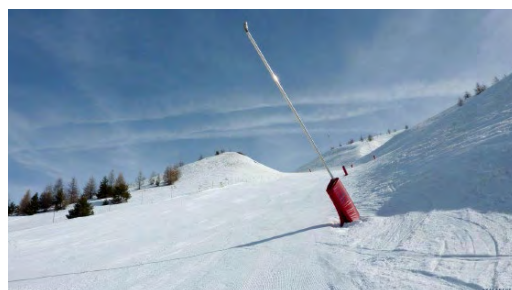
SOURCE : présentation du projet, Vendée Eau – J. Orsoni 17 mai 2017 VENDEE EAU - Projet JOURDAIN : note de contexte, état d'avancement et programme de l'opération

Ce projet de réutilisation des eaux usées traitées de la station de traitement des eaux usées des Olonnes a pour objectif de compléter la ressource en eau du barrage du Jaunay, lors d'années sèches. Les eaux transférées vers le Jaunay apporteraient un volume complémentaire dans la retenue, de l'ordre de 1.0 à 1.5 mm³ d'eau sur la période estivale, qui servirait ensuite à la production d'eau destinée à la consommation humaine via la prise d'eau et l'usine de production du Jaunay qui se trouve à proximité du barrage. Les eaux traitées de la station des Olonnes, qui font aujourd'hui l'objet d'un déversement en mer via un émissaire, seraient ainsi utilisées lors des périodes estivales après affinage sur un étage complémentaire de traitement et transférées via une canalisation de 20 à 25 km à créer²². Dans un premier temps un démonstrateur doit être mis en place qui permettra de prendre en compte tous les aspects intervenant sur un tel projet : techniques de traitement, maîtrise des risques, suivi des impacts sanitaires et environnementaux, optimisation du point d'injection, acceptation sociétale... La création de ce démonstrateur expérimental pourrait être accompagnée par l'Agence de l'Eau, la région des Pays de la Loire, le Département de la Vendée et des collectivités et pourrait être opérationnelle en 2020²³.

Station de ski de Valberg

Outre les besoins identifiés sur les littoraux et dans les zones en stress hydrique, il existe de nombreuses façons dont les EUT pourraient être mise en valeur. Ainsi, dans les territoires de montagne, un usage saisonnier de REUT permettrait de produire de la neige artificielle en hiver, puis d'arroser les installations sportives estivales.

Le premier point est expérimenté dans la Station de ski de Valberg, grâce à un projet de recherche et développement soutenu par l'Agence de l'eau RMC. Afin de réaliser une étude complète, un suivi bactériologique très fin accompagnera le projet afin de garantir la qualité de l'eau de sortie ainsi que celle du sol sur lequel cette neige sera projetée. Cette production de neige artificielle à partir de la REUT est encore très exploratoire et n'est pas couverte par la réglementation française, mais pourrait devenir une référence mondiale. Le potentiel pour le secteur est très vaste, puisqu'une grande partie de l'activité des vallées proposant des sports d'hiver dépend de la qualité des stations de ski.



Perche de canon à neige de la station de Valberg, qui étudie la possibilité d'utiliser la REUT pour produire de la neige artificielle

SOURCE : site internet d'Avalanche 06 (<http://www.avalanche06.fr/travaux-projets-valberg-2011-2012-t539.html>)

²² Orsoni J. (2017) Projet JOURDAIN : note de contexte, état d'avancement et programme de l'opération, VENDEE EAU.

²³ Actes des rencontres internationales du 25 novembre 2016 : Faire de l'eau une ressource inépuisable. Organisée par Vendée Eau et Véolia.

II. GESTION DE L'EAU EN FRANCE ET ACTEURS ADMINISTRATIFS CLÉS

La construction de la politique de l'eau en France fut un long processus, qui a commencé dès le XVI^e siècle lorsque les grands travaux d'aménagement ont vu le jour pour distribuer l'eau sur l'ensemble du territoire, et proposer des voies de navigation facilitant le commerce et les flux de population. Au fil des siècles, les organes publics se sont multipliés, transformés, et ont fusionné afin de s'adapter à la transformation de la société, aux besoins de l'État et des territoires.

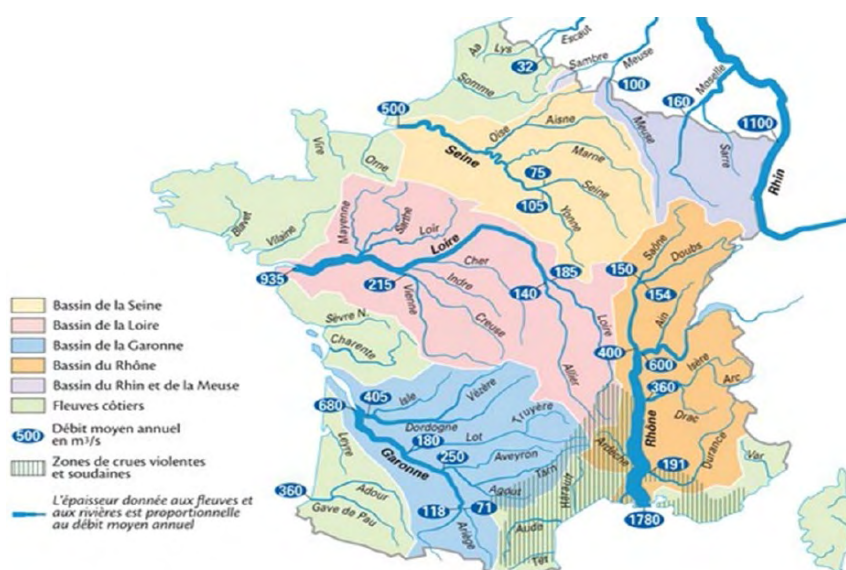
Aujourd'hui, il a fallu intégrer les directives européennes dans notre droit et notre stratégie. Mais pour le moment, le grand principe qui régit notre gestion peut se résumer dans une expression purement française : « l'eau paye l'eau ». Nous verrons comment la REUT peut s'intégrer dans ce principe, mais aussi les limites de ce modèle de gestion pour faire face aux enjeux de pression sur la ressource. Une analyse des outils de planification montrera que l'essaimage de la pratique passera par une vision intégrée de la politique de l'eau, construite sur un dialogue fluide et constructif entre les services déconcentrés de l'État, l'État et les différents acteurs de terrain. Aussi, pour réussir à adapter une feuille de route avec des objectifs ambitieux, chaque schéma local de gestion de la ressource doit réunir l'ensemble des acteurs afin de faire ressortir la spécificité des territoires, et identifier les contextes où la REUT présente un vrai potentiel.

A. Retour historique sur la gestion de l'eau en France

Bien que certains fondements de la politique de l'eau en France remontent au XVI^e siècle, notre système de gestion organisé en bassin versant s'est construit sur la **Loi du 16 décembre 1964**. Novateur à l'époque et aujourd'hui relativement généralisé dans le monde, il repose sur trois principes essentiels :

1. Une gestion décentralisée au niveau des grands bassins hydrographiques
2. Une gestion concertée
3. Des outils incitatifs

L'articulation de cette décentralisation et du partage des responsabilités dans chaque grand bassin est structurée par un organe consultatif, le Comité de bassin, couplé à l'Agence de l'Eau qui concentre le pouvoir exécutif.



Les bassins fluviaux en France, les cinq grands fleuves et leurs principaux affluents
SOURCE : Encyclopédie Larousse, consultée en ligne

C'est véritablement le 3 janvier 1992 que les principes d'une gestion intégrée de l'eau sont établis grâce à la « **Loi sur l'eau** », qui définit²⁴ :

- Le caractère patrimonial de l'eau,
- La gestion équilibrée entre les différents usages de l'eau,
- La gestion globale de l'eau sous toutes ses formes (superficielle, souterraine, marine côtière),
- La préservation des écosystèmes aquatiques et des zones humides,
- La valorisation de l'eau comme ressource économique,
- La priorité de l'alimentation en eau potable.

C'est grâce à cette Loi que sont créés les instruments de planification pour les bassins versants :

1. Le **SDAGE** (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) pour les grands bassins versants,
2. Le **SAGE** (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) pour les sous-bassins.

Cette dynamique s'articule aussi autour de la politique et de la réglementation européenne, dont les premiers jalons ont été construits en s'inspirant du modèle historique français. Cela a commencé dès les années 1970, lorsque l'Europe commence ses travaux pour écrire une législation commune, qui cadre dans un premier temps les usages de l'eau (eau potable, baignade, pisciculture, conchyliculture), pour ensuite s'atteler à la réduction de la pollution et la protection du milieu. Mais c'est véritablement la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) du 23 octobre 2000 qui permet de donner une cohérence régionale et durable, en définissant une gestion intégrée par grand bassin hydrographique, tout en imposant un cadre protection de cette ressource vitale. Cette directive sera finalement intégrée à la Loi française le 21 avril 2004.

Puis, la Loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 a rénové l'ensemble de la politique de l'eau. Ses objectifs : se donner les moyens d'atteindre les objectifs de la DCE (*cf. chapitre III, partie 1*), améliorer les conditions d'accès à l'eau, apporter plus de transparence au fonctionnement du service public de l'eau, et rénover l'organisation de la pêche en eau douce. Elle a aussi apporté deux avancées majeures, la reconnaissance du droit de l'accès à l'eau pour tous, et la prise en compte de l'adaptation au changement climatique dans la gestion des ressources en eau. Ces deux derniers points sont centraux puisque ces objectifs sont en adéquation avec les objectifs de la REUT et de l'économie circulaire d'une manière plus générale : augmenter l'accessibilité de la ressource pour tous, tout en réduisant l'impact sur le milieu. Elle a réformé le système de financement des Agences de l'Eau et créé le nouvel Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), qui est aujourd'hui rattaché à l'Agence française de biodiversité depuis la loi du 9 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages.

B. Une planification inclusive et multi acteur qui s'adapte aux différents échelons administratifs

1. Description des différents échelons

La volonté de décentraliser et déconcentrer les pouvoirs dans l'ensemble du système politique français qui a pris forme dans les années 80 s'est aussi appliquée à la politique de l'eau et aux compétences qui en découlent. De fait, chaque niveau administratif a ses propres responsabilités²⁵ :

1. Les communes se chargeaient de la gestion des services publics d'eau potable et d'assainissement, compétence qui a été transférée depuis la loi NOTRe du 7 août 2015 à l'**intercommunalité**. Ponctuellement, elles peuvent aussi engager des démarches contractuelles pour la gestion des

24 Noël C., (2009) Organisation de la gestion de l'eau en France, Office International de l'eau

25 Ibid

ressources en eau et des milieux aquatiques ainsi que des démarches de planification. On pense notamment aux schémas locaux d'aménagement et de gestion des eaux, dont les projets de REUT font souvent partie et qui peuvent être construits sur des régies, des syndicats d'exploitation ...

2. Les **Départements** ont un rôle d'aménagement et d'équipement rural, en fournissant notamment des aides financières aux réseaux d'eau potable et d'assainissement²⁶. Afin de piloter les projets, un service d'assistance technique aux communes a été créé dans chaque Conseil Général.
3. Les **Régions** ont la capacité d'orienter les décisions grâce aux stratégies de planification, aux financements apportés, ou encore grâce à la création de parcs naturels régionaux. De plus, les Régions ont un rôle central dans les institutions de gestion de l'eau telles que : le Comité de Bassin, le Conseil d'Administration de l'Agence de l'Eau, les Commissions Locales de l'Eau. Enfin, elles contribuent à l'application des documents de planification et des démarches contractuelles.
4. L'**État** coordonne quant à lui la politique nationale de l'eau, grâce à la Direction de l'eau et de la biodiversité (DEB) du ministère de la Transition écologique et solidaire, ainsi qu'à la Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature. En outre, la Direction Générale de la Santé (DGS) a aussi un rôle prépondérant, puisqu'elle est en charge de la sécurité sanitaire, ce qui implique la responsabilité de la réglementation et du contrôle des eaux destinées à la consommation humaine. Ainsi, dans le but de proposer une stratégie et une vision intégrant toutes les compétences réglementaires, une stratégie interministérielle est pilotée par la Mission Interministérielle de l'Eau (MIE). Son rôle est de définir et d'organiser les interventions de l'État dans le domaine de l'eau en général, en pilotant les stratégies interministérielles.

Si l'on se penche sur les relais locaux des ministères, on peut identifier trois niveaux²⁷ :

- **Le bassin hydrographique** : le Préfet coordonnateur de bassin coordonne les actions des différents services de l'État dans le domaine de l'eau ;
- **L'échelon régional** : à travers la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) qui renforce l'action régionale de l'État en matière de développement durable.
- **L'échelon départemental** : différents services de l'État appliquent la politique de l'eau sous ses aspects réglementaires et techniques, à travers la "police de l'eau".

Police de l'eau

Désigne à la fois :

- L'ensemble des activités d'instruction et de contrôle de la protection et de la qualité de l'eau dépendant de l'État et visant l'application des lois concernant la ressource en eau ;
- Les personnels chargés de ce contrôle.

La police de l'eau est nécessairement multidisciplinaire et transversale, et concerne de nombreux acteurs et usagers. Elle s'appuie sur des réseaux d'alerte et de mesure et des laboratoires d'analyses (chimie, physique, toxicologie, écotoxicologie, hydrologie, hydrogéologie...).

Son objectif : préserver ou retrouver des milieux et une ressource en eau de qualité, mais aussi de concilier les différents usages de l'eau, parfois antinomiques.

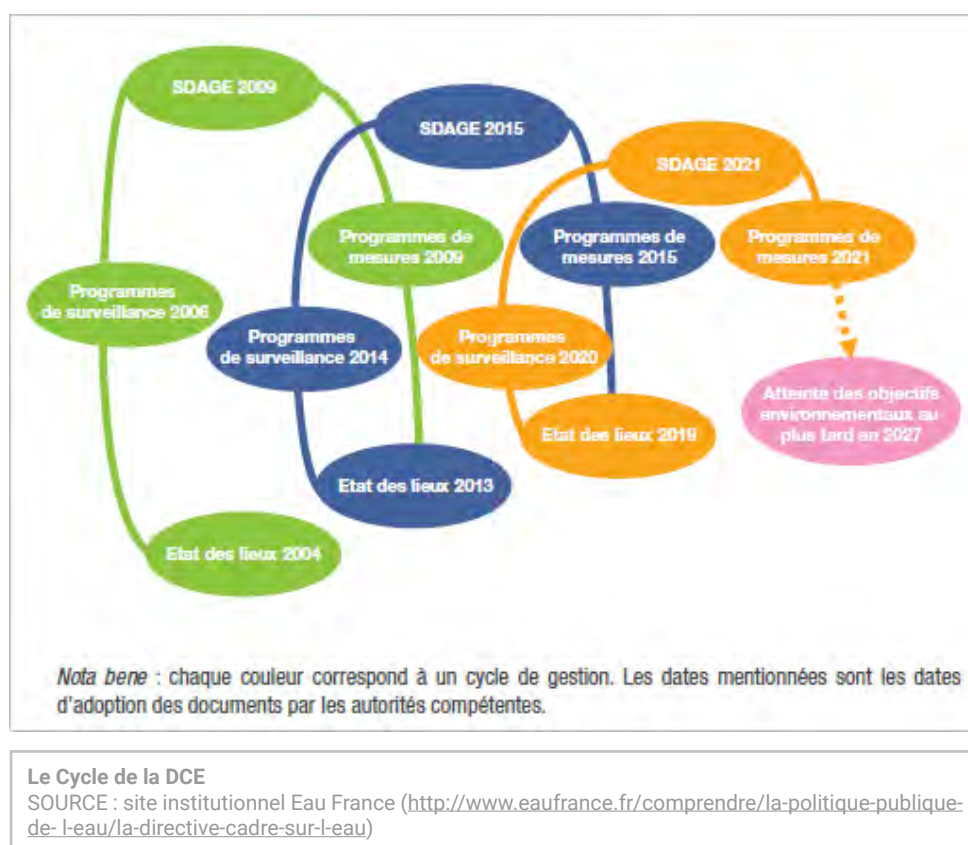
²⁶ Cela était particulièrement vrai lors des projets d'aménagement du territoire jusque dans les années 1990. Il y a déjà plusieurs années que de nombreux départements se sont désengagés des financements des réseaux de distribution d'eau potable et d'eaux usées.

²⁷ Noël C., (2009) Organisation de la gestion de l'eau en France, Office International de l'eau

Il y a donc deux caractères propres à la gestion de l'eau en France, qui sont ensuite devenus des modèles pour les constructions de politique de l'eau à l'étranger²⁸ :

- **Déconcentration**, qui s'exprime à travers le rôle du Préfet de Région, appelé « préfet coordonnateur de bassin » dans son comité de bassin. Il approuve le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) élaboré par le Comité de Bassin, ainsi que le Programme de Mesures correspondant
- **Décentralisation**, puisque l'État a transféré certaines compétences aux communes et intercommunalités, aux départements et aux régions.

2. Mise en œuvre de la planification : gestion par bassins hydrographiques



Bien que la décision finale revienne à l'État, la politique de l'eau est d'abord construite puis finalement mise en œuvre de manière concertée par tous les acteurs de l'eau. Nous allons le détailler ici en détaillant les différents niveaux de la gestion par bassin :

1. **Le chapeau national** : l'organe central est le **Comité national de l'eau** (CNE), qui a été créé en 1964 et qui a vu ses compétences s'élargir en 2006. Aujourd'hui, sa mission est de donner un avis sur les projets de textes juridiques (lois, décrets), sur les projets de réformes et les projets de plans d'action gouvernementaux, notamment sur les prix de l'eau ou la qualité des services publics. Il est présidé historiquement par un parlementaire et rassemble des représentants des usagers, des associations, des collectivités territoriales et de l'État, complété par des personnes compétentes sur les différentes échelles et les présidents de comités de bassin. Le Commissariat général au développement durable²⁹ (CGDD) participe également à la mise en place de la politique de l'eau en France au niveau national.

²⁸ Tandonnet H., Lozach J.J. (2016) Rapport d'information, au nom de la délégation sénatoriale à la prospective « Eau : urgence déclarée », Sénat, session ordinaire de 2015-2016

²⁹ Organe mise en place en 2008 pour éclairer et alimenter le Ministère de la Transition écologique et solidaire par la production de données et de connaissances. Il a aussi un rôle de diffuseur et de créateur d'outils opérationnels pour faciliter la mise en œuvre de politiques publiques.

Proposition

Le rôle de CNE pourrait devenir central pour la REUT, puisqu'en proposant l'ouverture de réflexions sur le prix de l'eau, il serait possible de mieux faire appliquer le principe du pollueur-payeur et de pouvoir explorer les solutions disruptives pour faire face au défi du renouvellement des infrastructures. Plus particulièrement, la modernisation du réseau de distribution doit permettre de régler les problèmes des fuites d'eau potable (cf. *chapitre IV, partie B*), ainsi que les enjeux de la dégradation des canalisations (source de polluants comme le chlorure de vinyle monomère, substance cancérigène produite par le vieillissement des tuyaux en PVC posés en France avant 1976). Pour ce faire, à moins de refondre intégralement le mécanisme du prix de l'eau, il faudra imaginer des solutions non conventionnelles. Ces solutions doivent être étudiées en priorité par le CNE.

2. Le bassin hydrographique : c'est autour du **Comité de Bassin** que la coordination et la représentativité de tous les acteurs s'articulent. Présidé par un élu local, il est composé de représentants des collectivités (40 %), des usagers et des associations (40 %), de l'État (20 %) ³⁰. Ce système se veut le plus inclusif possible et sa mission est d'orienter les priorités de la politique de l'eau dans le bassin, à travers les SDAGE, outils de planification de la politique de l'eau à l'échelle du bassin, qui doivent être eux-mêmes en accord avec les directives européennes. Notons que c'est aussi un cadre juridique pour les politiques publiques puisqu'il s'impose aux décisions administratives locales concernant la

Proposition

La planification territoriale est un levier essentiel pour les procédés de l'économie circulaire, et la REUT n'y déroge pas. En effet, il serait possible de créer une véritable stratégie de bassin si lors des débats qui cadreront les SDAGE, une concertation de l'ensemble des parties prenantes sur le potentiel de la REUT pour le territoire est organisée. La caractérisation de ce potentiel doit structurer chaque étape de la construction du SDAGE :

Lors de l'état des lieux du bassin, à travers un chapitre consacré à la caractérisation des besoins locaux accompagné d'une cartographie des STEP susceptibles de présenter des débouchés afin de les faire concorder aux besoins identifiés

Lors de l'élaboration même du SDAGE, à travers des objectifs ambitieux en termes de qualité et de quantité d'EUT mises en valeur qui doivent être transposés dans les dispositions et les programmes de mesures. Les orientations générales du SDAGE doivent donc expliciter clairement comment la REUT consolidera la gestion durable de la ressource.

Lors du rapportage à la Commission européenne, ces orientations et objectifs spécifiques à la REUT doivent être mis en avant afin de promouvoir la pratique au niveau européen. Cela permettra aussi de prouver la volonté française de devenir un pionnier dans la gestion durable de l'eau. De plus, il sera ainsi possible de proposer une vitrine de solutions aux états membres, ce qui facilitera l'exportation de l'innovation française.

Les Agences de l'eau doivent pouvoir accompagner financièrement cette transition et l'AFB proposer des formations et des outils techniques d'aide à la décision, afin de créer un véritable mouvement. Nous pensons notamment aux logiciels de modélisation d'analyses du cycle de vie qui permettraient de rationaliser les débats grâce à des comparaisons standardisées et consensuelles (cf. *chapitre IV, partie D*).

30 Noël C., (2009) Organisation de la gestion de l'eau en France, Office International de l'eau

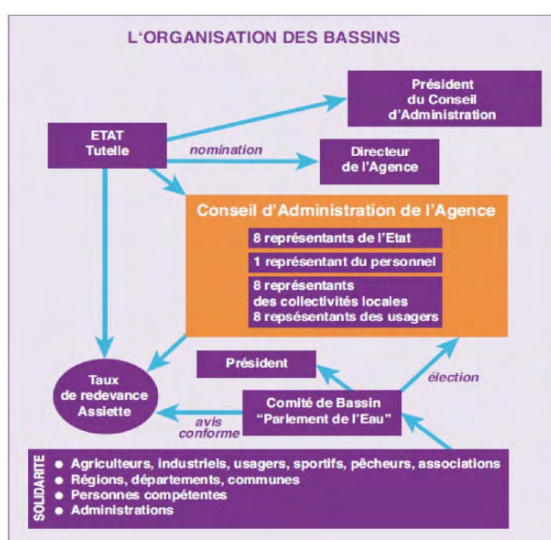
gestion de l'eau. Le Comité de Bassin donne aussi son avis sur les grands aménagements et oriente les politiques d'intervention de l'Agence de l'Eau.

3. **Les affluents, sous-bassins et aquifères** : afin de donner une empreinte encore plus locale pour les politiques de l'eau, les **Commission Locale de l'Eau** peuvent proposer un Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE). Ces commissions sont composées de représentants des collectivités territoriales (50%), de représentants des usagers (25%) et de représentants de l'État (25%)³¹. Le SAGE est aussi un document de planification ayant une valeur administrative et juridique puisque les décisions subséquentes doivent être compatibles, ou rendues compatibles, avec le SAGE, tant pour les administrations que pour les particuliers. Afin de financer et de programmer les différentes actions prévues permettant d'atteindre les objectifs locaux (en consommation, qualité, biodiversité ...), des démarches contractuelles sont prévues et suivent un modèle qui dépend de la source d'eau (rivière, nappe ou baie).

Proposition

À l'image des SDAGE, les SAGE doivent pouvoir proposer des dispositions spécifiques pour la REUT. De plus, puisqu'il s'agit d'un outil de planification plus adapté à la spécificité du territoire, il paraîtrait que les Commissions Locales de l'Eau sont un bon niveau pour identifier les véritables débouchés pour la REUT. Les services de l'État doivent pouvoir proposer un travail de pédagogie transversal porté par des acteurs de terrains, comme des organes étatiques tels que les Agences Régionales pour l'Environnement ou des bureaux d'études indépendants. Les objectifs poursuivis seraient de promouvoir les solutions durables, la consommation raisonnée et de créer une conscience collective sur les enjeux de l'eau en général. L'acceptabilité sociale des principes de REUT n'en serait que renforcée, facilitant l'ancrage de l'implantation de solutions non conventionnelles propres au développement durable dans les valeurs et le tissu social. La co-construction de projets de REUT ambitieux pourrait donc être une source de lien social et de sensibilisation à la consommation responsable. De plus, les mêmes outils d'aides à la décision des SDAGE pourraient aussi être valorisés à ce niveau, renforçant d'autant la sensibilisation des parties prenantes sur la vision intégrée de l'économie circulaire, qui promeut des stratégies de gestion « cradle to cradle ».

3. Mise en œuvre de la planification : compétences des administrations



Organisation des bassins

Source : OIEau – Gestion de l'eau en France (2008)

Au-delà des niveaux de bassin, chaque échelon administratif identifié dans l'introduction a ses propres organes administratifs et niveaux de responsabilité qui permettent de construire une stratégie *bottom-up* faisant remonter les besoins locaux au niveau central ; qui ensuite s'implémentent en un mouvement *top-down* grâce à d'autres outils administratifs.

Pour le moment, les projets de REUT ont été réalisés sporadiquement, sans stratégie intégrée réunissant l'ensemble des acteurs. Il s'agit donc d'une somme d'actions locales, qu'il faut réussir à mettre en valeur auprès des administrations et services de l'État, afin de créer une véritable stratégie nationale. Comme nous l'avons vu, la REUT doit s'inscrire dans des plans qui touchent un maximum d'usages, pour s'adapter aux besoins saisonniers et diversifiés des territoires. Il faut donc aussi des mécanismes de communication entre les acteurs qui permettent de fluidifier les échanges et de créer des visions régionales, intégrant l'ensemble des utilisations possibles. L'essaimage passe donc par des mouvements transversaux aussi bien que verticaux.

La Région

Le Préfet de région où le Comité de Bassin a son siège joue un rôle de coordinateur, entre le niveau du Département et le niveau du district hydrographique. Ainsi, ce Préfet porte le titre de **"Préfet coordonnateur de bassin"**, et assure une cohérence des actions de l'État entre les différents niveaux administratifs, ainsi que la diffusion et le respect des SDAGE au sein de ces niveaux. De plus, c'est la seule personne qui est habilitée à prendre des mesures de restriction ou de suspension provisoire des usages de l'eau, afin de faire face à des accidents, inondations, sécheresses ou pénuries d'eau. Bien conscients des enjeux qu'impliquent ces arrêtés, les préfets doivent être sensibilisés aux procédés de REUT qui permettraient de réduire les conflits d'usage. Il pourrait devenir un moteur politique, au moment de la mise en place des SDAGE.

Le rôle des Conseils Régionaux étant d'avoir une politique volontariste et d'être force de proposition, ce sont plutôt les services déconcentrés de l'État qui mettent en œuvre la politique de l'eau au niveau régional, une fois que la planification a été réalisée en amont :

- **La Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL)** : organe unifiant les activités à l'échelon régional pour ce qui touche aux politiques du développement durable, depuis décembre 2007. Ce dernier est placé sous l'autorité du Préfet et sert de relais pour la mise en place des politiques nationales, de pilote pour l'élaboration et la mise en œuvre principes de développement durable, de fédérateur pour la construction des stratégies régionales et de relais pour faire remonter les résultats à l'État central, d'interface entre les citoyens et les divers niveaux administratifs compétents en matière d'environnement, d'aménagement ou de logement.

De fait, les DREAL ont un rôle central pour la mise en place de canaux de communication efficaces et fluides entre toutes les parties prenantes de l'eau et donc de la REUT, de l'utilisateur au producteur. Ces relais doivent donc structurer la pédagogie des citoyens en les sensibilisant sur les risques effectifs de la REUT et les sur solutions qui sont déployées pour y répondre. Afin d'animer les formations et le déploiement de la REUT au niveau des régions, il faudrait créer un poste dans chaque DREAL qui serve de relais de la cellule REUT de la MIE. Cette personne ressource devra aussi faire le lien entre l'État central et les parties prenantes des MISEN, afin de faire remonter les spécificités locales des territoires et de faire descendre les objectifs nationaux. Grâce à une bonne connaissance des enjeux locaux, du réseau d'acteurs, de la réglementation et des procédés de REUT, ce relais devra accompagner les projets de REUT en proposant son expertise aux parties prenantes au moment de la constitution des dossiers.

- **Les Directions Inter Régionales de la Mer (DIRM)** : en charge de la conduite des politiques de l'État en matière de développement durable de la mer, de gestion des ressources et de régulation des activités maritimes.

Le potentiel de REUT est particulièrement important pour les littoraux, puisque les STEP rejettent leurs EUT en milieu marin, sans mise en valeur aucune : la question du soutien d'étiage ne se pose pas pour les océans et les mers. Aussi, un travail en concertation avec les DIRM doit être mené afin de caractériser les externalités positives que représente la REUT pour la qualité du milieu marin et du littoral. En réduisant les rejets d'EUT, les loisirs et activités de pêche pourront perdurer, au profit de l'attractivité du territoire.

- **Les Agences Régionales de Santé (ARS)** : depuis la loi du 21 juillet 2009, les Agences régionales de santé deviennent les pilotes de la santé en région, dans le but de mieux répondre aux besoins spécifiques des territoires et d'accroître l'efficacité des procédures. Elles participent ainsi au suivi de la qualité de l'eau potable, des eaux de loisirs, des eaux embouteillées. Mais c'est surtout leur compétence sur la gestion des risques sanitaires qui rend leur mission centrale pour la diffusion de la REUT en France, puisque ce sont les ARS qui seront consultées par le Préfet avant d'émettre un arrêté autorisant un nouveau projet.

Certaines ARS ont eu à gérer les premiers projets de REUT, comme celle de Var qui accompagne la commune de Sainte-Maxime depuis plus de 10 ans. Ces dernières possèdent donc une connaissance approfondie de la réglementation et de son évolution, du cahier des charges des dossiers, des facteurs bloquants et émergents, des risques réels ... Ces agences qui ont su dépasser leurs aprioris historiques tout en construisant une véritable expertise dans la gestion des risques doivent pouvoir mettre en valeur cette expérience auprès des autres services sanitaires, grâce au partage des connaissances et des bonnes pratiques. C'est d'autant plus vrai aujourd'hui, au moment où les compétences de l'assainissement ont été transférées aux DDT(M).

- **Les Directions Régionales de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt (DRAAF)** : autre organe placé sous l'autorité du Préfet de région, la DRAAF participe à la préservation des milieux aquatiques, aux conditions d'agriculture et ont un regard sur la qualité des eaux de consommation.

Comme nous allons le voir, le principal secteur qui pourrait bénéficier des atouts de la REUT est le secteur agricole. Les DRAAF devraient donc pouvoir apporter un accompagnement des producteurs et évaluer l'impact de la REUT sur la protection des activités agricoles endémiques susceptibles de subir des conflits d'usages dans le futur. En rapportant ces informations auprès du ministère de l'Agriculture, le travail de communication interservices et interministériel serait facilité, notamment auprès de la MIE.

Le département

L'outil administratif permettant une coordination entre la politique de l'État et les différents départements est la **Mission Inter-Services de l'Eau et de la Nature (MISEN)**, qui devient le guichet unique pour la police de l'eau et assure une mission d'information sur la réglementation et la politique de l'eau.

La MISEN doit travailler plus activement sur le sujet de la REUT et doit pouvoir être plus compétente. En effet, cette mission transversale et multiacteur sera la plus à même de connaître les spécificités locales, sur une maille fine. Cette connaissance permettra de faire appliquer efficacement les objectifs établis par la MIE, et de faire remonter les observations de terrains. La MISEN deviendrait alors une véritable interface entre l'état et les acteurs locaux. Enfin, la MISEN devrait avoir un rôle prépondérant dans la définition des objectifs de la REUT dans les SAGE, afin de construire des SDAGE ambitieux. Son rôle sera aussi de faire appliquer les objectifs des programmes de mesures des SDAGE.

Le mécanisme de planification est donc encadré par les grands axes émanant de l'État, et c'est la Police de l'Eau qui réglemente toutes les installations, ouvrages, travaux ou activités pouvant avoir un impact sur la santé, la sécurité, la ressource ou les écosystèmes.

Aujourd'hui, ce sont les **Directions départementales des Territoires** (DDT) et les **Directions Départementales des Territoires et de la Mer** (DDTM) qui ont cette compétence qui recouvre deux aspects :

1. Un régime administratif spécial,
2. Un dispositif de contrôle du respect de la réglementation.

Enfin, plusieurs audits réalisés par la Cour des Comptes Européenne (un en 2008 et deux 2011) ont évalué le principe d'écoconditionnalité qui sous-tend les attributions des aides de la PAC. Le bilan de ces évaluations est plutôt négatif puisque sont soulignés : des critères trop vagues transposés de manière laxiste dans les droits nationaux, des contrôles insuffisants et peu crédibles et des infractions environnementales non sanctionnées. En effet, il apparaîtrait selon ces rapports que la loi française n'est pas suffisamment précise, soumise trop souvent à des interprétations erronées. De plus, il manquerait des contrôles auprès des exploitants agricoles qui ont une pratique trop polluante et qui ne respecteraient pas les normes de prélèvement de l'eau (puits sauvages, débits non contrôlés, qualité des eaux d'irrigations non certifiées ...).

Depuis la loi NOTRe, ce sont les DDT(M) qui sont en charge de l'étude des dossiers d'assainissement et de REUT. Ces services doivent donc employer une personne ressource qui soit formée à la REUT et à la spécificité du territoire local (réglementation, gestion des dossiers, suivis, connaissance des caractéristiques du milieu ...). Les ARS ayant déjà travaillé sur des projets de REUT doivent donc accompagner les DDT(M) grâce à un transfert de connaissance. De plus, par leur rôle prépondérant dans la Police de l'Eau, les DDT(M) doivent être formés pour assurer le suivi des projets de REUT qui ont été acceptés afin d'assurer la bonne gestion des risques sanitaires et environnementaux. Les personnes qualifiées doivent être aussi partie prenante de la MISEN afin de réaliser le rapportage de ce suivi auprès des autres acteurs.

Vis-à-vis de la police de l'eau, il faut pouvoir rétablir un équilibre entre les suivis qui sont réalisés pour contrôler les pratiques des agriculteurs face à leur consommation issue de sources conventionnelles et ceux issus de sources non-conventionnelles. La loi doit être mieux appliquée et mieux policée dans le premier cas, au même titre que dans le deuxième.

L'intercommunalité

Le dernier niveau, est l'intercommunalité qui à travers la loi NOTRe³² concentre les compétences de l'eau et de l'assainissement, à partir de 2020, auprès des EPCI à fiscalité propre et suite à plusieurs étapes :

32 Loi sur la Nouvelle Organisation Territoriale de la République (NOTRe) promulguée le 7 août 2015

- Mise en œuvre de la **Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations (GEMAPI)** : à partir de 2018, les EPCI à fiscalité propre (communautés de communes, communautés d'agglomération, métropoles, communautés urbaines) seront les maîtres d'ouvrage désignés par la loi pour les travaux de gestion des milieux aquatiques et de prévention des inondations. Ils peuvent transférer cette compétence à des structures de gestion par bassin versant, EPTB ou EPAGE par exemple.

Selon le sénateur Jean-Jacques Lozach, rapporteur du rapport d'alerte « Eau : urgence déclarée » (2016) de la Délégation à la prospective, la GEMAPI représenterait un bon modèle pour imaginer une gestion plus transversale des compétences, condition sine qua non d'un projet territorial partagé plutôt qu'imposé, notamment à travers la possibilité d'établir une taxe locale pour financer les travaux et la compétence GEMAPI. Cette taxe et ce procédé faisant largement débat et ont été largement amendés avant d'être adoptés à l'unanimité le 30 novembre 2017 : il s'agit ici d'une piste de réflexion pour imaginer des procédés de financement pour les projets de gestion durable de la ressource.

- Jusqu'en 2020, c'est la commune qui concentre les compétences de l'eau et assainissement, et c'est le maire qui est le dernier décideur (le président de l'EPCI à partir de 2020)³³. Cette dernière peut décider de s'organiser dans un cadre intercommunal, grâce à la création d'un syndicat d'eau et d'assainissement, ou en donnant l'exercice de la compétence à un EPCI à fiscalité propre. D'une manière générale, l'organe en charge de l'eau et de l'assainissement doit assurer :
 - La distribution de l'eau potable, de la collecte et du traitement des eaux usées de sa commune
 - Les décisions d'investissements, tout en demandant un soutien technique et/ou financier de la part de l'agence de l'eau, et/ou de la région et/ou du département
 - Le choix du mode de gestion, qui peut être confié à des régies des eaux (syndicats ou services municipaux) ou à des groupes industriels privés (Suez, Véolia, SAUR, etc.)

Au vu de ce transfert de compétence, les EPCI vont être les acteurs centraux dans l'opérationnalisation des objectifs de REUT établis dans les SDAGE et SAGE. Les fonctionnaires en charge de l'assainissement doivent donc recevoir une formation aux procédés de REUT. La connaissance de la réglementation, du panel des options qui s'offrent à la collectivité et du levier que représente la commande publique doivent être assurée par cette formation afin d'accompagner la transition. En outre, afin d'accompagner les collectivités dans la mise en place de ce transfert de compétence, il doit exister une communication active des EPCI déjà motrices dans le secteur de la REUT afin de sensibiliser le reste des collectivités sur le sujet. Cela permettrait de profiter des changements de statuts pour porter le message de gestion durable de la ressource. Rappelons que des « assouplissements » et des « aménagements » ont été annoncés par le Premier Ministre, par le ministre de la Transition écologique et solidaire et par le Président de la République lors du congrès des maires de novembre 2017.

33 NB : sur la période 2018-2020, les nouveaux EPCI à fiscalité propre peuvent choisir l'eau et l'assainissement comme compétences optionnelles.

C. Prix de l'eau et surveillance : les Agences de l'Eau et l'AFB

1. Les Agences de l'eau et le principe de pollueur-payeur

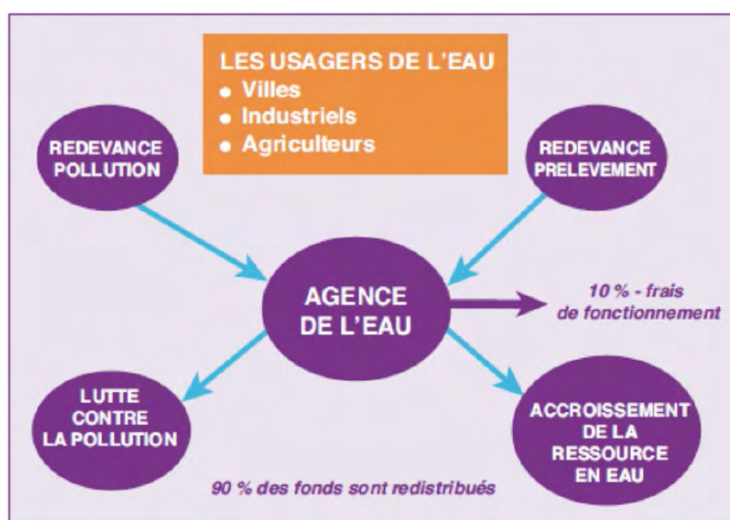
L'une des articulations centrales dans la politique de l'eau en France réside dans la façon dont le prix est fixé, résumée par l'expression « l'eau paie l'eau ». Ce principe, établi au moment de la loi de 1964, repose sur le fait que les dépenses des acteurs publics dans le domaine de l'eau doivent être couvertes par les recettes perçues auprès des usagers à travers les factures de l'eau. Le mécanisme principal qui prévaut pour alimenter ce principe est celui du « pollueur-payeur », et ce sont les Agences de l'eau qui en assurent le fonctionnement, en centralisant la plus grande partie des redevances qu'elles redistribuent ensuite. L'agence perçoit ces redevances auprès des usagers de l'eau (ménages, collectivités, industriels, agriculteurs...). Véritable fiscalité environnementale, ces redevances reposent sur l'impact des activités humaines sur les milieux aquatiques. Elles ont donc pour premier rôle d'inciter les usagers à moins polluer et moins consommer pour une gestion responsable de l'eau. Par leur caractère comptable, elles fournissent aussi une information de qualité sur la pression anthropique, information qui sera ensuite mise à profit pour calibrer au mieux la redistribution des primes³⁴. Ces redevances sont principalement de deux types³⁵ :

1. **Redevance « pollution »** : basée sur le principe de « pollueur-payeur », cette taxe est payée par l'utilisateur, en fonction de la pollution induite par son activité sur l'eau. En 2015, cette redevance montait à 1,9 milliard d'euros et contribuait à 84% des redevances.
2. **Redevance « prélèvement »** : basée sur le principe de « préleveur-payeur », cette taxe est payée par l'utilisateur, en fonction des prélèvements d'eau dans les nappes phréatiques ou les cours d'eau. En 2015, cette redevance représentait 16% du total, soit 360 millions d'euros.

Établissement public administré par l'État et sous la double tutelle du Ministère chargé de l'Écologie et du Ministère des Finances, ces agences jouissent d'une autonomie financière puisqu'elles disposent de moyens financiers propres émanant des redevances reçues aux différents niveaux de la politique de l'eau. Leur domaine d'intervention couvre les eaux de surface, les eaux souterraines, les eaux littorales et les eaux territoriales en mer. L'Agence de l'eau a deux leviers d'action³⁶ :

- **Une fiscalité environnementale** : les redevances, perçues sur les prélèvements d'eau et les rejets polluants, qui ont un rôle incitatif ;
- **Des aides financières** : la redistribution des fonds collectés aux usagers de l'eau du bassin, pour soutenir des études et des investissements d'infrastructures.

Grâce à ces deux leviers, les Agences de l'eau participent activement aux investissements destinés aux infrastructures, grâce aux incitations proposées aux maîtres d'ouvrage, à l'entretien du réseau et aux études ou autres



Sources et utilisation des fonds des Agences de l'Eau
Source : OIEau – Gestion de l'eau en France (2008)

34 Site internet de l'Agence de l'eau RMC : <https://www.eaurmc.fr/aides-et-redevances/redevances-et-primes.html>

35 Ministère de l'action et des comptes publics, direction du budget (2017) Annexe au projet de loi de finances pour 2017, Agences de l'eau.

36 Ibid

outils permettant la bonne diffusion des SAGE et autres contrats. De plus, elles peuvent signer des accords-cadres avec les régions, départements, communautés d'agglomérations, Établissements Publics Territoriaux de Bassin (EPTB), pour permettre aux différents échelons de se partager les compétences en respectant au maximum les besoins locaux des territoires. Dès lors, cela permet un renforcement de la collaboration et de la concertation entre tous les acteurs locaux. Enfin, elles jouent aussi un rôle d'informateur auprès du grand public, en sensibilisant les citoyens sur les enjeux de l'eau.

Les redevances et primes des Agences de l'eau – exemple de l'agence RMC

Sur le 10^e programme d'action de l'Agence RMC, une logique de modernisation a été mise en avant :

- Une simplification du zonage de la redevance sur les prélèvements d'eau pour gagner en lisibilité
- Un renforcement du caractère incitatif de la redevance sur les prélèvements d'eau pour favoriser davantage les économies d'eau dans un territoire qui connaît déjà les pénuries d'eau et qui sera confronté aux impacts du changement climatique
- Un rééquilibrage de la pression fiscale au profit des ménages
- L'agence verse une prime aux maîtres d'ouvrages des dispositifs collectifs d'épuration des effluents domestiques. Le montant de la prime est déterminé au regard des conformités réglementaires, de la surveillance des installations, des rendements épuratoires et du mode de gestion des boues d'épuration, afin d'inciter à la l'amélioration des performances des ouvrages d'épuration. L'agence verse également une prime aux maîtres d'ouvrages des services d'assainissement non collectif. Cette prime accompagne la réglementation et vise à limiter les pollutions rejetées vers le milieu naturel.

SOURCE : Informations tirées du site internet de l'Agence de l'eau RMC (<https://www.eaurmc.fr/aides-et-redevances/redevances-et-primes.html>)

Réflexions et propositions pour l'essaimage de la REUT

Aujourd'hui, les Agences de l'eau dont le bassin versant présentent des défis récurrents de sécheresse, de réduction des aquifères souterrains et des niveaux des cours d'eau ont tout intérêt à considérer l'ensemble des solutions, conventionnelles ou non, pour trouver des solutions durables et résilientes. Or, la REUT peut devenir l'une de ces solutions, et les Agences de l'eau ont un rôle central dans l'essaimage de la REUT sur l'ensemble de leur territoire, là où les besoins s'alignent aux débouchés d'EUT. Nous identifions ici plusieurs axes pour y parvenir :

- **Accompagnement dans la mise en place des planifications territoriales** : les Agences de l'eau étant une des parties prenantes centrales dans la mise en place des SDAGE et SAGE, elles pourraient apporter une expertise importante au moment de former les comités de bassin aux principes de la REUT, en mettant en avant les avantages environnementaux, économiques et sociaux afin de créer une stratégie régionale intégrée sur le plan de la REUT. De plus, à travers leurs Conseils Scientifiques, les Agences de l'eau peuvent produire des études qui permettraient de lever des zones d'ombre potentiellement clivantes ou verrouillantes, en amont des débats des Comités de bassin. Notons qu'une enquête réalisée par l'UFC-Que choisir en 2013 révèle que les documentations et les débats sont considérés comme « très techniques » dans 96% des cas, alors que des notes d'aides à la compréhension ne sont présentées qu'une fois sur deux, et que dans 1/4 des instances les documents de travail sont remis directement aux réunions, ce qui empêche toute préparation amont. Ce point est aussi soulevé dans le rapport d'information, réalisé par la délégation sénatoriale à la prospective « Eau : urgence déclarée », et lors de la restitution et des débats au Sénat le 19 octobre 2016 par Jean-Jacques Lozach, rapporteur de la délégation qui dit notamment :

« À vouloir mettre tout le monde autour de la table, ce qui est louable, on aboutit à une technocratisation des structures, du type comités de bassin et agences de l'eau, dans lesquelles l'on parle beaucoup, mais où l'on décide peu. Nous péchons presque par excès de démocratie locale, les élus locaux finissant par être dépossédés des décisions qui les concernent. Se produit ainsi, de manière insidieuse, une sorte de recentralisation rampante. Ce sont souvent les techniciens qui ont les commandes, et non les élus. »

Il y a donc un effort à réaliser pour apporter des informations plus compréhensibles aux décideurs politiques, aux associations et aux représentants des parties civiles des Comités de bassin et des Commission Locales de l'Eau.

- **Accompagnement de l'innovation et des travaux d'infrastructures** : grâce à leurs multiples casquettes, les Agences de l'eau doivent jouer un rôle central, qui va plus loin que le simple financement. Par exemple, en incluant une disposition spécifique pour la REUT dans leurs programmes pluriannuels tout en intensifiant les soutiens aux démarches d'expérimentation et de recherche dans ce domaine, il est possible de créer un véritable mouvement de fond, transversal et intégré. En réalisant un grand APP basé sur la REUT en 2016, l'Agence de l'eau RMC (Rhône Méditerranée Corse) a par exemple reçu 55 dossiers portés par autant de collectivités. Ce sont finalement 47 dossiers qui ont été retenus pour un total de 45,4 millions d'euros. Il existe donc une véritable demande, qui doit être soutenue et accompagnée. Ces APP ponctuels doivent être pérennisés pour in fine rassurer l'ensemble des parties prenantes et encourager durablement cette solution.
- **Réflexions sur la négation du préleveur-pollueur-payeur** : alors que le Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) estimait que les surcoûts dus aux pollutions agricoles coûtent en France entre 640 et 1.140 millions d'euros aux consommateurs³⁷, les principes de préleveur-pollueur-payeur ne paraît pas transparaître effectivement dans les redevances que reçoivent les Agences de l'eau. En effet, la redevance « pollution » est prise en charge à 88% par les consommateurs, contre 7% et 5% pour respectivement l'agriculture et l'industrie. Il en va de même avec la redevance « prélèvement » avec 70% de la redevance payée par les consommateurs, contre 4% et 18% pour l'agriculture et l'industrie, alors que les consommations nettes des consommateurs s'élèvent à 24%, contre 48% pour l'agriculture et 6% pour l'industrie³⁸. Ce sont donc les consommateurs qui ont la plus grande charge, alors que leur activité reste de loin la moins polluante et la moins consommatrice. Or, tant que les schémas d'irrigations et les plans de consommations du secteur agricole et industriel ne refléteront pas les externalités négatives de leur activité, la REUT ne pourra pas trouver de business model rentables : la concurrence déloyale que représente l'eau potable, dont le prix est maintenu artificiellement bas par ce déséquilibre des redevances, est l'un des facteurs bloquants les plus importants (cf. chapitre IV). Notons que nous ne voulons pas mettre l'opprobre sur un secteur quelconque, mais une réflexion sur le prix de l'eau qui pourrait mieux inclure « l'empreinte eau » d'activités polluantes dans les redevances perçues par les Agences de l'eau doit être menée, et ce avec l'ensemble des parties prenantes afin de trouver un consensus qui permettent l'émergence de solutions non conventionnelles et durables de gestion des eaux.

Enfin, notons qu'en 2015, le budget annuel des Agences de l'eau s'élevait à 2,5 milliards d'euros³⁹, une somme conséquente, mais qui est de plus en plus ponctionnée par l'État. En effet, une « contribution exceptionnelle » des Agences de l'eau au budget de l'État a vu le jour en 2014 et s'élevait à 210 millions d'euros, procédure qui s'est répercutée chaque année et qui s'élève en 2017 à 175 millions d'euros, dans le cadre du plan d'économie de l'État. Cette pratique semble se pérenniser puisque dans le cadre de la Loi finance de 2018, est prévu un prélèvement de 300 millions d'euros, soit 15% du budget total des Agences de l'eau⁴⁰. Or, comme nous allons

37 Commissariat général au développement durable, Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable (2011) Coûts des principales pollutions agricoles de l'eau, Études et documents n°52

38 Ministère de l'action et des comptes publics, direction du budget (2017) Annexe au projet de loi de finances pour 2017, Agences de l'eau.

39 Ibid

40 Association UFC-Que choisir (2017) Préservation de la ressource aquatique : l'UFC-que choisir lance un s.Eau.s. ! <https://www.uec-quechoisir.org/>

le montrer tout au long de cette étude, le rôle des Agences de l'eau est prépondérant pour soutenir l'innovation dans le secteur de la REUT et son déploiement sur les territoires qui pourraient en bénéficier. En réduisant ce budget, l'État réduit d'autant la marge de manœuvre des financements publics destinés à une gestion durable de la ressource en Eau, qui est pourtant l'une des priorités affichées par le ministère Transition écologique et solidaire et du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation lors des annonces datant du conseil des ministres du 9 août 2017, qui ont débouché sur la création de la cellule d'expertise de la Ressource en eau dans le domaine agricole datant du 11 novembre.

2. L'AFB : pour une connaissance du milieu qui structure les stratégies de REUT locales

L'ONEMA (l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques) était en charge de la connaissance et de la surveillance des eaux et des milieux aquatiques. Depuis le 1er janvier 2017, l'ONEMA a fusionné d'autres organismes pour devenir l'Agence Française pour la Biodiversité, regroupant le GIP Atelier Technique des Espaces Naturels (ATEN), l'Agence des Aires Marine Protégées et Parcs Nationaux de France (PNF). L'AFB reprend donc la mission de l'ONEMA de préservation et de restauration du bon état des eaux, lacs, rivières, fleuves, milieux humides, eaux littorales et de leurs milieux aquatiques. Plus particulièrement, on peut distinguer 4 grandes missions :

- Le développement des connaissances sur les hydrosystèmes grâce à l'orientation des recherches,
- L'information sur les ressources en eau, les milieux aquatiques et leurs usages, notamment grâce au pilotage du Système national d'Information sur l'Eau (SIE),
- Le contrôle des usages de l'eau, puisqu'une partie de la responsabilité de la police de l'eau lui est confiée
- L'action territoriale, grâce aux diagnostics, à la planification des SDAGE et SAGE, à l'appui technique sur des sujets de conservation.

Réflexions et propositions pour l'essaimage de la REUT

En apportant des connaissances sur le milieu, l'AFB permet de mieux caractériser les besoins et les ressources disponibles. Cela permet de faire émerger les possibles conflits d'usages et d'identifier les secteurs où il est le plus urgent d'agir. Dans le cas de la REUT, il est central de pouvoir établir un recensement des pratiques passées et présentes, afin de réaliser une cartographie qui serve de point de départ pour les collectivités qui voudraient développer des projets de REUT. En effet, grâce à une communication active entre les collectivités pionnières et celles qui voudraient passer le pas permettrait de créer une communauté et donc de mettre en place une vraie transition. Ces échanges pourraient s'appuyer sur une plateforme interactive identifiant des informations pertinentes : localisation des projets en activités et en cours de transition, caractérisation du milieu, identifications des STEP potentiellement viables pour la REUT, mise en regard avec les besoins des territoires ... Il serait alors bien plus aisé pour les collectivités de mettre en lumière facteurs émergents et bloquants des projets, d'autant que les études de faisabilité seraient bien plus efficaces et donc moins coûteuses. Notons que d'après nos échanges avec l'AFB, une étude qui cartographierait les projets de REUT est en cours de réalisation et devrait être proposée fin 2017. Néanmoins, ces données doivent ensuite pouvoir être disponibles à tous et facilement compréhensibles, pour que l'ensemble des investissements réalisés dans le secteur de la REUT soit mis en valeur.

En outre, en caractérisant efficacement le milieu, l'AFB est capable de produire des analyses poussées sur les besoins et potentiels de chaque région et le potentiel pour chaque région. Il serait donc très intéressant de trouver des indicateurs transversaux et normalisés qui permettraient de calculer rapidement le potentiel local d'une intercommunalité pour ce genre de pratiques, indicateurs caractérisant aussi l'ensemble des flux qui modulent le petit et le grand cycle de l'eau. Il serait intéressant de coupler ces indicateurs avec ceux sur les flux humains, afin de croiser les données et de faire émerger les zones les plus à risques et celles qui pourraient le plus bénéficier de la REUT.

Enfin, il serait très intéressant de pouvoir caractériser précisément la qualité des eaux utilisées en irrigation de toutes formes : souterraines, eaux de surface de rivière ou de lacs, EUT ... Cela permettrait de tirer des comparaisons rigoureuses entre les risques effectifs qui existent suivant les sources qu'elles soient conventionnelles ou non-conventionnelles.

Aujourd'hui, les exploitants agricoles ne sont pas soumis à des procédures de suivis de qualité - notamment du point de vue bactériologique - pour les eaux de surface issues de ressources caractérisées « qualité eau de baignade »⁴¹ et destinées à être utilisées pour l'irrigation. De même, ces eaux d'irrigation ne sont pas soumises à des restrictions liées aux vents, à la topographie et à la proximité d'habitation. En revanche, comme le précise le chapitre III sur la réglementation, les procédés de REUT sont encadrés par des suivis et des conditions d'autorisation lourds (vents, topographie, contacts potentiels avec la population ...) afin de garantir leurs usages, même une fois qu'elles ont reçu leur qualification « qualité A ». Or, certaines exploitations agricoles s'alimentent en eaux de surface juste en aval de STEP qui rejettent leurs EUT dans le cours d'eau. Pour Nicolas Roche, professeur des universités à Aix-Marseille et coordinateur du Pôle de Recherche Interdisciplinaire et Intersectoriel «Environnement» d'Aix-Marseille, il ne s'agit ni plus ni moins d'un procédé de REUT indirect. De fait, ces eaux présentent généralement une très grande part d'EUT, surtout dans les cours d'eau à faible débit. Ceci est encore plus important en période d'étiage, moment où les agriculteurs sont pourtant les plus en demande de ressources pour l'irrigation (saison estivale). Cependant, comme le précise Bruno Molle, responsable du laboratoire de recherche et R&D sur les technologies d'irrigation à l'Irstea (Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture), aucun danger n'a été mis en lumière suite à l'utilisation de ces eaux pour l'agriculture, quand bien même ces eaux pourraient être considérées comme issues de REUT indirecte.

Le soutien d'étiage

L'étiage d'une rivière correspond à son niveau le plus bas. L'opération de soutien d'étiage consiste à ajouter au débit naturel devenu trop faible de la rivière un débit supplémentaire obtenu par une source externe. Cet apport supplémentaire a pour objectif de régulariser les débits au cours de l'année et d'améliorer la qualité environnementale. Il permet la gestion de la ressource à l'échelle du bassin de la rivière, puisque l'eau restituée pourra être prélevée en aval pour divers usages.

Il serait donc intéressant de faire des relevés permettant de caractériser ces eaux de surface proches de zones de rejet de STEP, afin de les comparer à celle produite pour la REUT. Il serait alors possible de dépasser les aprioris sur les qualités des EUT et de prouver les observations de terrain qui remontent de nos échanges avec différentes parties prenantes : il s'avèrerait que les eaux issues de la REUT soient souvent de meilleure qualité que celles pompées en aval de rejet de STEP secondaires, en toute légalité. Un travail de fond d'analyse de survie des pathogènes ou au moins de leurs indicateurs dans les systèmes agricoles reste aussi à faire, car non rencontré jusque-là dans la littérature scientifique.

Dans le paradigme de l'économie circulaire, la diversité des contextes implique des solutions variées qui

41 Le code de l'environnement précise :

« À l'exception des prélèvements faisant l'objet d'une convention avec l'attributaire du débit affecté prévu par l'article L. 214-9, prélèvements et installations et ouvrages permettant le prélèvement, y compris par dérivation, dans un cours d'eau, dans sa nappe d'accompagnement ou dans un plan d'eau ou canal alimenté par ce cours d'eau ou cette nappe :

- D'une capacité totale maximale supérieure ou égale à 1 000 m³ / heure ou à 5 % du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau : autorisation.

- D'une capacité totale maximale comprise entre 400 et 1 000 m³ / heure ou entre 2 et 5 % du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau : déclaration. »

répondent efficacement aux besoins des territoires en réduisant au maximum l'impact sur le milieu. C'est donc tout le panel d'outils qui doit être connu des diverses parties prenantes. Pour le moment, la REUT est considérée comme un principe de niche et n'est pas toujours bien perçue par les décideurs. Historiquement, il a été plus intéressant pour un élu d'inaugurer une STEP qu'un système plus innovant, mais plus discret. Cette considération doit évoluer, ce qui passe par un effort de pédagogie auprès des collectivités : la STEP ne doit pas devenir une finalité, mais plutôt un outil qui soit calibré aux besoins locaux et donc aux usages potentiels des EUT pouvant être valorisées. En partageant les bonnes pratiques, en explicitant clairement les intérêts de la REUT sur le long terme, en incluant la population locale dans la réflexion grâce à des mécanismes éducatifs de divers niveau (de l'école aux lieux de loisirs, durant les réunions municipales, lors de journées découvertes ...) il est possible de créer une véritable conscience qui sera le terreau de l'essaimage de cette pratique.

III. RÉGLEMENTATION DE L'EAU : FRANCE ET INTERNATIONAL

Historiquement, la REUT est un principe qui est vieux comme les villes, puisque le moyen le plus efficace de traiter les immenses volumes d'eaux usées produites par les centres urbains était l'épandage sur les champs avoisinants. De plus, puisque cette solution représente une forme de gestion des effluents résiliente, les grandes organisations internationales ont proposé des réflexions pour minimiser les risques et offrir des stratégies de gouvernance adaptées au contexte local.

Transformant un déchet en ressource, les principes de REUT présentent une alternative durable pour l'irrigation de cultures ou l'arrosage d'espaces verts, ainsi que pour d'autres usages à forte consommation d'eaux. Cependant, cette matière première demande un encadrement réglementaire adapté afin de prévenir les risques sanitaires liés à cette pratique et ainsi protéger les utilisateurs, le public, mais aussi les exploitants qui produiraient cette ressource. Bien que traitées par les STEP, les eaux résiduaires urbaines contiennent tout de même divers micro-organismes pathogènes ainsi que des éléments organiques et minéraux potentiellement toxiques. Au fil du temps, la réglementation nationale sur la REUT a été précisée et complétée pour répondre à l'évolution des enjeux sanitaires et environnementaux. Elle doit aujourd'hui s'adapter à la réalité du terrain pour proposer un encadrement maîtrisant les risques effectifs, tout en permettant la mise en œuvre de projets innovants qui explorent tout le potentiel que représente la REUT.

A. Les enjeux réglementaires de la REUT

1. Les enjeux sanitaires : entre caractérisation des risques effectifs et coûts induits

Suivant les usages et les populations exposées, les risques sanitaires prennent des formes différentes. Se posent alors les questions du type de population en contact potentiel ou avéré avec les EUT, la fréquence d'exposition et le mode d'exposition. Ces trois variables sont directement liées aux usages de la REUT et à l'origine des eaux qui vont être utilisées.

Les eaux usées sont un réservoir de contaminants, qu'ils soient biologiques ou physico-chimiques. En canalisant les eaux de diverses origines, pouvant aller des eaux grises produites par une simple douche aux eaux industrielles chargées en polluants lourds, les STEP doivent donc adapter leur processus de traitement pour produire en bout de ligne une eau qui respecte les normes de rejet du milieu local. De fait, la contamination prend deux formes générales :

1. La contamination **microbiologique** qui pose un risque lié aux micro-organismes présents. Par ordre croissant de taille, on trouve : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes. Ce bouillon biologique vient pour la grande majorité des matières fécales et peut être pathogène ou non. Dans cette première catégorie, on trouve majoritairement en France : salmonelles, shigelles, campylobactéries, *Escherichia Coli* entéropathogènes (E.coli), virus entériques, *Cryptosporidium* et *Giardia intestinalis*. L'enjeu principal de la contamination microbiologique est la qualification du risque sanitaire effectif, qui dépend principalement des populations présentes, de leur concentration et pouvoir de reviviscence, de leur résistance aux traitements et de leur capacité infectieuse. Il faut donc identifier quels agents pathogènes sont présents et à éliminer, puis déterminer quels sont les seuils ou battements de population à respecter. C'est ce dernier point qui fait le plus débat entre les administrations sanitaires, services des ministères, opérateurs, laboratoire d'analyses et chercheurs. En effet, le choix du traceur, c'est-à-dire du pathogène qui sera analysé lors des relevés, est capital : il doit être représentatif de la qualité des EUT et donc de la capacité de traitement de la STEP, représentatif des risques sanitaires des EUT, tout en étant mesurable précisément par les

laboratoires sans un coût prohibitif dû à des procédés trop complexes. Cet équilibre est central, puisqu'il faut trouver des articulations sûres tout en étant économiquement viables. Retenons aussi que le pouvoir contaminant des EUT dépend principalement de la Dose Minimale Infectieuse de la voie de contamination considérée, dose qui dépend de chaque individu et qui pour un même individu, peut varier d'un jour à l'autre suivant des paramètres aussi peu maîtrisables que l'état psychologique. De fait, l'ensemble de ces considérations est différent pour chaque STEP, chaque milieu et chaque population en contact avec les EUT, d'où la complexité du processus de normalisation.

2. La contamination **physico-chimique** qui devient notamment un véritable enjeu lorsque les eaux brutes ont des origines industrielles⁴². Mais d'une manière générale, les eaux de pluies et de lavages transportent aussi de nombreux polluants chimiques. Ce sont particulièrement les métaux lourds (plomb, nickel, mercure, cadmium, nickel) et les pesticides qui retiennent l'attention des agences de santé puisque ces contaminants peuvent s'accumuler dans les tissus et finir par empoisonner le consommateur. Et puisque ces éléments touchent tous les êtres vivants, il ne faut pas oublier que l'accumulation de ces polluants dans les produits de consommation peut aussi mener à l'empoisonnement. De plus, les études se penchent aujourd'hui avec une attention toute particulière sur les micropolluants, qui bien qu'en quantité infime peuvent être par réaction ou accumulation, à l'origine de coproduits plus dangereux pour la santé. De plus, les rejets humains sont bien souvent très concentrés en produits pharmaceutiques, ce qui représente une forme de pollution non négligeable qui est encore aujourd'hui mal connue. Dans ces deux cas, on parle d'**éléments traces**.

La question de l'exposition est l'un des axes les plus importants pour articuler la réglementation de la REUT. Dans un premier temps, est à considérer l'ensemble de la chaîne de valeur :

- Dès la production de l'EUT qui doit être purifiée dans des conditions respectant les normes de sécurité propre à ce secteur d'activité. De plus, les opérateurs doivent recevoir une formation afin de les sensibiliser sur les risques qui entourent la pratique et les réflexes à intégrer, formation qui représente des coûts supplémentaires pour les projets de REUT.
- Lors de l'utilisation proprement dite de l'eau, que ce soit au moment de l'aspersion agricole ou d'espace vert, du nettoyage d'une route ou d'une voiture, de l'arrosage d'un golf ou d'un jardin ... Dans chacun de ces cas, le contexte d'utilisation va faire varier le mode d'exposition, le type de personne exposée et la fréquence d'exposition. De plus, sont à considérer les expositions indirectes, dues au vent et aux distances des habitations riveraines d'activités fonctionnant grâce à la REUT.
- Enfin, lorsque le consommateur final sera confronté à un bien de consommation ou un service qui a été produit avec de la REUT. En effet, certains éléments sont symbiotiques avec la plante et peuvent migrer dans les consommables dans un processus de contamination eau-sol-plante⁴³. Outre cette forme de pollution caractéristique des plantes comestibles, sont à considérer les risques sanitaires liés aux EUT pour des installations sportives arrosées grâce à la REUT, ou pour citoyen qui pourrait utiliser ces eaux pour laver ses équipements.

42 NB : les normes de la REUT concernent uniquement des eaux usées urbaines avec apport eaux industrielles réglementés et contrôlée. La REUT industrielle présente des enjeux propres qui ne seront pas abordés dans cette étude.

43 Battilani, A., Steiner, M., Andersen, M., Back, S. N., Lorenzen, J., Schweitzer, A., ... & Plauborg, F. (2010). Decentralised water and wastewater treatment technologies to produce functional water for irrigation. *Agricultural water management*, 98, 385-402.

Ensuite, l'autre caractère à considérer est la voie d'exposition :

- **L'inhalation**, qui devient un enjeu majeur lorsque l'on considère la REUT pour l'irrigation par aspersion. En effet, soumis à des forces de vents importantes, une particule d'eau peut migrer sur plusieurs dizaines de km et donc affecter une victime pourtant très loin de la zone d'irrigation. Les opérateurs des stations ou des zones de lagunages sont aussi les plus à même d'être contaminé par inhalation.
- **Le contact cutané** devient en enjeux lorsque l'utilisateur est en contact direct et en immersion totale ou partielle avec des EUT. Mais le contact avec un sol arrosé peut-être suffisant.
- **L'ingestion**, qui pourrait se faire à travers un contact direct avec les asperseurs dans le cas de l'irrigation, mais aussi d'une manière indirecte avec les produits de consommation produits par la REUT. Et il facile d'imaginer un enfant ingérant de la terre ou du sable dans un parc arrosé avec des EUT.

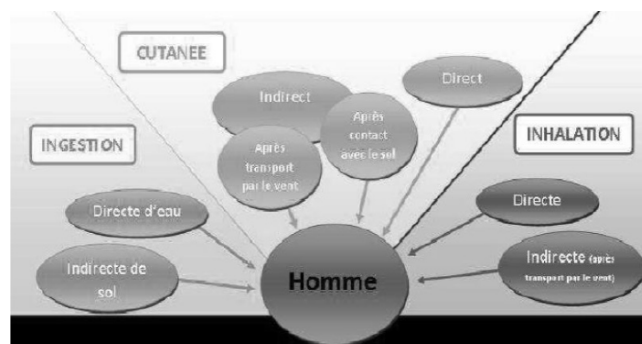


Figure 2 : Schéma conceptuel

Forme d'exposition

SOURCE : EHESP, Risques sanitaires liés à la REUT pour l'aéroaspersion des espaces verts

Au-delà de ces considérations, il faut pouvoir trouver une réglementation qui protège l'ensemble de la population. Le défi principal réside dans l'intégration des divers degrés de sensibilité des individus, qui comme nous l'avons dit plus haut, dépend d'une infinité de facteurs : âge, sexe, constitution, sensibilité ou allergies, état psychologique et médical ... Aussi, la diversité du panel d'éléments à caractériser explique la complexité du travail de normalisation, qui dépend principalement des recherches scientifiques. Or, outre le fait que les moyens modernes ne permettent pas de considérer l'ensemble des risques, il manque d'une manière générale des études poussées dans le domaine de la bactériologie et des capacités infectieuses. Les débats au sein de la communauté scientifique ne permettent pas aux administrations de donner un avis tranché, d'autant que de nombreuses études sont réalisés par des centres de recherches étrangers et/ou privés, qui ont parfois des agendas et intérêts non-alignés avec ceux des états. La recherche publique doit donc apporter plus de données, ce qui implique néanmoins un soutien financier de la part de l'état.

Mais plus généralement, rappelons que le risque zéro n'existe pas, et que sous couvert du principe de précaution, des normes déconnectées de la réalité des usages peuvent bien souvent être à l'origine de blocages importants d'une activité. C'est d'autant plus vrai pour la REUT, qui doit combattre un ensemble d'aprioris historiques. Les administrations doivent donc trouver des procédés réglementaires calibrés pour protéger au maximum l'Homme, tout en sécurisant les projets qui ont pu bénéficier d'une autorisation et dont dépend par suite tout un tissu d'activité.

2. Les enjeux environnementaux

L'objectif de la REUT est d'offrir une solution locale à un problème de quantité et/ou de qualité de l'eau. Il s'agit donc de sécuriser un usage en offrant une stratégie qui ait le minimum d'impact sur l'écosystème, et qui pourrait même devenir un impact positif, si le procédé de REUT permet la régénération du milieu tout en diminuant le prélèvement de l'eau et la consommation d'énergie comme de produits chimiques induites par les traitements. Cependant, il ne faut pas croire que la REUT puisse être une solution « miracle », mais plutôt d'un pilier supplémentaire sur lequel construire la gestion durable de l'eau.

Dans un premier temps, il convient de rappeler que les systèmes de traitement que l'on connaît aujourd'hui ont été adaptés aux normes et réglementations qui permettent la protection des milieux réceptifs. Ainsi, les STEP doivent calibrer leurs procédés en fonction des caractéristiques physico- chimiques et des conditions climatiques locales. De la bonne qualité de nos eaux de rivière et de nos lacs dépendent la vitalité de la

biodiversité et la qualité de la ressource servant à la potabilisation. On peut par exemple mentionner l'intérêt que représentent les EUT pour le soutien du débit d'étiage, lorsque les cours d'eau présentent des niveaux trop faibles pour la survie des espèces endémiques. La prise de conscience de l'importance d'un suivi précis et contrôlé des rejets d'EUT pour le milieu comme pour la société a pu être intégrée dans les politiques de gestion de l'eau au niveau européen notamment grâce à la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), sur laquelle nous allons revenir. La REUT ne doit donc pas rentrer en conflit avec ces usages, qui représentent des procédés capitaux pour la préservation du milieu. En revanche, les rejets en milieux marin de EUT représentent quant à eux un gisement important de ressource valorisable (cf. *chapitre V*). Il convient de noter qu'en fine, l'équilibre entre les conflits d'usages dépend de l'arbitrage politique et de la stratégie des états. Une vision intégrée dépend principalement de la qualité, de la quantité et de la disponibilité des données scientifiques qui permettront de proposer des arbitrages justes et conscients.

Mais d'une manière générale, les rejets dans les aquifères de surface d'EUT est une forme de pollution, qui peut devenir très importante si le système de réception n'a pas suffisamment d'eau pour diluer les eaux traitées. La capacité du milieu à pouvoir diluer les EUT dépend principalement de la disponibilité et de la qualité brute de la ressource naturelle, de la puissance et vitesse des courants et de la capacité géo-épuratoire du milieu (dépend de l'ensoleillement, de la biodiversité bactérienne et de la flore locales ...). Dans le cas où cette capacité ne serait pas en mesure d'absorber les pollutions présentes dans les EUT, alors la REUT peut devenir une bonne solution pour soulager ce dernier. En effet, l'un des enjeux majeurs des rejets d'effluents traités dans le milieu naturel est l'eutrophisation, dont nous allons expliciter le principe plus tard. S'il s'agit d'injecter les EUT dans le sol pour profiter de sa capacité géo-épuratoire tout en apportant une source d'eau supplémentaire pour recharger les nappes phréatiques (cf. *chapitre V, partie C*), la maîtrise des techniques et la gestion des risques doivent être robustes afin d'éviter toute forme de pollution des aquifères sous-terrain, pollution qui peut migrer sur des km et souiller des ressources vitales pour la production d'eau potable. Les usages propres à l'irrigation sont aussi à contrôler de près, puisque la richesse des eaux peut avoir des conséquences irréversibles sur la biodiversité des sols et peut mener à des formes de pollutions par eutrophisation si les nutriments ne sont pas entièrement captés par les cultures.

En limitant les rejets, la REUT peut donc avoir un impact positif. Mais inversement, bien que les sols et les aquifères de surfaces représentent des filtres ou des milieux réactifs efficaces pour les traitements finaux des EUT, il est essentiel de contrôler et de maîtriser les externalités négatives potentielles que la pratique de la REUT représente. En outre, en apportant une nouvelle ressource disponible tout au long de l'année et en grande quantité, des usages peu vertueux peuvent devenir viables économiquement alors qu'ils ne sont pas du tout durables. Il faut donc que la réglementation sécurise des usages endémiques et résilients, tout en limitant les transformations d'une activité locale qui deviendrait. Il faut donc proposer des solutions équilibrées, entre impact positif, mitigation et conflit d'usage.

B. Les contextes internationaux et nationaux

L'OMS a proposé un premier volet de recommandation dès 1973, mise à jour en 1989 et 2006. Ces lignes directrices visent à protéger la santé des agriculteurs (et de leurs familles), les communautés locales et les consommateurs finaux. Ces dernières doivent être adaptées aux contextes socioculturels, économiques et environnementaux de chaque pays. L'approche est destinée à soutenir l'établissement de normes et de réglementations nationales pouvant être facilement mis en œuvre et appliquée. C'est d'ailleurs en 1989 que la France a étudié pour la première fois en profondeur le potentiel de la REUT pour le contexte français.

À la demande du Japon, de la Chine et d'Israël, un groupe de travail d'experts a été ouvert en 2010 pour proposer des normes ISO sur la REUT (comité ISO / TC 282 sur la réutilisation de l'eau). Le but principal était de pouvoir qualifier les procédés de REUT, d'offrir un support de réflexion pour la mise en place de législations nationales et d'apporter un avantage comparatif consensuel par rapport à des ressources conventionnelles, au niveau mondial. Ce travail concerne la normalisation de la REUT de toutes natures et à toutes fins utiles,

couvrant donc des réutilisations centralisées et décentralisées, directe ou indirecte, ainsi que des projets intentionnels ou non intentionnels. Il comprend les aspects techniques, économiques, environnementaux et sociétaux de la REUT et permet :

- La définition d'une terminologie commune aux différentes parties prenantes ;
- La spécification des éléments à considérer pour la planification, la conception, l'exploitation, la surveillance et la maintenance de la réutilisation de l'eau, et ce pour diverses applications (irrigation, usages urbains, environnementaux et industriels) ;
- Les méthodes et indicateurs pour l'évaluation des risques et des performances des systèmes de réutilisation de l'eau.

1. En Europe



En Europe, six pays membres ont encadré l'usage de la REUT, en suivant différentes approches qui dépendent fortement de leurs besoins et de leurs ressources. On peut donc mentionner : la France, l'Espagne, le Portugal, l'Italie, la Grèce et Chypre. Ces derniers utilisent une combinaison d'outils politiques, légaux et financiers pour réglementer et/ou promouvoir les projets ambitieux avec une véritable valeur ajoutée. En outre, dans de nombreux États membres, les projets de réutilisation de l'eau peuvent être régis par des lois qui ne sont pas spécifiques à la réutilisation de l'eau, mais s'incluent plutôt dans la politique

de l'eau générale. En effet, les projets de REUT peuvent être soumis à des procédures d'autorisation en vertu de la réglementation nationale, avec des conditions d'exploitation spécifiques imposées par des permis, y compris les mesures de gestion des risques et/ou les valeurs limites pour certains paramètres, comme au Royaume-Uni.

Dans tous les membres de l'EU où des normes existent, elles ont un statut juridiquement contraignant, sauf au Portugal. Pour ce dernier, le gouvernement octroie des permis basés sur des normes juridiquement contraignantes et qui couvrent les EUT provenant de STEP municipales, ce qui n'est pas le cas partout en Europe. En revanche, il n'y a qu'en Italie et en Grèce que les eaux industrielles sont explicitement caractérisées et réglementées. Pour chaque état membre, la norme spécifie quelles utilisations sont couvertes, qui peuvent être regroupées en catégories plus larges. Notons que le nombre de ces catégories varie considérablement : l'Italie va par exemple définir trois types d'utilisations, alors que l'Espagne en a 24 regroupées en 14 catégories⁴⁴. Cette diversité de stratégie, de normes et de réglementation doit pouvoir être harmonisée par l'Europe, afin de pouvoir mettre en place des synergies et des gestions de l'eau interbassin, comme lors de la mise en place de la DCE.

Au niveau de la législation européenne, c'est en décembre 2015 que la Commission européenne publie une communication intitulée « Boucler la boucle - un plan d'action de l'UE pour l'économie circulaire » qui permet de concrétiser le plan d'action de mise en place du paquet de l'économie circulaire, un ensemble d'amendements

44 BIO by Deloitte (2015) Optimising water reuse in the EU – Final report prepared for the European Commission (DG ENV), Part I. In collaboration with ICF and Cranfield University.

de directives existantes, de nouvelles réglementations et normes. Dans cette communication, on peut notamment lire que « outre les mesures d'utilisation rationnelle de l'eau, la réutilisation sûre et rentable des eaux usées après traitement constitue un moyen très utile, mais sous-utilisé, d'augmenter l'approvisionnement en eau et d'alléger la pression sur les ressources hydriques surexploitées dans l'UE ». Il a également déclaré que la Commission prendra une série de mesures pour promouvoir la réutilisation des eaux usées traitées. Sont notamment mise en lumière⁴⁵ :

1. Proposition de législation fixant des exigences de qualité minimales pour l'eau réutilisée pour l'irrigation et la recharge des eaux souterraines (sous réserve d'une évaluation d'impact positive locale pour l'Homme comme pour l'environnement)
2. Promotion d'une réutilisation de l'eau sûre et rentable, avec entre autres :
 - Des orientations sur l'intégration de la réutilisation de l'eau dans la planification et la gestion de l'eau,
 - L'inclusion des meilleures pratiques dans les BREF pertinents,
 - Le soutien à l'innovation (à travers le partenariat européen d'innovation et Horizon 2020),
 - Le soutien aux investissements.

Puis, le 7 avril 2016, la Commission a publié une analyse d'impact initiale de l'initiative à venir sur les exigences minimales de qualité concernant la réutilisation de l'eau à des fins d'irrigation et d'alimentation des nappes souterraines. Ensuite, sont publiées en juin 2016 des lignes directrices, dans le cadre de la stratégie commune de mise en œuvre de la directive-cadre sur l'eau. Le but principal est de mieux intégrer la REUT dans la planification et la gestion de l'eau. Ces lignes directrices sont présentées dans un contexte d'aggravement de pénuries d'eau dans certaines parties de l'UE. Or, d'après la Commission, la réutilisation sûre et rentable des eaux usées après traitement constitue un moyen précieux, mais sous-utilisé, d'augmenter l'approvisionnement en eau et d'alléger la pression sur les ressources⁴⁶. Les mesures visant à faciliter la réutilisation de l'eau dans l'agriculture contribueront également au recyclage des nutriments par substitution des engrais solides. Une consultation publique ouverte sur les options stratégiques a été lancée par la Commission le 28 octobre 2016. En outre, toujours en 2016, la réutilisation de l'eau a été érigée en priorité absolue du Partenariat Européen d'Innovation (PEI) sur l'eau et a fait l'objet d'une présentation lors de la conférence du PEI qui s'est tenue à Leeuwarden le 10 février 2016⁴⁷.

Aujourd'hui, la communauté active sur les questions de la REUT en Europe est en attente de la réglementation qui devrait établir au premier trimestre 2018 les seuils de qualité minimum requis pour la REUT, dont l'objectif principal est d'encourager une utilisation efficace des ressources et de réduire les pressions sur le milieu aquatique, en encourageant le développement d'une réutilisation sûre des eaux usées traitées⁴⁸. À cette fin, l'initiative examinera la possibilité d'adopter une approche commune sur la REUT dans toute l'UE, clarifiant de fait la diversité des situations réglementaire que l'on va mettre en lumière dans ce rapport. En offrant un cadre cohérent et prévisible, l'Europe a l'ambition avec ce texte d'accompagner les opérateurs de marché qui souhaitent investir dans des conditions réglementaires comparables. En outre, les objectifs supplémentaires de l'initiative seraient :

- D'augmenter le recyclage des nutriments contenus dans les eaux usées,
- De contribuer à la croissance et à la création d'emplois dans l'UE en stimulant le développement de technologies innovantes et d'infrastructures hydrauliques qui fourniront aux acteurs de l'UE un premier avantage moteur sur ce marché mondial en croissance rapide.

45 Commission Européenne, EU Water Directors (10 juin 2016) : Common implementation strategy for the water framework directive and the floods directive - Guidelines on Integrating Water Reuse In to Water Planning and Management in the context of the WFD

46 Commission Européenne, (26 janvier 2017) : Rapport de la commission au parlement européen, au conseil, au comité économique et social européen et au comité des régions

47 Ibid

48 Minimum quality requirements for reused water in the EU roadmap (new EU legislation), 07/04/2016.

2. Comparaison des approches avec le reste du monde

On distingue trois principaux types d'approches d'encadrement de la REUT :

- **Une approche basée sur des valeurs limites**

En respectant des valeurs limites numériques ayant été fixées suite à une étude approfondie sur le type d'usage identifié, les risques pour la santé et/ou l'environnement sont considérés comme contrôlés. Les valeurs limites sont normées suivant différents points de la chaîne de production, selon chaque norme. Cette approche est celle suivie dans les six membres de l'EU examinés. Il convient cependant de préciser que les efforts et objectifs de certains pays sont bien plus ambitieux que d'autres. Ainsi à Chypre, les exigences en matière de réutilisation de l'eau font partie des règlements municipaux de traitement des eaux usées, puisque l'objectif affiché par le gouvernement est d'arriver à 100% de REUT. Toutefois, les chemins pour arriver à ce taux ne sont pas encore tout à fait construits, mais la volonté politique est ici motrice, ce qui laisse présager un investissement conséquent dans le secteur, et donc un intérêt marqué pour les professionnels de l'assainissement sur ces sujets à Chypre.

- **Une approche basée sur les exigences de traitement des eaux usées couplées à des valeurs limites**

Cette approche est celle privilégiée par la Californie et suit le titre 22 de son code des règlements. La méthodologie subséquente est la suivante : pour chaque utilisation potentielle, une technique spécifique de traitement des eaux usées est nécessaire. La Californie dispose donc d'un système d'approbation et de certification des techniques de traitement sous le titre 22 mentionné ci-dessus. De plus, pour certaines catégories d'utilisation, les critères de qualité de l'eau telle que des valeurs limites peuvent s'appliquer. Notons que cette approche est celle proposée par l'Agence américaine de protection de l'environnementale.

- **Une approche basée sur un système de gestion des risques pour chaque projet de REUT**

En proposant des lignes directrices, l'Australie et l'OMS adoptent une stratégie plus flexible, s'adaptant à chaque projet de REUT. Ces lignes directrices sont des outils qui permettent à chaque projet de se construire en respectant les besoins locaux, tout en identifiant en amont l'ensemble des risques que pourrait porter un procédé de REUT. Ce travail amont est capital, et demande une expertise poussée sur l'ensemble de la chaîne de valeur et de production. L'avantage principal de cette approche est de pouvoir identifier plus efficacement les risques, et donc les gérer d'une manière plus proactive. Cependant, certains projets n'ont pas pu voir le jour faute de moyens efficaces pour caractériser ces risques (manque de connaissances scientifiques par exemple), ou faute de financements d'étude (qui de plus n'impliquent pas toujours la réalisation du projet). Face à ces défis, certains investisseurs ou collectivités territoriales ont préféré se pencher sur des solutions de dessalement, moins risquées à leurs yeux puisque la responsabilité est couverte par la loi.

Les directives australiennes précisent donc les abattements logarithmiques des pathogènes entériques pour différents procédés de traitement, dont ceux spécifiques à la REUT. De plus, elles fournissent également une liste indicative des paramètres à analyser pouvant être pertinents pour la surveillance ainsi que la définition de cibles à atteindre pour gérer les risques sanitaires. Ces objectifs mesurent l'écart entre l'état de santé actuel et une situation de santé idéale. Le système de mesure est le « DALY » par an et par unité de personne : un DALY peut être considéré comme une année perdue de vie « saine » et pour les étapes de validation, d'exploitation et de surveillance du schéma de REUT. Voici ce qu'un organisme doit finalement caractériser et mettre en œuvre avant de pouvoir récupérer une autorisation :

1. Les principaux risques pour la santé et l'environnement,
2. Les mesures visant à prévenir et à maîtriser les risques,
3. Les procédures de suivi pour vérifier que les risques sont effectivement acceptables.

C. Les expertises des agences sanitaires pour accompagner la réflexion nationale

Afin de mieux connaître les effets potentiels de la REUT sur l'Homme et sur l'environnement, les ministères ont assigné plusieurs saisines à l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (Afssa) et de l'Agence Française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset), qui ont fusionné en 2010 pour devenir l'ANSES, l'Agence nationale chargée de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. L'objet de ces saisines était d'obtenir un avis sur les risques potentiels liés à certains usages de la REUT lors de demandes d'arrêtés préfectoraux pour des projets innovants. Dans les faits, les premiers rapports sur des sujets aussi sensibles que la REUT oriente en général la « philosophie » des prochains textes de loi. Nous étudierons l'impact qu'aura cet avis sur la suite de la réglementation, en montrant le rôle prépondérant de l'ANSES dans l'essaimage de la REUT en France (cf. *Partie III, D, 3*).

Retenons que l'ANSES a un rôle consultatif et doit être en mesure de donner des avis qui n'offrent pas de remise en question scientifique. Si d'avenir des données venaient à manquer ou que les conclusions de certaines études n'étaient pas suffisamment solides pour donner un avis tranché, l'ANSES propose donc seulement des recommandations et le préfet ne signera sans doute pas l'arrêté afin de protéger l'administration et l'État de tout recours en justice, en cas de contamination ou de scandale sanitaire. Cette prudence est essentielle pour la protection de l'ensemble des citoyens, mais peut mener à des blocages récurrents puisque le risque zéro n'existe pas. Il y a donc bien souvent un renvoi des responsabilités d'une administration à une autre, sans que des efforts conséquents de la part de l'État soient faits pour accompagner les recherches qui pourraient lever les doutes des agences sanitaires, notamment sur la caractérisation bactériologique. Mais au vu de la diversité de natures des eaux brutes et de la population exposée, il est convenu dans le monde de la recherche qu'il est impossible de pouvoir identifier l'ensemble des polluants et des risques associés. Un travail de compromis doit pouvoir être réalisé entre les administrations, avec le concours de l'État.

D. Le cadre réglementaire en France

1. Historique de la gestion de l'eau en France et en Europe

La politique de l'eau en France s'est construite autour des grands chantiers d'aménagement du territoire qui ont permis de quadriller le territoire de canaux et ainsi apporter l'eau auprès des usagers éloignés des sources naturelles. Les travaux réalisés au moment du XVIII^e en territoire provençal et comtadin sont sûrement les plus beaux exemples de cet effort de connecter les paysans français à un réseau hydraulique de qualité, renforçant par la même occasion le « grenier de l'Europe » qu'est la France. Pionnier dans l'art de l'irrigation gravitaire de grande ampleur en Europe, et ce dès le XVI^e siècle avec le canal de Craponne⁴⁹, les orientations politiques se sont concentrées sur l'accès à l'eau tout en assurant une sauvegarde de la ressource.

Cette vision combinant accès pour tous et protection du milieu s'est cristallisée régionalement au niveau européen bien plus tard, lorsque la Directive Cadre sur l'Eau a été promulguée dans les années 70. La législation communautaire s'est d'abord intéressée aux usages de l'eau (eau potable, baignade, pisciculture, conchyliculture), puis à la réduction des pollutions (eaux usées, nitrates d'origine agricole). La législation européenne comprend aujourd'hui environ une trentaine de directives sur l'eau⁵⁰ dont la DCE du 23 octobre 2000 qui fixait des objectifs pour 2015 et dont la dernière échéance pour réaliser les réaliser est en 2027. La politique de l'eau européenne s'est de plus construite sur le principe de bassin versant, principe de gestion à

49 Fournier, P. (2003). Aménagements hydrauliques et structuration de l'espace : les métamorphoses de l'eau en Provence et Comtat. Dix-septième siècle, 221, 585-601.

50 Eau France : site du service public pour l'information sur l'eau : <http://www.eaufrance.fr/comprendre/la-politique-publique-de-l-eau/la-directive-cadre-sur-l-eau>

la base du système que l'on connaît aujourd'hui. En effet, la régie des cours d'eau traversant plusieurs pays et celle des littoraux impose une vision intégrée et régionale, qui est à l'origine de SDAGE et DAGE français. Parmi ces objectifs, on retrouve notamment :

1. Atteindre le « bon état des eaux » afin de retrouver une biodiversité locale qui était présente avant l'effet anthropique qu'a le développement de la société humaine moderne. On estime que le « bon état » correspond à 75% de l'état naturel.
2. Établir la transparence des coûts, liés à la réparation des dommages causés à l'environnement afin de pouvoir mieux appliquer le principe de pollueur payeur.
3. Appliquer la « récupération des coûts » afin d'appliquer le principe d'utilisateur-payeur,
4. Organiser « l'information et la participation » de tous les acteurs de l'eau et notamment le grand public qui doit pouvoir faire remonter son avis et ses observations sur le milieu.

Comment définir le bon état ?

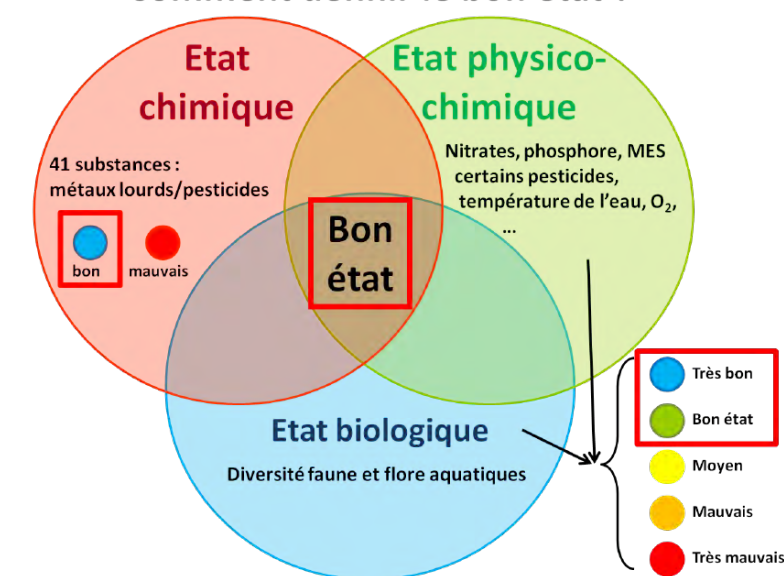


Schéma : comment définir le « bon état » de l'eau
SOURCE : site internet Nature Alerte, (<http://naturealerte.blogspot.fr/2015/03/11032015ue-eau-la-directive-cadre-sur.html>)

Au niveau national, on trouve aussi plusieurs étapes qui marquent l'orientation générale de la politique de l'eau, notamment en termes d'objectifs et de vision. Nous allons ici mettre en lumières les développements récents de cette vision en soulignant les efforts sous-jacents pour intégrer la REUT comme stratégie permettant d'atteindre les objectifs de réduction de consommation d'eau et donc de protection de la ressource⁵¹ :

- **Loi Grenelle 1 Article 27 du 3 août 2009** : « La récupération et la réutilisation des eaux pluviales et des eaux usées seront développées dans le respect des contraintes sanitaires en tenant compte de la nécessité de satisfaire les besoins prioritaires de la population en cas de crise ». Sont donc mis en avant les enjeux sanitaires et le potentiel conflit d'usage qui entoure la ressource aquifère.
- **Plan national d'adaptation au changement climatique Action numéro 3 de 2011** : « Développer les économies d'eau et assurer une meilleure efficacité de l'utilisation de l'eau -Economiser 20% de l'eau prélevée, hors stockage d'eau d'hiver, d'ici 2020 ». Ce plan fait suite au Grenelle de l'environnement et permet de mieux cibler les leviers d'actions.

51 Poumarat L., présentation Journées Techniques de la REUT (2016) Réutilisation des Eaux Usées Traitées. ARS PACA, Direction départementale du Var, Services Santé Environnement

Cet objectif passe donc par une meilleure mise en valeur des ressources non- conventionnelles en eaux pour des usages ciblés comme étant les plus consommateurs : « Soutenir, en particulier dans les régions déficitaires, la réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts. Celle-ci doit être envisagée avec des précautions strictes et différents suivis au niveau environnemental, agronomique et sanitaire. »

2. Cas de la REUT : évolution de la réglementation

Au-delà de ces objectifs et de ces plans de gestion de l'eau, la REUT a mis un certain temps à trouver une forme de régulations et de réglementation qui lui permettait de se développer et de murir sur le territoire national. La réflexion commence dans les années 90, lorsque l'époque est marquée par une vague de mise aux normes des STEP au niveau européen. De plus, les échanges avec les collectivités territoriales nous ont appris que les concepts de développement durable et de gestion durables se sont solidifiés autour de cette époque. Face aux nouveaux défis émergents, ses dernières ont de plus en plus considéré les sous-produits d'assainissement comme des gisements de matières premières à mettre en valeur. Afin de protéger les citoyens de tout risque sanitaire et l'environnement de toute forme de pollutions non maîtrisée et d'accompagner les bonnes volontés des collectivités, l'État engage une réflexion qui se concrétise en cadrage réglementaire en 1997 pour les boues d'épuration, mais qui devra attendre 13 années pour les EUT. Dans les faits, cela s'explique notamment par l'émergence de débats sanitaires relativement clivants, couplés à une forte abondance de la ressource ainsi qu'à une disponibilité importante d'infrastructures de qualités, ce qui a ont créé une forme d'absence d'urgence.

Dans un premier temps, la **Circulaires DGS du 22 juillet 1991 et 3 août 1992** proposent les recommandations du Conseil supérieur d'hygiène publique de France (qui deviendra l'ANSES) dans l'Article R.211-23 du code de l'environnement (décret du 3 juin 1994). Ces recommandations nationales qui deviendront la clé de voûte de la réglementation française pour la REUT s'inspirent fortement des lignes directrices établies par l'OMS et FAO en 1989⁵² et définissent :

- Une typologie pour les différentes origines et qualités des eaux qui sont réunies en plusieurs catégories (A, B, C et D) différenciées par leurs concentrations en éléments polluants, tels que la MES, la matière organique qui se caractérise par la DCO ou la microbiologie.
- Des usages, qu'ils soient agronomiques et agricoles (arboriculture, maraîchage)
- Des modalités techniques d'irrigation et arrosage, notamment grâce à une caractérisation précise des asperseurs.

Dans un premier temps, c'est l'**Avis de novembre 2008 de l'AFFSA** sur le projet d'arrêté relatif à la réutilisation des eaux usées traitées pour l'arrosage ou l'irrigation qui a cristallisé la vision légale française de la REUT. L'analyse de cet avis démontre que l'agence s'est appuyée sur les recommandations formulées par l'OMS en 2006, intitulées « Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères – Volume II Utilisation des eaux usées dans l'agriculture ». Ces directives sont établies sur une approche d'analyse quantitative du risque. L'outil utilisé pour quantifier ce risque est la DALY, acronyme de « Disability Adjusted Life Years », ou en français « Espérance de vie Corrigée de l'Incapacité » (EVCI).

En page 65 du rapport de l'OMS, il est indiqué que :

« Ce niveau de charge de morbidité (est comparable) à celui induit par la diarrhée bénigne provoquée par un agent microbien. (...) Un tel niveau de protection est nécessaire pour l'eau de boisson car on

52 Beraud J., (2017) La réutilisation des eaux usées traitées dans l'agriculture française : opportunité pour l'agriculture durable ou fausse bonne idée ? AGRICULTURE DURABLE – Société du Canal de Provence

attend de cette eau qu'elle soit « saine » pour ceux qui la boivent. Comme les personnes qui consomment des produits de cultures irriguées avec des eaux usées traitées, en particulier lorsqu'ils les consomment crus, s'attendent à ce que ces produits soient aussi sûrs que l'eau de boisson, un niveau de protection sanitaire tout aussi élevé ($\leq 10^{-6}$ DALY par personne et par an) est appliqué pour l'utilisation d'eaux usées en agriculture. »

En analysant plus largement ce rapport, puis en le comparant aux divers arrêtés français, une des premières conclusions de Luc Burtin, Directeur Technique Cabinet d'Etudes René GAXIEU, serait de dire que le niveau de risque acceptable fixé par l'OMS pour l'utilisation d'eau usée en agriculture est identique à celui fixé pour la consommation d'eau potable. Un tel degré d'exigence est susceptible de devenir un frein à la diffusion de la REUT pour l'irrigation en France, puisqu'il implique des investissements importants. En revanche, il permet d'acter le fait qu'il ne s'agit pas d'une pratique aux exigences sanitaires dégradée ou à risque. Selon la perception qu'en auront les acteurs sanitaires, ce haut degré d'exigence peut donc devenir un tremplin à l'essor de la REUT.

Politiquement, c'est la **loi du Grenelle II de 2009** qui précise l'intérêt de la REUT dans la gestion durable de l'eau :

« La récupération et la réutilisation des eaux pluviales et des eaux usées seront développées dans le respect des contraintes sanitaires en tenant compte de la nécessité de satisfaire les besoins prioritaires de la population en cas de crise ».

Mais il faut attendre la parution de l'**arrêté interministériel du 2 août 2010**, pour obtenir un texte de loi relatif exclusivement à la REUT. Ce dernier est relatif à l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts, identifiés comme étant les deux leviers les plus à même de s'aligner aux objectifs de protection de la ressource mise en lumière dans la partie D, 1 sur la politique nationale de l'eau. Les différentes catégories d'eaux usées dépendant de la qualité sont proposées en annexe III. On remarque encore une fois que la forme est bien inspirée des lignes directrices établies par l'OMS et la FAO et que les catégories sont sensiblement les mêmes que dans le projet de décret datant de 2001. Cependant, pour ce qui est des seuils limites et des abattements, la mission intergouvernementale a suivi les recommandations proposées par l'ANSES : la réglementation est finalement plus serrée, le programme de surveillance et suivis dépendent de la qualité de l'eau, les études de caractérisation du milieu et les normes de distances à respecter pour la protection de la population civile sont relativement équivalentes.

Vient ensuite l'**arrêté du 25 juin 2014** modifiant l'arrêté du 2 août 2010 qui vient modifier le précédent. Le but est de mieux caractériser les usages en ouvrant à « l'arrosage » et en définissant plus clairement les surfaces qui peuvent être irriguées. Des précisions quant aux définitions viennent aussi faciliter la compréhension du texte de loi, permettant ainsi une lecture plus éclairée pour les agences de santé. Des éléments de précisions sont ajoutés pour les programmes d'irrigation et de surveillances d'eaux usées traitées. De plus, si un changement de propriétaire de l'exploitation a lieu, le préfet doit être mis au courant ce qui permet de faire un suivi plus efficace. Enfin, les tableaux en annexes (*cf. annexe III*) qui permettent de cadrer spécifiquement la qualité des eaux suivant les usages sont mieux caractérisés ce qui facilite en bout de ligne les processus d'autorisation. Cependant, il devient aussi plus compliqué pour une collectivité territoriale de faire coïncider toutes ces variables avec la réalité du terrain. Les études de faisabilité sont donc essentielles pour bien comprendre si la REUT est une option viable avec la réglementation, mais restent très coûteuses, aux dépens des opportunités de développement des retours d'expériences positives la REUT en France.

« Disability Adjusted Life Years »

Il s'agit du nombre d'années de vie en bonne santé perdues, c'est-à-dire la somme de la durée de vie avec un handicap et du nombre d'années de vie perdues par décès précoce par rapport à l'espérance de vie attendue.

L'objectif retenu par l'OMS, dès 2004, pour les usages liés l'eau de façon générale, est une charge de morbidité fixée à 10^{-6} DALY par personne et par an.

Enfin, l'**instruction interministérielle du 26 avril 2016** (DGS-EA4-DEB-DGPE-2016-135) apporte de nouvelles précisions quant aux modalités d'applications de l'arrêté du 2 août 2010 modifié par l'arrêté du 25 juin 2014. Ainsi, cette instruction rappelle que les REUT non-urbaine ne sont pas soumises par l'arrêté et reste donc interdite pour le moment (eaux de STEP industrielles ou agricoles par exemple). En outre, un encadré spécifique vient préciser que le lavage de voiries n'est toujours pas réglementé, mais que les usages internes aux STEP restent soumis au Code du travail et peuvent donc faire office de zone d'expérimentation. De plus, pour certains cas de STEP ayant des eaux brutes en entrée de « trop bonne qualité » et ne pouvant donc pas réaliser les abattements nécessaires sans ajouter artificiellement de la population microbienne en entrée, il est possible de caractériser les eaux comme étant « faiblement chargées ». Si tel est le cas, alors sur les traceurs caractérisés il n'est plus question d'abattement, mais de valeur limite. Il s'agit donc finalement d'un document proposant des précisions techniques afin que les autorités compétentes puissent s'approprier le plus efficacement possible les textes de loi précédents, notamment grâce à des schémas explicitant les compétences de chaque partie prenante dans le processus de création des études et de suivis (*cf. annexe III*). En ce sens, la responsabilité d'autorisation est finalement transférée au DDT(M) qui doit cependant le faire avec l'appui des ARS.

3. Focus : traceurs, analyses de qualité, suivis et laboratoires

Comme nous l'avons dit précédemment dans ce chapitre, le renforcement de la réglementation sur la qualité des eaux -et plus particulièrement des EUT- induit des changements au niveau du suivi sanitaire. Afin de qualifier la qualité des eaux, et donc les risques sanitaires et environnementaux associés, le choix des traceurs, de la fréquence des analyses et des points de prélèvements sont essentiels. Ce focus a été réalisé sur la base des travaux de Biofaq laboratoires du groupe CARSO, qui développe notamment des techniques d'analyse permettant de qualifier effectivement les bactériophages présents dans les EUT, suivant l'instruction interministérielle du 26 avril 2016 et les normes en vigueur (NF EN ISO 10705-1 et ISO 10705-3), point qui était pour le moment verrouillant pour la plupart des laboratoires d'analyse. Aujourd'hui, le seul laboratoire COFRAC capable de qualifier les phages en France est le laboratoire INOVALYS (NF EN ISO 10705-1).

Les traceurs retenus dans la réglementation pour la REUT

Les *E. Coli* et Entérocoques intestinaux sont classiquement utilisés comme indicateurs de contaminations fécales. La recherche seule de ces germes n'est cependant pas suffisante pour qualifier la qualité sanitaire de l'eau testée, étant donné qu'elle ne permet pas d'évaluer le risque viral, ni des formes sporulées ou enkystées de certains parasites et bactéries. Il est conseillé de dénombrer en parallèle les phages, ainsi que les spores BASR. La présence de bactériophages ARN-F spécifiques dans un échantillon d'eau indique en général une pollution par des eaux usées contaminées par des matières fécales d'origine humaine ou animale⁵³. Les caractéristiques de leur résistance dans l'environnement, de leur élimination par des procédés courants de traitement de l'eau ainsi que de leur concentration dans le milieu ressemble à celle des virus entériques humains présents dans l'eau et dans les aliments (ex : entérovirus, le virus de l'Hépatite A et les Rotavirus), tout en étant non pathogènes pour l'Homme. Quant aux spores BSAR, il s'agit d'un bon traceur pour qualifier la présence des parasites et bactéries plus résistante à des conditions environnementales défavorables, et donc plus difficiles à éliminer avec des processus de destruction (UV par exemple)⁵⁴. C'est pourquoi ces traceurs ont été retenus pour qualifier le risque microbiologique des EUT.

53 Langlet, J., (2008) Propriétés interfaciales des bactériophages ARN F – spécifiques : implication lors des processus d'adhésion-agrégation. Nancy 1.

54 NB : ces bactéries et parasites sont cependant plus grosses. Une filtration à sable avec une granulométrie adaptée peut devenir un bon moyen pour les éliminer (l'ultrafiltration restant le processus le plus fiable, mais le moins durable).

La réglementation définit dans l'annexe II de l'arrêté du 2 août 2010 les 4 niveaux de qualité sanitaire permettant de réutiliser les EUT pour l'irrigation. Ces niveaux sont définis à partir des résultats du suivi périodique réalisé tous les deux ans, sur une période de 6 mois, sur les 6 paramètres mentionnés dans le tableau. Deux principes sont donc retenus pour différents traceurs :

1. Les concentrations limites : cette contrainte réglementaire permet de caractériser efficacement les paramètres dont les concentrations sont relativement constantes, tels que les paramètres matières en suspension (MES), demande chimique en oxygène (DCO) et E. coli. Ces méthodes sont bien maîtrisées par les laboratoires, les traceurs retenus sont éprouvés depuis les premières réglementations de caractérisation de qualité des eaux.

Abattement	Bactériophages
	Spores d'anaérobies
	Entérocoques
Concentrations Limites	MES
	DCO
	E. coli

2. Les abattements logarithmiques : cette contrainte réglementaire repose sur le calcul de la différence de population en entrée et en sortie de STEP, et mesurée grâce à une échelle logarithmique. Cette logique, établie par l'Organisation mondiale de la santé en 2006 du fait de l'extrême variabilité des concentrations de ces pathogènes dans les eaux usées (variation d'un facteur 1000 possible en quelques jours), permet de s'assurer de l'efficacité du traitement des eaux usées assuré par la STEP vis-à-vis des agents pathogènes.

Les micro-organismes indicateurs à suivre permettent de refléter la diversité des familles des micro-organismes pathogènes présents dans les eaux usées et présentent des caractéristiques permettant de plus de valider une large gamme de traitements. Les objectifs de performance figurant dans l'arrêté sont adaptés à l'usage final de l'eau usée traitée (cf. annexe III). Tout le défi réside donc dans une réglementation construite sur une batterie de traceurs couplée à des fréquences d'analyses qui répondent bien aux objectifs de la loi, tout en étant réalisable techniquement et pour un prix compétitif par rapport aux autres sources d'eau.

Réflexions et recommandations

Plusieurs observations et réflexions sont à mener sur le choix des traceurs, les objectifs qui sous-tendent ces choix et les difficultés que ces choix représentent pour les exploitants :

- **Choix des points de prélèvement et fréquences** : la circulaire définit que les prélèvements sont effectués en entrée et en sortie de la STEP⁵⁵, c'est-à-dire sur les eaux usées brutes (pour les 3 paramètres mesurés en abattement) et sur les eaux usées traitées (pour les 3 paramètres mesurés en abattement afin de faire la différence entrée / sortie, couplés aux 3 valeurs limites). Selon Biofaq Laboratoires, les prélèvements 24 heures, asservis au débit, sont les plus représentatifs. Cependant, ces derniers présentant des conditions de mise en œuvre difficiles à respecter (réfrigération des échantillons pendant le temps de prélèvement pour éviter les évolutions microbiologiques, délais d'analyse plus importants ...) : les prélèvements ponctuels seraient donc à privilégier. De plus, concernant la recherche des entérocoques intestinaux, des bactériophages et des spores de bactéries sulfite-réductrices (SBAS=ASR), la circulaire préconise de réitérer les analyses sur un même prélèvement afin de calculer l'abattement sur une valeur moyenne (3 analyses par échantillon d'eau résiduaire brute). Cette recommandation est fastidieuse pour les laboratoires, ce qui se répercute sur le prix total des analyses et donc la rentabilité de la REUT. Une évolution réglementaire pourrait être envisagée. En outre, les procédés de détection seraient peu viables et représentatifs pour les

55 NB : si le processus d'assainissement présente un traitement tertiaire rustique, les prélèvements seront à opérer en sortie de ce traitement.

spores, que l'on doit séparer par filtration⁵⁶ et ensuite compter visuellement. Ce procédé manque de précision et représente des coûts importants. Il faudrait donc trouver des techniques différentes pour suivre ces traceurs, recherche qui représente un coût important, vecteur d'importants blocages pour l'essaimage de la REUT. Une autre solution serait de chercher d'autres traceurs, plus à même de répondre et aux contraintes des exploitants et laboratoires, et aux objectifs sanitaires de qualification des risques et de qualité des eaux.

- **Objectif motivant le choix des traceurs et déséquilibre de seuils** : le choix d'un traceur et les fréquences d'analyses sont motivés par un objectif analytique. Ainsi, le suivi imposé tous les deux ans par la réglementation a pour objectif de s'assurer que le fonctionnement de la STEP n'est pas dégradé, et permet toujours d'atteindre les niveaux de qualité sanitaire des EUT requis par rapport aux usages concernés. Cependant, toutes les analyses imposées ne répondent pas forcément efficacement à cet objectif de vérification de performance, analyses qui peuvent représenter des coûts importants et devenir des facteurs bloquant pour l'obtention d'une qualité A, ce qui remettrait en cause toute la chaîne de distribution des EUT. Ainsi, selon Biofaq Laboratoires, le suivi réalisé tous les deux mois, pendant 6 mois, ne permet pas de caractériser effectivement la capacité épuratoire d'une STEP : par exemple, la variabilité de la population en E. Coli peut varier très fortement d'un jour à l'autre, ou le suivi des bactériophages et des spores de bactéries sulfito-réductrices dont la capacité à caractériser un risque sanitaire reste discutable, puisque les spores ont aussi une origine tellurique. De fait, une approche de suivi par objectifs, adaptée à la temporalité de l'exploitation d'une STEP serait à explorer : il faut trouver les batteries de traceurs les plus à même de répondre à l'objectif de l'analyse et s'en tenir à ces derniers. Ainsi, Biofaq Laboratoires propose de qualifier la performance de la STEP grâce à une cartographie complète au moment de la mise en eau, qui s'étalerait sur une année complète avec des relevés bimensuels afin d'intégrer les effets saisonniers et humains (la variation des flux de population pouvant être hebdomadaire). Des contrôles de routine mensuels et faciles à implanter in situ sur la STEP même pourraient ensuite être calibrés, afin de limiter certains suivis externes. On pense notamment à la chimie des EUT, qui est relativement stable au cours du temps pour des STEP urbaines qui ne reçoivent pas d'eaux brutes industrielles. Cependant, une telle cartographie représenterait des coûts très importants pour les opérateurs, tout en ouvrant des parts de marché très importantes aux laboratoires certifiés pour réaliser ces analyses. Il s'agit donc d'une proposition d'un acteur, d'autres solutions pourraient être envisagées et débattues par les administrations et parties prenantes compétentes.

Enfin, d'après des échanges avec un ingénieur de recherche de l'équipe en charge de la REUT pour la SAUR, l'un des grands défis pour la réglementation est de trouver une forme d'équilibre entre les seuils imposés. En effet, les abattements dépendent beaucoup de la qualité des eaux en entrée de STEP : une eau « faiblement chargée » demande un effort bien plus important pour atteindre les 4 LOG d'abattements prévus par la loi (cf. encadré ci-après). La réglementation cherche donc plus à certifier la capacité épuratoire de la STEP que le risque sanitaire réel. En outre, rappelons que ces notions d'abattement 4 LOG proviennent des directives de l'OMS, qui placent l'eau de REUT sur le même plan que l'eau potable, quand bien même certains usages n'impliquent aucune consommation d'eau. Ces approches sont à questionner et à débattre : il s'agit de bien considérer le contexte de chaque STEP et les réalités de terrain, tout en axant véritablement la réflexion sur le multi-usage.

56 NB : la méthode par filtration pour les phages est peu utilisée pour les eaux brutes car il y a beaucoup de matière en suspension, ce qui peut fausser les résultats. Aussi, la réglementation propose d'utiliser deux méthodes différentes, tout en précisant qu'il faudrait utiliser une seule pour éviter les biais d'analyses. Il y a donc un double discours qui manque de clarté sur ce point-là.

Limite des notions d'abattelements : propos recueilli auprès de la SAUR grâce à un ingénieur de recherche

La notion d'abattement repose sur deux mesures d'un même paramètre, en entrée et en sortie. Mais il ne traduit pas qu'une capacité épuratoire, l'abattement étant dépendant, sur une filière, de la concentration en entrée. En effet, plus la population en entrée est importante, plus il est aisé d'atteindre un abattement important. Par exemple, la réglementation actuelle de la REUT préconise un abattement de 4 Log pour l'ensemble des paramètres. Or, si en général, les eaux en entrée présentent des populations en entérocoques avoisinant les 6-7 Log, les populations de spores tournent plus autour de 4 Log. Donc pour les entérocoques, il faudra réduire cette population à 2-3 Log, alors que pour les spores il faudra tendre vers 0. En outre, pour un exploitant souhaitant produire une eau de qualité A, l'incertitude analytique (marge d'erreur liées à la méthode analytique normée), de l'ordre de 1 Log, peut devenir un facteur bloquant qui ne dépend pas des procédés de traitement et donc de l'efficacité de la STEP. Rappelons en ce sens que l'unité logarithmique ne représente pas du tout le même ordre de grandeur en fonction de la taille de la population, puisque 0 Log correspond à une population P de 1, 1 Log à P=10, 3 Log à P=1 000.

Ainsi, il faudra une capacité épuratoire presque totale pour le cas des spores, alors que les autres paramètres ont été établis sur des cibles bien plus réalisables : pour E. Coli, il s'agit par exemple d'un seuil de 250 individus pour la qualité A.

- **Taille des STEP et qualité des eaux brutes :** une STEP rurale recevant des eaux brutes principalement d'origine agricole n'aura pas les mêmes défis qu'une STEP urbaine recevant les eaux usées d'un hôpital. Ainsi, des analyses plus ou moins poussées sur certains traceurs peuvent être imposées suivant la qualité des eaux brutes. Il en va de même avec la taille de la STEP et les volumes traités : les batteries d'analyses doivent pouvoir être adaptées à la réalité du terrain, sans quoi il sera complexe de trouver des modèles d'affaires adaptés aux contextes ruraux.
- **Laboratoire, certification COFRAC et normes :** sont aussi à prendre en compte la capacité des laboratoires à réaliser les mesures demandées tout en étant certifiés, ce qui représente deux problèmes majeurs : premièrement, un coût de recherche et développement pour les laboratoires qui augmente le coût global de la REUT, et deuxièmement des enjeux de qualité et coût de prélèvement puisqu'il faut parfois faire des centaines de km pour relier la STEP au laboratoire. Pour le moment, le seul laboratoire certifié COFRAC à pouvoir caractériser les phages est le laboratoire INOVALYS. Il faudrait donc plus de laboratoires capables de certifier ces eaux, ce implique une plus grande demande et donc un essaimage de la REUT⁵⁷. Un effort doit donc être fait pour accompagner la structuration de la filière d'analyse des eaux.

La notion de qualité d'eau en entrée a été intégrée dans l'instruction interministérielle du 26 avril 2016, comme le montre l'annexe III. Cependant, le seuil limite pour une eau « faiblement chargée » destinée à être épurée en qualité A est fixé à 10 maximum, une limite très rigide en comparaison à une valeur limite d'E. Coli fixée à 250. Il ne s'agit pas ici de vouloir homogénéiser les seuils par rapport à E. Coli, mais de mettre en lumière le caractère très verrouillant et techniquement complexe à atteindre : si d'avenir l'un des traceurs présente une population de 11, alors la qualité tombe directement à C ou D, ce qui limite grandement les usages et peut mettre toute la filière en péril. Ce défi sera mis en lumière avec un exemple opératoire (cf. chapitre V, partie 2).

⁵⁷ Notons que Biofaq laboratoire a développé depuis 2016 la technique de détection et dénombrement des bactériophages ARN F spécifiques dans les eaux. En 2017, le laboratoire a mis en place la méthode de concentration pour pouvoir répondre à l'instruction interministérielle d'avril 2016. Le laboratoire a décidé de faire reconnaître son savoir-faire par une demande d'accréditation COFRAC en janvier 2018.

E. Conclusions et recommandations

Comme nous avons pu le voir dans ce chapitre, la réglementation Française et Européenne ont évolué au fil des années pour converger vers un essaimage de la pratique sûr de la REUT, dans un double objectif : préserver le milieu tout en protégeant les citoyens, et sauvegarder une activité locale grâce à un système de gestion de l'eau intégré et durable. Cependant, les réglementations en vigueur en France ne sont pas encore assez pro-expérimentation et multi-usage, ce qui a pour conséquence une forme de frein pour la recherche et le développement dans ce secteur. Pourtant, comme nous allons pouvoir le voir dans ce rapport, la REUT ne pourra trouver de modèles d'affaires soutenables sans une réglementation axée vers le multi-usage. Il faut donc pouvoir trouver un compromis entre flexibilité et sécurité, afin d'explorer tout le potentiel qui réside dans cette pratique.

La nouvelle initiative, qui devrait être publiée au premier trimestre 2018, complétera la politique de l'UE en matière d'eau, notamment la directive-cadre sur l'eau et la directive sur le traitement des eaux urbaines résiduaires. C'est une occasion sans précédente pour la classe politique française de prendre la mesure de l'importance que représente la REUT sur le territoire national, et de porter une voie contestataire à la Commission si d'avenir cette initiative serait trop contraignante pour l'essaimage de cette pratique en France et dans les autres pays de la Méditerranée, qui ont bien souvent des défis communs. Pour le moment, la France n'a pas pris une place prépondérante sur les questions de l'eau et de la REUT au niveau européen. Mais au vu du contexte du changement climatique et de l'augmentation de la population, des défis que représentent le soutien de l'activité endémique locale et de la sauvegarde du milieu, les collectivités territoriales se penchent activement sur des solutions non-conventionnelles. Comme nous allons le montrer, la France présente de nombreux savoirs faire qu'il est pour le moment compliqué à mettre en valeur sur le territoire. En effet, les opérateurs historiques sont bien plus actifs sur ces sujets en dehors de nos frontières. En tablant sur une gestion de l'eau intégrée et soutenue par une réglementation de la REUT adaptée au multi-usage, il sera possible de prendre une place de leader dans ce secteur. Le momentum politique s'alignant aux besoins des collectivités, des opérateurs et de l'ensemble des usagers potentiels des EUT laisse à penser que le débat pourra avancer rapidement, après plus de 25 ans de timidité. Pour arriver à un consensus entre les différents acteurs, un discours entre l'ensemble des parties prenantes doit pouvoir être engagé suite à la parution de la réglementation du paquet de l'économie circulaire, fin 2017. Ce discours ne pourra s'ouvrir sans la participation active et l'écoute attentive des ministères et des administrations sanitaires.

Or, d'après un communiqué de presse publié suite au conseil des ministres du 9 août 2017, le ministre de la transition écologique et solidaire et le ministre de l'Agriculture et de l'Alimentation ont présenté des actions concrètes autour de deux objectifs :

1. « Encourager la sobriété des usages et réguler en amont la ressource, grâce notamment à l'innovation »
2. « Faire émerger, dans l'ensemble des territoires, des solutions adaptées aux besoins et aux contextes locaux »

La REUT doit être l'un des outils centraux pour atteindre ce double objectif, et doit donc s'intégrer clairement dans ce panel d'actions, et notamment dans le caractère innovant des procédés. De fait, l'une des actions identifiées lors de ce conseil des ministres intègre la question de la REUT, ce qui est un bon indicateur d'une prise de conscience de la part des ministères⁵⁸. Aussi, la création de la cellule d'expertise de la Ressource en eau dans le domaine agricole, datant du 11 novembre 2017, pourrait devenir une première étape intéressante pour entamer concrètement cette réflexion. Il reste cependant un très grand chemin pour proposer des solutions qui soient véritablement construites sur le multi-usage. Afin d'y arriver, la réglementation doit pouvoir être motrice pour l'expérimentation afin d'explorer tout le potentiel qui existe dans la REUT.

58 Communiqué de presse publié suite au conseil des ministres du 9 août 2017, action « engager la sobriété des usages et l'innovation » : poursuivre les investissements avec les collectivités pour accentuer la maintenance des réseaux afin de réduire au maximum les fuites dans les canalisations et favoriser la réutilisation des eaux usées traitées, quand cela est pertinent.

IV. LA CHAÎNE DE VALEUR, LES OUTILS ET LES FINANCEMENTS DE LA REUT

De nombreuses incertitudes persistent encore aujourd'hui dans l'analyse du modèle économique du traitement des eaux usées, et en particulier dans les systèmes de REUT. Les coûts d'investissement présentent d'importantes variations d'un pays à un autre, et même d'une STEP à un autre, puisque chaque système dépend des conditions locales et du type de traitement. Rappelons que pour mettre en place un procédé de REUT, la STEP doit souvent rajouter un module de traitement tertiaire spécifique, accompagné de son propre circuit de distribution incluant les by-pass et autres unités imposées par la réglementation. La construction d'une nouvelle STEP peut donc inclure dès sa conception ce module, afin de l'intégrer complètement au processus global d'assainissement. En revanche, une STEP déjà en eau doit insérer ces modules dans leurs procédés existants, d'où l'intérêt de considérer la REUT au moment où des travaux d'entretien ou de mise à niveau sont prévus. D'autre part, très peu d'informations existent sur les coûts d'opération réels pour le traitement des eaux usées, notamment à cause du secret industriel qui entoure l'activité. Ce manque de transparence constitue un sérieux obstacle aux analyses coût / bénéfices (ACB), condition nécessaire pour l'établissement de redevances adéquates. Par conséquent, l'évaluation des coûts du traitement et de la réutilisation des eaux usées demeure l'un des défis des professionnels de l'eau et des décideurs politiques.

La définition et la valorisation des coûts et des bénéfices de la REUT dépendent du but de l'analyse, par exemple :

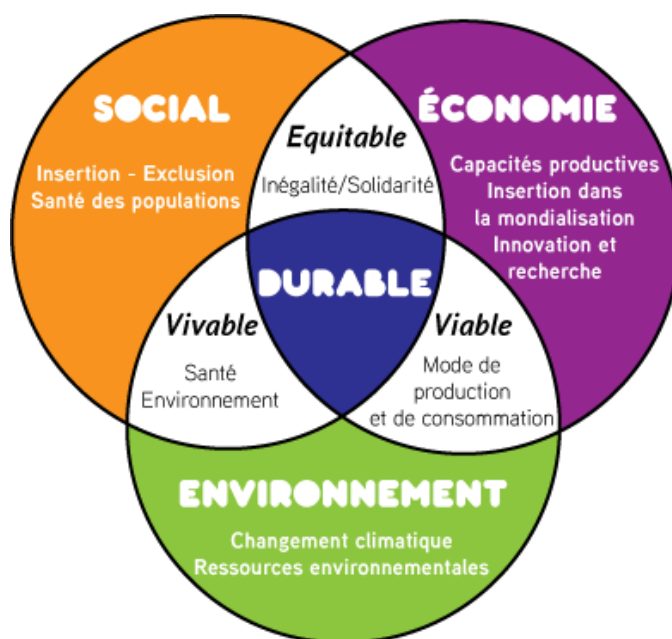
- réaliser une étude de la faisabilité financière globale, identifiant les sources et la forme de financements disponibles,
- estimer les frais pour les utilisateurs d'eau, qui dépendent des volumes d'eau recyclés et de la qualité de la ressource produite,
- évaluer la performance économique de l'investissement, qui comprend les coûts d'impact environnemental et social, afin de proposer une analyse de bénéfice transversale.

Aujourd'hui, la REUT est une alternative souvent plus couteuse que l'approvisionnement traditionnel. Cependant, il est important de dépasser les seuls enjeux financiers pour prendre en compte également les impacts socio-économiques de différents scénarios. Afin de construire des modèles économiques soutenables, ces externalités positives et négatives doivent se refléter dans l'ensemble des prix de l'eau, depuis les sources conventionnelles jusqu'à la REUT.

A. Du captage à l'utilisation finale : le « Triple Bilan »

Dans une démarche d'économie circulaire, il est important d'adopter une approche holistique de l'analyse coûts-bénéfice. C'est ce que propose la méthode du Triple Bilan, construite sur les avantages et coûts économiques, et couplés aux impacts écologiques et socioculturels (bilan comptable inspiré des trois piliers du développement durable). Celle-ci prend donc en compte l'ensemble du petit cycle de l'eau, de la zone de captage à celle de rejet, et l'ensemble des acteurs. Le « Triple Bilan » devient un nouveau cadre comptable qui va au-delà des mesures traditionnelles des bénéfices, du retour sur investissement et de la valeur des actifs. Elle s'appuie sur 3 piliers, qui permettront de proposer une ACB transversale :

1. **Les impacts environnementaux** : la qualité du milieu récepteur et de l'eau dans son ensemble, des écoulements induits qui s'articulent autour du maintien du débit d'étiage, des niveaux des cours d'eau et des nappes souterraines ; de la biodiversité ; de l'énergie nécessaire à la mise en place du service ; de la qualité de l'air liée aux émissions de GES.
2. **Les impacts sociaux** : la fiabilité de l'approvisionnement, la santé et la sécurité, le bien-être général et l'emploi.
3. **L'économie et la finance** : par le capital investi, les coûts d'exploitation et de maintenance, les revenus et les bénéfices macroéconomiques.



Les trois piliers du développement durable

SOURCE : site internet de l'Université de Rennes 2 (<https://www.univ-rennes2.fr/drim/developpement-durable>)

Le « Triple Bilan » propose donc une vision de la gestion de ressources qui se veut la plus intégrée possible, afin d'étudier l'ensemble des impacts lorsque vient le moment de réaliser une ACB. Une telle analyse fournira aux décideurs les éléments pour rationaliser les débats qui entourent les grands investissements de la politique de l'eau, en prenant en compte l'ensemble des enjeux. En France, comme nous avons pu le voir, la gestion de la ressource aquifère par bassin versant permet en principe de pouvoir considérer le contexte local en l'intégrant dans les relations plus larges qui régissent le grand cycle de l'eau du bassin en question. La méthodologie du « Triple Bilan » s'insère particulièrement bien dans cette stratégie, puisque les impacts sont considérés de la source à l'utilisation finale.

De la même manière, le paradigme de l'économie circulaire propose un système de pensée qui se focalise sur l'efficacité de l'utilisation des ressources tout au long de la chaîne de production, de la source à l'usage : on parle de paradigme « cradle to cradle ». Cette vision qui s'inspire des équilibres naturels et des écosystèmes a su montrer qu'un territoire organisant sa politique de développement en l'articulant sur les principes de l'économie circulaire, permet la création de valeur économique, sociale et environnementale. En rallongeant l'utilisation des flux de matière et de produits dès la conception, en réinjectant ces flux dans des boucles vertueuses successives, l'économie circulaire a l'ambition de réussir le pari qui consiste à découpler croissance et épuisement des ressources. Le « Triple Bilan » offre ainsi un outil comptable adapté à cette vision, qu'il est possible d'adapter à une maille très fine lorsqu'un choix de politique public local doit être acté, sans passer outre le contexte plus large, comme il faut le faire lors du dimensionnement d'investissements d'assainissement.

Dans la suite de notre analyse, plusieurs procédés d'analyse des coûts « classiques » vont être abordés. En explicitant où la méthodologie « Triple bilan » est à plus à même d'établir une comptabilité proche de la réalité locale, nous montrerons certaines limites de ces analyses.

B. Analyse des coûts de la REUT

Cette partie propose une description des différents investissements initiaux (CAPEX) et coûts d'exploitation (OPEX) de la REUT, description qui permettra de mieux comprendre pourquoi ces systèmes d'assainissements sont aujourd'hui si complexes à mettre en œuvre. Comme nous avons pu le voir durant les différents focus réalisés en amont, il ne s'agit souvent pas d'un manque de technologie, ni de volonté politique, mais surtout

de limites au niveau des modèles d'affaires. Cette analyse est à considérer dans le paradigme qui découle du « Triple Bilan » décrit plus haut et de l'économie circulaire d'une façon plus générale.

1. Investissement initial

Le premier volet de l'analyse porte sur l'investissement initial ou CAPEX, qui permettent de faire émerger le projet. La répartition de cet investissement brut est à dimensionner suivant le contexte local, les objectifs et les capacités mobilisables par les parties prenantes. Les coûts totaux de cet investissement dépendent fortement de la disponibilité du terrain, et donc des coûts liés à la propriété foncière. On peut donc distinguer :

1. Les CAPEX d'investissement qui intègrent :
 - la conception du plan de génie civil et la supervision des travaux,
 - les travaux de génie civil (canaux, canalisations et bâtiments), y compris les travaux de terrassement induits,
 - l'équipement, qui comprend les installations de traitement et de pompage, l'alimentation électrique, l'automatisation du processus et le contrôle permettant de suivre la qualité de l'eau produite et donc d'adapter le traitement ou le rejet,
 - les autres coûts qui peuvent être : les équipements d'atelier et de bureau, le matériel de communication, les véhicules, l'aménagement paysager, etc.
2. Les coûts indirects de l'investissement, qui peuvent varier fortement d'un pays à l'autre en fonction des réglementations locales :
 - les études de caractérisation du milieu et de l'eau à produire, les études de faisabilité, les études de recherche et développement qui découlent des conclusions de précédentes études ... Le partage des informations des études antérieures sur le thème de la REUT pourrait permettre de réaliser des économies substantielles de ce poste de dépense, surtout lorsque d'autres projets ont pu voir le jour à l'échelle régionale et/ou nationale. La mise en réseau des acteurs dans une dynamique d'intelligence collective est l'un des leviers d'une transition vers une économie circulaire.
 - les permis de construction, d'exploitation, de vente ...

Les CAPEX et l'éco-conception

L'un des piliers de l'économie circulaire est l'éco-conception, qui consiste à prendre en compte toutes les étapes de la vie d'un produit, des matières premières extraites au recyclage et le retraitement final. Ainsi sont assurées durabilité et minimisation des impacts sur l'environnement. Intégrer cette stratégie représente un coût de départ pour les installations puisque ces nouveaux modèles nécessitent souvent des coûts amont de recherche et développement. Mais sur le long terme, une STEP éco-conçue pourra être source de revenus supplémentaires et d'économies. Les procédés de traitement rustiques construits sur des modèles naturels, qui évitent l'utilisation de produits toxiques ou de procédés énergivores tout en nécessitant moins d'investissements bruts, de suivi analytique et d'entretien peuvent être favorisés. Ces coûts et bénéfices sont à considérer et à mettre en avant dans une analyse « Triple bilan » afin d'en faire ressortir tout le potentiel.

2. Coûts d'exploitation

Viennent ensuite les coûts d'exploitation, ou OPEX, qui incluent les coûts de fonctionnement de l'installation ainsi que les coûts d'entretien et de remplacement des équipements, en tenant en compte leur durée de vie. Il faut compter un amortissement qui s'étale généralement sur 20 à 30 ans pour les travaux de génie civil,

et sur 10 à 15 ans pour les équipements mécaniques et de 5 à 10 ans pour les membranes. Les principales composantes des coûts d'exploitation et d'entretien se concentrent cependant dans un petit groupe de poste de dépenses, réunissant la main d'œuvre, l'énergie, le renouvellement des équipements. À cela s'ajoutent les coûts fixes annuels, inévitables et qui doivent être couverts même si l'usine n'est pas utilisée. Dès lors, si l'on considère par exemple la durée de vie des membranes, qui s'ajoutent au coût de production, d'opération et d'entretien, on en conclut qu'il s'agit donc d'une solution très onéreuse, bien que les eaux produites soient celles qui présentent la meilleure qualité. En revanche, des solutions rustiques présentent moins de contraintes économiques, mais demeurent relativement inadaptées à mettre en œuvre pour des grands volumes d'eaux brutes. De plus, la réalisation des lagunes implique une disponibilité du foncier qui n'est pas toujours possible.

Les différents postes de dépenses s'articulent les uns par rapport aux autres, dans une mécanique qui dépend principalement de la taille de l'usine, du débit des eaux brutes et des EUT en sortie, ainsi que des procédés de traitement. Les fortes variations d'un pays à l'autre rendent les comparaisons d'ACB complexes et dépendent beaucoup des procédés de traitement. Cependant, les principales composantes des coûts d'exploitation sont les suivants :

- **Main d'œuvre** : la transition numérique a fortement impacté l'activité de l'assainissement, qui tend vers une automatisation rapide et générale, ce qui implique moins de main-d'œuvre, mais une qualification plus élevée. La multiplication des capteurs et l'échange de données vont produire des analyses en temps réel permettant une gestion de risque et des traitements maîtrisés au plus proche du besoin et du contexte. Cependant, l'augmentation de l'équipement numérique peut causer un transfert de pollution (ex : énergie et hardware liés au Big Data) qui doit être considérée lors de l'ACB, et des mesures doivent être prises pour les réduire au maximum. Si la main d'œuvre représente un coût, elle présente aussi un avantage pour le territoire puisqu'il s'agit d'emplois qualifiés (techniquement et en connaissance du territoire) difficilement délocalisables, qui seront à priori présents sur le long terme au vu des coûts importants pour mettre en place les projets. Ces types d'emplois sont donc résilients et permettent d'ancrer une activité locale, comme dans la plupart des activités liées à l'économie circulaire. Cet aspect est aussi à prendre en compte comme externalité positive pour les impacts sociaux dans le « Triple Bilan ».
- **Énergie et carburant** : les traitements tertiaires avec les processus membranaires, entre autres, représentent une demande énergétique croissante, bien que la recherche et le développement produisent des outils de plus en plus efficaces. De plus, ces procédés doivent fonctionner en continu, même lorsque les besoins en REUT baissent (évolutions saisonnières, par exemple en agriculture). On peut cependant imaginer la construction de STEP alimentées par des énergies renouvelables, ou même par des processus de mise en valeur des déchets d'assainissement in situ qui pourrait permettre de proposer des projets à consommation énergétique quasi-neutre. Mais c'est principalement la multiplication des usages qui permettrait de proposer une utilisation la plus étendue dans le temps, avec des qualités d'EUT différenciées et suivant un calendrier adaptable. Il faut donc multiplier le nombre de « boucles positives » pour garder la ressource d'eau extraite de l'environnement le plus longtemps possible dans le « petit cercle de l'eau », afin de réellement valoriser la consommation d'énergie des procédés de traitement. Cet objectif d'optimisation est central dans le paradigme de l'économie circulaire et permet de réduire l'impact environnemental de l'activité dans le « Triple Bilan ». De fait, ce poste de dépense devient aussi un coût variable qui dépend de l'activité de la STEP. Cependant, comme nous l'avons précisé pour le cas des traitements membranaires, il s'agit aussi d'un coût fixe, puisque les procédés de traitement tertiaire doivent être en fonctionnement « de maintenance » en permanence.
- **Coûts de réparation, de renouvellement et de maintenance** : ces coûts sont fortement liés aux volumes traités et à la technologie mise en place, et grimpent une nouvelle fois à des niveaux relativement élevés pour les procédés membranaires). Les innovations de lavage en continu permettent cependant de réduire les délais de manipulation, ce qui augmente l'efficacité générale du processus et diminue le risque d'abimer le matériel. Ce coût est à la fois un coût fixe puisque certains équipements ont une durée de vie bien précise, mais aussi un coût variable qui dépend de l'activité totale et du maintien

de ce niveau d'activité. Comme nous l'avons précisé plus haut, l'un des grands piliers de l'économie circulaire est l'écoconception, qui permet de minimiser l'impact du produit sur l'environnement en prenant en compte toutes les étapes de sa vie. L'entretien et la réparation sont donc centraux afin d'allonger la durée de vie des produits. Ce principe permet de réduire drastiquement l'impact environnemental et financier dans le « Triple Bilan », tout en étant source d'activités professionnelles de non-délocalisables, augmentant positivement l'impact social.

Le vieillissement des canalisations, un enjeu majeur

En France, la grande majorité de son réseau arrive en fin de vie. De fait, Jean Launay, président du CNE, et David Coulon, Président de la Filière Française de l'Eau attirent l'attention dans leur ouvrage sur la course à la baisse des prix, qui se fait au détriment de l'entretien du réseau. En effet, sur la période 2006-2008, 42% des communes françaises n'ont engagé aucun programme de renouvellement des fuites*. La Fédération des Canalisateurs de France a publié un rapport sur cette situation préoccupante, qui chiffre à 51 milliards le besoin en investissement immédiat, pour renouveler les anciennes canalisations. Le vieillissement entraîne une multiplication des fuites, qui représentent 20 à 25% de l'eau traitée en moyenne sur le territoire national (équivalent à 1/3 des prélèvements destinés à l'irrigation), ainsi qu'une dégradation de la qualité de l'eau distribuée qui se charge en pollution liée à la décomposition des tuyaux. Comme pour tout réseau à reconstruire, il s'agit aussi d'une opportunité pour réaliser une réflexion sur la gestion et la distribution de l'eau au niveau national : la décentralisation et les systèmes unitaires de petite taille doivent donc être considérés comme solutions viables pour les espaces éloignés de tout centre urbain et donc de STEP, ou pour des usages morcelés sur le territoire.

* Launay J., Colon D. (2017) L'eau potable en France, en facture et fractures!, Nuvis, Paris.

- **Autres coûts** : induits par surveillance de la qualité de l'eau, les coûts de laboratoire internes et externes peuvent devenir élevés en fonction de l'usage final de la REUT. Les coûts chimiques et de gestions de produits très polluants sont aussi à prendre en compte. Ces coûts augmentent sensiblement d'un pays à l'autre, suivant les normes de qualité nationales. De plus, certaines populations bactériennes ou virus nécessitent des mesures complexes respectant des normes spécifiques, pour lesquels peu de laboratoires sont certifiés. Certains traceurs sont très bien connus et maîtrisés (E. Coli par exemple) et permettent de donner des résultats suffisamment fiables au moment de caractériser les EUT, mais donnent peu de retours sur le risque réel de ces eaux sur la santé humaine. D'autres sont beaucoup moins connus, tant au niveau de leurs effets réels sur la santé suivant les concentrations dans les eaux brutes que sur les procédés de détection. Tous les laboratoires ne sont pas capables de maîtriser ces techniques, et pour peu que subvienne un problème au sein du laboratoire et qu'il doive couper son activité le temps de rétablir la situation, la REUT locale devra cesser. Une réflexion doit être menée sur les traceurs et les suivis qu'impose la réglementation, afin de ne pas tendre vers une « sur-stérilisation » souvent très coûteuse, pour le producteur comme pour la Nature.

À ces postes de dépenses principaux s'ajoute une myriade de composantes mineures, propre à chaque STEP et stratégie d'exploitation. On retrouve notamment :

- le réseau de distribution et stations de pompage externes propres à la REUT parfois exploité par le personnel de la STEP, qu'il faut aussi entretenir sur le long terme,
- les loyers de contrat d'exploitation,
- les frais annuels pour le paiement des intérêts, les frais administratifs, y compris l'assurance si elle n'est pas payée par la municipalité, les taxes, etc.
- les charges d'eau : dans certains cas spécifiques, l'exploitant doit s'acquitter de licences ou de

redevances pour l'approvisionnement en eau ou le prélèvement,

- les coûts de communication et marketing, spécifiques aux projets de réutilisation de l'eau.

Dans les projets de REUT, l'adaptation aux usages de la calibration optimale des travaux, et donc des coûts de fonctionnements et d'entretien, est centrale. Le maintien en activité de certains procédés de traitements implique des débouchés qui soient les plus réguliers possible. Or, cela n'est possible que grâce à une multiplication d'usages, tout au long de l'année, dans divers secteurs d'activité en adaptant la qualité à l'usage afin de pouvoir valoriser au maximum la ressource qu'est l'eau brute. Un agriculteur sera intéressé par une eau riche en éléments nutritifs, alors qu'une municipalité voudra éviter de nettoyer ses voiries grâce à ces mêmes EUT, afin d'éviter la pollution du milieu (risque d'eutrophisation notamment). La production doit donc être en synergie avec l'ensemble de la chaîne de production, qu'il s'agisse d'une activité agricole, industrielle ou d'entretien de la ville. Les déchets doivent se muer en ressources, adaptées à chaque usage, idée centrale du déploiement de l'économie circulaire.

Le « Triple Bilan » viendra donc ici offrir une vision résolument durable et résiliente au moment de caractériser ces coûts totaux. Ainsi, les coûts d'exploitation annuels et d'entretiens peuvent être listés par poste de dépense, afin de mieux visualiser les efforts à fournir pour optimiser la gestion des flux et l'émergence de boucle à valeurs positives :

- Réparations et maintenance,
- Travail et gestion,
- Carburant et énergie,
- Licences comme les redevances pour l'approvisionnement en eau,
- Surveillance de l'eau,
- Élimination des boues ou des déchets biosolides,
- Autres : paiement d'intérêts sur prêts, subventions, taxes ...

3. Calcul des coûts annuels

On peut donc proposer un calcul des coûts annuels totaux, qui réunissent les coûts fixes annuels et les coûts d'exploitation annuels totaux, exprimés par unité de production d'eau traitée (en € / m³). La principale relation de proportionnalité que l'on pourrait mettre en avant dans l'équilibre des comptes des différents coûts est la suivante : pour une taille d'usine donnée, les coûts fixes seront les plus bas lorsque l'usine fonctionnera à pleine capacité. Comme nous le répétons dans cette partie, le dimensionnement optimal par rapport aux besoins locaux et à l'usage final sera essentiel à la bonne rentabilité du projet. Au vu de la diversification des usages, la REUT se doit de s'inspirer de l'économie collaborative, un des piliers de l'économie circulaire, si elle veut trouver les solutions de demain. Les conflits d'usages actuels et potentiels doivent être caractérisés bien en amont du projet, afin de proposer aux collectivités plusieurs scénarios impliquant différentes formes de collaborations entre les acteurs. Cela permettra de proposer un service qui répond à l'ensemble des besoins du territoire.

Ce calcul des coûts totaux annuels est essentiel, puisque si ces coûts ne sont pas équilibrés ou mal calibrés, la pérennité du projet pourrait être remise en cause. Dans ce cas, la collectivité -et donc les citoyens- serait confrontée à une « perte sèche », puisqu'elle a investi des sommes non négligeables à l'échelle du territoire. Mais en règle générale, la réhabilitation, les travaux de mise à niveau, ou tout simplement la mise en place d'une nouvelle STEP représentent des coûts d'investissement élevés, ce qui représente une opportunité pour considérer la REUT. L'ensemble des parties prenantes doit donc s'accorder sur un plan de financement à relativement long terme, avec des jalons précis et des objectifs réalisables. Et en bout de chaîne, l'usage doit être sécurisé sur le long terme, ou doit pouvoir s'adapter aux mutations du marché : il s'agit encore une fois ici des principes de l'écoconception. Si les EUT doivent être par exemple vendues à des exploitants agricoles ou à des industriels, les études doivent considérer le risque d'une transformation de l'activité locale,

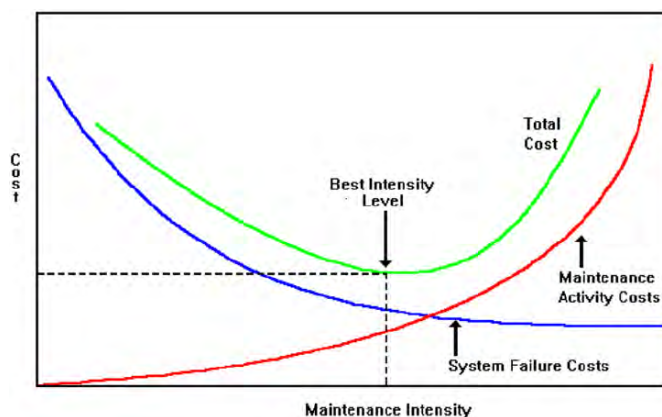
qui pourraient pousser certains secteurs à se délocaliser. Pour ces raisons, sans garantie de demande d'eau traitée ou d'aide au financement public, de tels investissements peuvent être considérés comme risqués pour de nombreux investisseurs privés et publics.

Il faut donc trouver un équilibre entre les coûts induits par l'exploitation et la maintenance et le coût des investissements, tout en garantissant une gestion des risques maîtrisée. Mais d'une manière générale, plus le pré-traitement (et le contrôle de la qualité des eaux usées en aval) est efficace, plus les coûts d'exploitation et de maintenance des traitements tertiaires sont faibles, particulièrement pour les traitements membranaires. Les coûts d'exploitation et d'entretien sont quant à eux influencés par la taille de l'usine, le niveau de traitement et par les caractéristiques du système de distribution (pompage, longueur, pression, chloration).

Mais in fine, ce sont les normes et la réglementation qui dictent les conditions de prévisions de coûts. En France, comme nous avons pu le voir précédemment, sans réglementation, il n'y a pas d'usage. Le plus facile pour les producteurs d'EUT est donc de proposer une qualité d'eau unique qui puisse couvrir tous les usages, au risque de perdre des matières valorisables pour un usage donné : on parle donc de « sur-stérilisation ». Ainsi, une multiplication des règles ne permet pas de pouvoir tabler sur un modèle flexible, condition sine qua non de l'émergence de projets innovants.

Pour conclure, nous pouvons donc dire d'après un rapport de l'Organisation mondiale de la santé paru en 2005⁵⁹ (chiffres à reconsidérer aujourd'hui suite aux nombreuses avancées dans le secteur) :

- La comparaison des coûts entre différents projets reste relativement complexe, car les usines ont été construites à des moments différents, souvent après plusieurs vagues de travaux. Cette tâche est d'autant plus complexe lorsque sont mis en regard les coûts d'exploitation, puisque certains coûts tels que l'électricité ou les produits chimiques doivent être liés aux charges réelles, alors que les coûts d'entretien sont principalement liés à la conception.
- Les coûts d'investissement, d'exploitation et d'entretien dépendent du schéma et du niveau de traitement, des contraintes de rejet des effluents et des boues, mais surtout des usages finaux et du contexte local (agriculture, irrigation urbaine, industrie ... / topographie, fragilité du milieu, situation géographique de la STEP ...). On peut ensuite identifier différentes variables et les relations qui les lient :
 - Entre les coûts d'investissement moyens annualisés et la taille des travaux : les coûts de traitement des eaux usées sont plus élevés (+ 50-100%) pour les ouvrages de taille moyenne (< 50 000 e.h.) et significativement plus élevés (+ 200-500%) pour les petites usines (< 2000 e.h.), si on les compare à ceux des grandes STEP.
 - Entre les coûts d'investissement spécifiques, qui augmentent de +50 à +250% lorsque les traitements de la STEP vont de la simple élimination du carbone, à l'élimination complète des nutriments et à la désinfection totale des effluents. Ainsi, le coût annualisé de traitement des eaux usées sont de l'ordre de 0,3-0,35 € / m³ pour l'élimination du carbone et jusqu'à 1 € / m³ pour l'élimination de l'azote et du phosphore et/ou la désinfection.



Graphique présentant l'optimum économique de la maintenance effective en fonction des coûts induits pour la REUT
SOURCE : présentation de Valentina Lazarova, International Training Program, Water Globe Consulting (26-28 mai 2013)

59 OMS, bureau régional de l'Europe, programme MED POL Phase III (30 mars 2005): Financial aspects of the operation of sewage treatment plants, experts consultation meeting to review documents related to sewage treatment, disposal and use. Athènes, Grèce.

- Le coût du suivi : très important sur le long terme et qui peut dépasser les 5-10% des coûts d'exploitation et de maintenance.
- La principale composante des coûts d'exploitation en Europe est la main-d'œuvre pour l'exploitation, la maintenance et l'administration, qui représente 25 à 70% des coûts totaux d'exploitation. Sur cette part, la réparation et maintenance représentent à elles seules $45 \pm 5\%$. Ensuite vient la consommation d'énergie avec des valeurs entre 12 à 29% des coûts d'exploitation totaux.

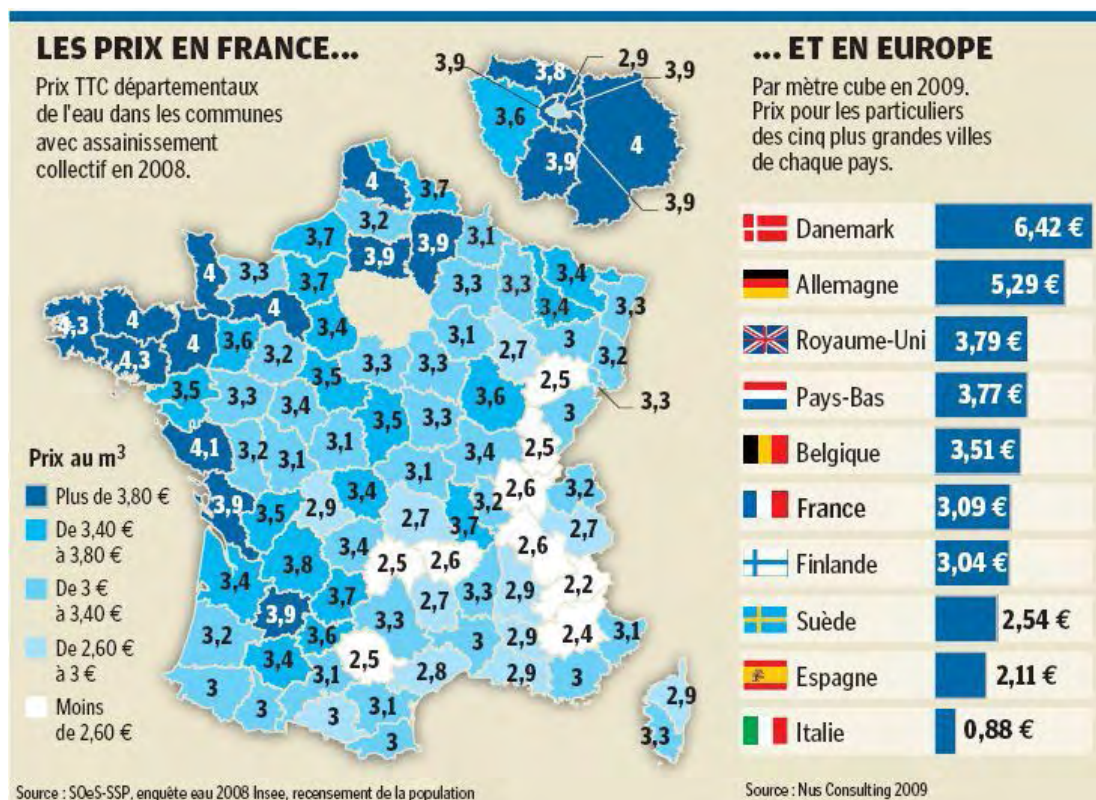
C. Qui paye quoi ? Qui est responsable ? Comment fixer le prix de la REUT ?

Chaque projet d'infrastructure pour la REUT doit être financé par un assemblage de diverses sources, et chaque pays doit articuler sa politique de l'eau afin de les pérenniser : la participation des collectivités publiques, de l'état central, le financement par le privé, le partage des droits d'exploitation, le calibrage du prix des eaux traitées et des redevances ... Autant de questions que d'acteurs, autant de solutions que de contextes locaux, qu'il faut réunir autour d'une vision commune où chacun retrouve son compte.

Malgré la complexité de construire un projet de REUT qui soit viable et efficace, il est possible de dégager des principes clés quant à la stratégie de financement. Dans un premier temps, il est central que les revenus provenant des tarifs et des services associés soient suffisants pour couvrir les coûts annuels d'exploitation et d'entretien, ainsi que les coûts d'amélioration des équipements et des valeurs immobilières. Ensuite, le budget devra être équilibré afin de soutenir la gestion des actifs, y compris la maintenance planifiée et préventive, ainsi que le réinvestissement qu'implique l'entretien des infrastructures. Enfin, les taux et les frais doivent refléter les avantages monétaires et non monétaires de la réutilisation de l'eau.

Ce dernier point, lié à la capacité du système de prix à refléter l'ensemble des externalités, est central dans la stratégie de développement d'un projet de REUT. Le « Triple Bilan » permet de pouvoir comptabiliser ces coûts et revenus, mais ne permet pas toujours de pouvoir proposer un chiffrage pour toutes les externalités : certaines ne sont pas exprimables en euros, et mettre un prix « juste » sur chacune d'elle est une ambition contestable.

Afin de trouver le mécanisme de financement le plus opportun d'un système de REUT, il est important de connaître l'ensemble des solutions qui existent. La solution la plus évidente est sans aucun doute le financement interne, basé sur les revenus des clients. Ce type de montage fonctionne particulièrement bien pour des clients ayant besoin de très gros volumes, où le financement est construit à partir des taux et des intérêts liés au fonctionnement du projet. On peut par exemple penser à certains grands golfs ou aux industries très consommatrices, secteurs qui sont en quête de nouvelles sources d'approvisionnement afin de sécuriser durablement leur activité, et de palier à l'acceptabilité sociale parfois limitée de leur pratique. Ce genre de clients est peu mobilisable en France, du fait de l'incertitude qui entoure la pratique, du mécanisme de prix actuel qui ne repose pas véritablement de principe de pollueur-payeur (cf. chapitre II, partie C, sous-partie 1) : c'est finalement le citoyen qui assume la plus grande part de la facture, surtout si l'on étudie le prix qu'un agriculteur ou qu'un golf paie pour une eau de surface ou pour la mise en place d'un puits. Il est donc souvent bien plus profitable de se fournir grâce à ces sources plutôt que grâce à la REUT, au détriment du milieu qui se retrouve sous une pression grandissante. Ces pressions doivent donc être bien mieux reflétées dans le prix de l'eau, en fonction des usages et des pratiques.



Les prix de l'eau en France et en Europe

SOURCE : Le Parisien, Economie, publié sur internet le 17 avril 2011

Viennent ensuite les financements par l'emprunt, déterminés par des obligations ou des recettes en contrepartie de prêts à faible taux d'intérêt. Cependant, la plus grande partie des financements (au moins pour la construction de l'unité permettant l'activité de REUT) vient d'incitations financières nationales ou régionales : subventions directes, incitations fiscales, frais de raccordement et de décharge ... En France, ce sont les Agences de l'eau qui sont les principaux financiers des infrastructures, des études et des recherches axées sur le monde de l'eau. Notons que la diminution conséquente des fonds disponibles pour ces organes essentiels dans la politique de l'eau en France ne va pas dans le sens d'une multiplication des soutiens aux projets innovants. Les fonds structurels et/ou d'investissement européen peuvent être une source de financement non négligeable, à l'image du projet de Clermont-Ferrand. Cependant, ces financements demandent une véritable connaissance, notamment de la part des régions, en levés de fonds européen. Or, la France a encore des efforts à faire pour valoriser les financements européens dans le secteur de l'eau.

Mais d'une manière générale, le phasage est central pour ce genre d'outils financiers : il faut pouvoir proposer des démonstrateurs pour les différents usages envisagés et ainsi prouver l'intérêt global du projet, et maximiser le fonctionnement de la REUT sur toute l'année, en flux tendu, afin de sécuriser le service rendu et donc l'investissement de base. Les divers acteurs doivent être mis en coopération afin d'identifier les besoins de chacun, à chaque moment de l'année, et donc de prévoir un plan d'usage adapté au contexte local : les procédés d'écologie industrielle territoriale misant sur les synergies et mutualisations entre acteurs du territoire offrent les outils nécessaires à ces mises en réseau. L'une des pistes pour parvenir à explorer cette diversité d'usage par étape est de se concentrer dans un premier temps sur les usages à fort potentiel de capitalisation, pour ensuite proposer tout un panel d'usages qui s'étend sur l'ensemble du calendrier saisonnier.

L'autre enjeu critique pour la viabilité d'un projet de REUT est la tarification de l'eau recyclée, dont les implications affectent l'ensemble de la chaîne de valeur et acteurs associés :

- les utilisateurs de l'eau et les fournisseurs de services d'eau,
- la qualité de l'environnement et le bien-être public (santé, activité économique, production locale ...).

Comme nous l'avons vu précédemment pour les ACB, la tarification devrait elle aussi intégrer les principes du « Triple Bilan » décrit plus haut,

- la tarification de la REUT est très « spécifique au contexte », dans la mesure où l'usage définit toute la dimension du projet. Cette spécificité est d'ailleurs l'une des difficultés pour la mise en place d'une politique publique intégrant la multiplicité des situations.

1. Le prix de l'eau et le prix de la REUT

Dans toute transaction ou échange de service, il y a deux parties à considérer dans la fonction qui permettra de proposer un prix, que l'on considère ici dans le prisme de la REUT :

- Demande : une mesure des impacts globaux découlant de la pratique de REUT, par rapport à ceux d'un approvisionnement classique (eau douce puisée dans la nappe, pompée dans le milieu ou eau dessalée). Cela permet d'estimer le prix qu'un utilisateur sera prêt à payer, incluant l'ensemble des avantages qu'il y trouvera (choix de la qualité et fiabilité de l'approvisionnement).
- Offre : une mesure liée à la mise à disposition du service, permettant de montrer que le prix est suffisant pour couvrir la totalité des coûts induits (ou au moins une partie suffisante) pour le fournisseur. On notera que si l'eau recyclée a une qualité supérieure et/ou un approvisionnement plus fiable que l'eau douce, il est économiquement rationnel de proposer un prix plus élevé.

La sécurisation de l'usage à long terme doit donc se refléter dans le prix de la REUT, et ainsi mettre en lumière son avantage principal : offrir une source d'eau « inépuisable » et de qualité / richesse variable.

Ainsi, le potentiel commercial de la REUT est fonction d'un facteur prix qui dépend des variables suivantes :

1. La fiabilité et la qualité de l'eau produite, trop souvent sous-évaluées,
2. La sécurisation de l'activité des utilisateurs finaux,
3. La gestion de risque global, notamment la sécurisation de l'approvisionnement et du réseau de distribution.

Afin de prouver la fiabilité et la valeur ajoutée de la REUT, il est nécessaire de disposer d'indicateurs efficaces qui serviront de point de comparaison rationnel. Il sera alors possible d'évaluer les bénéfices de la REUT, par rapport à des procédés d'assainissement classiques. Ces indicateurs peuvent par exemple émerger grâce à la réglementation, qui impose des suivis particulièrement importants, pour tous les usages. Ces suivis doivent pouvoir être valorisés, par rapport à des sources conventionnelles qui en demande moins, ou aucun. Ainsi, il serait possible de faire émerger les avantages de la REUT, ce qui pourrait alors justifier son prix plus élevé. La révolution numérique et le développement des réseaux d'objets connectés seront d'ailleurs un véritable tremplin pour la mise en place de suivis qualitatifs en continu, permettant de donner des informations plus rigoureuses sur les performances des STEP que les analyses ponctuelles imposées actuellement par loi. La réflexion qui sera la base de la modernisation de politique de l'eau en France doit donc intégrer cette révolution et ses conséquences, afin de proposer des solutions ambitieuses et ainsi anticiper les changements futurs.

2. Les instruments de tarification

Aujourd'hui, il y a un réel besoin d'innovations dans ce secteur, afin de proposer de nouvelles formes de modèles d'affaires. En effet, la REUT doit comme de nombreux procédés d'économie circulaire qui considèrent les déchets comme des ressources, réinventer tout un modèle de production et de consommation, et donc tout un modèle de tarification. La pierre de voûte de ces nouveaux modèles doit concentrer l'adaptation au

contexte, aux besoins et aux usages locaux, couplés à la coopération entre les parties prenantes, pour produire un schéma qui propose des « jeux à somme positive » où chacun y retrouve son compte.

Voici plusieurs pistes de réflexion par rapport aux instruments de tarification pour la REUT :

- Taxe mensuelle forfaitaire, par exemple pour l'irrigation, exprimée en € / ha / mois. En découplant la temporalité au prix, il est possible pour les producteurs d'adapter leurs schémas d'irrigation à la disponibilité de la REUT dans le temps.
- Frais fixes par unité de volume (€ / m³), qui doivent être adaptés aux usages finaux afin d'offrir une flexibilité au producteur et un vrai intérêt pour les consommateurs.
- Frais de base plus frais de volume, ce qui pourrait faciliter la production de grands volumes.
- Taux désaisonnalisé (hiver / été), qui permettrait de sécuriser un usage principal grâce à un usage secondaire, ici modulé par les saisons. Ce principe n'a de sens que dans un système axé sur le multi-usage, où certaines activités nécessitant de grandes quantités d'eau saisonnières peuvent être fournies grâce à la REUT. On peut imaginer par exemple une station de montagne qui produit de la neige artificielle en hiver, et arrose les installations sportives estivales grâce à la REUT.
- Taux de blocage croissant⁶⁰, qui permettraient de décourager une consommation élevée d'eaux de REUT et donc de limiter les activités très consommatrices d'eau dans des zones en stress hydrique. En effet, la REUT peut offrir une source d'eau abondante et donc favoriser l'émergence de production agricole intensive et à haute consommation d'eau, comme le maïs, alors que localement, cette activité n'aurait jamais dû voir le jour sans la REUT. Ces taux pourraient donc favoriser un usage adapté aux besoins locaux et aux activités endémiques sous pression à cause de la multiplication des sécheresses.
- Taux de blocage décroissant⁶¹, pour attirer les plus gros utilisateurs et ainsi réaliser des économies sur les coûts de livraison. Ces taux reviennent exactement au contraire du processus imaginé plus haut, et ne favorisent donc pas un usage « raisonné » de la REUT. Cependant, on peut imaginer que pour des pratiques comme la recharge de nappe, ce genre de mécanismes basé sur les grands volumes peut devenir une bonne solution.
- Taux basé sur l'heure du jour afin d'intégrer les pics et les creux de consommation.
- Contrats à base de « take-or-pay », qui lient le propriétaire des installations et les utilisateurs finaux dont les besoins sont plus ou moins vitaux. Face à cette dépendance, les utilisateurs s'engagent à verser une somme qui permettra de payer les intérêts de l'investissement afin d'en assurer le recouvrement, quand bien même le service n'est ponctuellement pas réalisé ou que l'usage peut être garanti par le biais d'une autre source.
- Tarifs négociés spécifiques au client, qui peuvent intégrer des subventions ou des tarifs préférentiels pour sécuriser l'activité, par exemple le cas où les agriculteurs payent une partie des OPEX en contrepartie de la sécurisation de leur activité.

3. Facteurs bloquants

Malgré la variété de mécanismes de financements, il existe des facteurs bloquants qui peuvent rendre impossible un projet de REUT. Ceux-ci sont principalement liés aux coûts des infrastructures à installer et à l'entretien, qui incluent bien souvent des traitements et des analyses supplémentaires. Bien conscient de ce facteur, les autorités françaises ont adapté la réglementation pour réduire le poids des analyses de faisabilité en amont du projet, dans la circulaire de 2016.

Un autre facteur verrouillant réside dans les coûts de distribution, d'exploitation et d'entretien. La

60 Taux de blocage croissant ou « ascending block rate » : structure tarifaire qui divise l'utilisation de l'eau d'un client en unité de consommation (volume préétabli par le contrat) dont le taux pour chaque nouvelle unité est supérieur au précédent.

61 Taux de blocage décroissant : inverse de la note précédente.

distribution d'EUT implique la construction d'un réseau de canalisation qui doit pouvoir être autonome, afin de ne présenter aucune contamination possible avec le réseau d'eau potable. La distance entre l'utilisateur final des EUT et la STEP est donc centrale dans les études de faisabilité des projets de REUT. Les coûts d'exploitation et d'entretien impactent l'amortissement de l'infrastructure. Ces coûts sont souvent très élevés, et peu couverts par les subsides publics en France. En effet, si les Agences de l'eau financent les projets à hauteur de 50 à 80% lors des investissements initiaux (pour la construction des installations et les gros œuvres), les coûts d'entretien reviennent bien souvent à l'opérateur ou au propriétaire du réseau. Or, ces coûts peuvent devenir trop importants sur le long terme, ce qui ne motive pas les investisseurs privés à participer à ce genre de projet. Ce problème est récurrent dans toutes les régions du globe : mondialement, les modèles d'affaires ne sont pas encore au point pour offrir des solutions viables aux investisseurs privés, sauf si une forte subvention publique est assurée pour une majeure partie du projet. Dans ce cas-là, les partenariats public-privé deviennent des solutions de plus en plus probantes en France, notamment lors des montages qui allient régie et syndicats d'exploitation.

Un autre enjeu que nous avons eu l'occasion de mettre en lumière dans cette partie réside dans la tarification inadéquate de l'eau, lorsque le prix de l'eau est fortement subventionné pour un usage particulier. On pense notamment aux bas prix proposés aux agriculteurs ou aux industriels pour soutenir une activité locale. Il va sans dire que ces politiques de prix différenciées ont du sens pour soutenir les agriculteurs qui ont déjà beaucoup de mal à assurer des revenus dignes. Pour les industries, ces prix favorables sont accordés comme incitation à l'implantation, mais ne reflètent pas leur impact sur l'environnement. La REUT n'est pas une « solution miracle » qu'il faut généraliser sur tout le territoire, mais si le prix de l'eau ne reflète pas l'impact véritable de l'usage sur l'environnement dans une logique de pollueur-payeur, les solutions non conventionnelles propres à l'économie circulaire ne pourront jamais se généraliser. Le véritable prix de la REUT ne pourra jamais être compétitif face à un prix de l'eau artificiellement bas : cette pratique restera à la marge, pour des contextes très particuliers.

Il faut donc entamer un véritable travail de fond avec toutes les parties prenantes pour réfléchir à une tarification de l'eau qui puisse intégrer ces enjeux. Le principe selon lequel « l'eau paye l'eau » a permis à la France de proposer à ses citoyens des tarifs exceptionnellement bas en comparaison à ses voisins européens. Cependant, devant les enjeux modernes de changement climatique, de vieillissement des infrastructures (notamment les circuits de distribution) et de dépassement du principe de pollueur-payeur, ce modèle ne peut plus s'autosoutenir : la France ne peut plus assurer son prix de l'eau grâce à l'hypothèque de ses infrastructures. Il faut revoir cette politique de tarification, au bénéfice de citoyens qui aujourd'hui sont les principaux payeurs, en incluant une variable sociale afin de dépasser la fracture entre territoires ruraux et urbains.

À cela s'ajoutent les problèmes de recouvrement des coûts qu'impliquent les modèles de REUT actuels qui restent incertains ; les variations saisonnières de la demande, couplées à la nécessité d'une grande capacité de stockage (projets d'irrigation) qui peut immobiliser de vastes espaces fonciers ; les mutations du marché qui peuvent affecter la pérennité des programmes de réutilisation de l'eau. Force est donc de constater qu'en l'état des choses, il est effectivement relativement peu probable que la pratique de la REUT devienne une option étudiée dans les SDAGE et SAGE en France, au moment où se cristallisent les politiques de l'eau locales.

4. Entre propriété et service rendu : la REUT en quête de modèles viables

L'un des défis principaux dans la construction de modèles économiques viables pour les biens publics réside dans la contradiction qui existe entre la disponibilité du bien, qui doit être accessible à tous en quantité et en qualité homogène, tout en affichant un prix abordable pour l'ensemble de la société (bien non-rival et non-

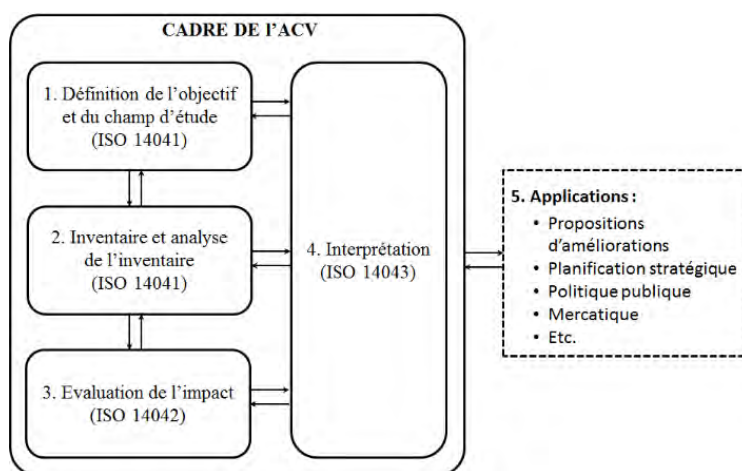
excluables). Les EUT entrent dans cette catégorie, alors que le service d'assainissement et de distribution est réalisé bien souvent par des entreprises privées qui doivent pouvoir dégager un bénéfice. Il faut donc trouver des mécanismes qui permettent de payer pour ces services. Or, comme nous avons pu le voir précédemment, les coûts induits sont très importants pour le propriétaire des installations, comme pour le prestataire du service puisque tous deux doivent intégrer la gestion des risques, la fiabilité de service en tout temps grâce à un l'entretien des installations sur toute leur durée de vie. L'amortissement des investissements de départ, les coûts d'opérations et d'entretiens, les droits d'exploitations et de distribution ... Autant de responsabilités qui doivent être assurées par un ou des acteurs, acteurs qui doivent pouvoir trouver dans ce modèle leur intérêt à rendre ce service, malgré l'insécurité qui entoure l'utilisation finale. On comprend pourquoi la question des droits de propriété est si sensible.

Faut-il que ce soit l'utilisateur final qui paie pour l'ensemble de ces coûts ? Peut-il y avoir une répartition de ces derniers, et même des titres de propriété ? Faut-il que ce soit le producteur qui fixe ses prix au risque de ne trouver aucun acheteur alors que les travaux et les études de faisabilité ont été réalisés en amont ? Faut-il une gestion territoriale accompagnée d'un financement étatique ? Véritables défis pour le déploiement de l'économie circulaire, ces questions se retrouvent très souvent sur la table des décideurs. Un grand travail de réflexion entre tous les acteurs, les différentes administrations et ministères doit donc être mené. Ce travail doit pouvoir offrir des outils pour intégrer les nouvelles formes de gestion, de production et de consommation de l'eau dans le plan national de la ressource en eau qui doit accompagner le deuxième plan national d'adaptation au changement climatique.

D. Analyses du cycle de vie : aller plus loin que l'ACB

1. Présentation de l'ACV

Selon l'ADEME, l'analyse du cycle de vie est l'outil le plus abouti en matière d'évaluation globale et multicritère des impacts environnementaux. Il s'agit d'une méthode normalisée (ISO 14040 à 14043), permettant de mesurer les effets quantifiables de produits ou de services sur l'environnement. Son but est de recenser et quantifier, tout au long de la vie des produits, les flux physiques de matière et d'énergie associés. Elle en évalue les impacts potentiels puis interprète les résultats obtenus en fonction de ses objectifs initiaux. L'ACV est principalement utilisée dans une démarche comparative, notamment pour comparer deux choix de politique publique pour un décideur. La force de l'ACV est de restituer la complexité de l'environnement et d'éviter des choix qui auraient pour conséquence de dégrader des milieux qui n'avaient pas été considérés, ou de déplacer les impacts d'une étape du cycle de vie à une autre. Son caractère normalisé confère davantage de robustesse et de fiabilité aux résultats, ainsi qu'une communication plus formalisée. Cependant, bien que les résultats d'ACV soient un des outils les plus à même d'illustrer et expliquer la complexité des systèmes étudiés, ils ne peuvent que difficilement proposer une hiérarchisation absolue en termes de qualité écologique. C'est en ce sens que l'ACV ne doit être considérée que comme un outil d'aide à la décision, qui demande une formation afin de pouvoir interpréter les résultats.



Les phases d'une analyse de cycle de vie selon la norme ISO 14040- 43
SOURCE : Yannick Diby, Armel BAIDAI (2011) Analyse de cycle de vie appliquée à un système de production d'eau potable : cas de l'unité industrielle SODECLI nord-riviera

Dans le secteur de l'assainissement, il existe un réel besoin d'outils d'évaluation des services, afin de rationaliser les débats politiques qui précèdent les choix d'investissement. Le modèle actuel considère le contexte local uniquement à travers le prisme de la qualité de l'eau rejetée dans le milieu. Cependant, comme nous avons pu le voir tout au long de cette étude, la production d'une eau très pure pour un usage qui pourrait bénéficier de matières présentes dans les eaux brutes a finalement un impact négatif à l'échelle macro. Il faut donc des outils qui mettent en relation les impacts ou les étapes du processus d'assainissement afin de faire émerger les potentiels transferts d'impact (pollution, épuisement de ressources, etc.), et ce tout au long du cycle de vie des EUT.

2. La recherche au service de l'ACV

C'est notamment la mission de la Chaire de recherche ELSA-PACT, qui a produit un outil facile d'utilisation destiné aux collectivités publiques, ACV4E. Cet outil, qui a reçu le trophée « Recherche publique » de l'ADEME en 2015, permet cependant simplement de considérer des principes « classiques » d'assainissement. Pour intégrer la REUT et ses caractéristiques propres dans ces ACV, il faut pouvoir comparer deux principes de traitement différents, sur le cycle complet de l'eau, tout en intégrant la saisonnalité et l'ensemble des externalités induites par chaque processus. C'est le but du prochain outil développé par la Chaire ELSA-PACT, WaSABI. Cet outil permettra, une fois développé et après le cycle de formation auprès des collectivités ou des professionnels de l'assainissement, de proposer un « thermomètre environnemental » comme le dit le coordinateur adjoint de la chaire Philippe Roux. Ce thermomètre donnera des résultats quantitatifs, scientifiquement prouvés et relativement consensuels pour les acteurs qui doivent faire un choix d'investissement entre une installation de REUT ou une STEP plus classique. Et dans une approche d'économie circulaire, ce logiciel permettra en plus d'éco-concevoir le système d'eau dans son ensemble, afin de l'intégrer à l'échelle du bassin versant. De nouveau, il s'agit d'un outil purement comparatif, qui doit s'intégrer dans une étude d'impact plus complète.

Logiciel ACV4E

Ce logiciel est construit sur une multitude de modèles d'ACV très poussés, qui caractérisent chaque processus du service d'assainissement indépendamment des autres. Ces « blocs » sont ensuite assemblés afin de reconstituer dans son ensemble, toute la chaîne d'une filière d'assainissement. Ces « blocs » sont développés par des chercheurs, et proposés à la communauté scientifique afin d'en vérifier la qualité et la valeur ajoutée pour l'analyse finale. L'agencement de ces ACV et les paramètres sur lesquels les collectivités peuvent travailler avec le logiciel ont ensuite été établis grâce à de nombreux échanges avec des collectivités pilotes, qui ont permis de cerner le véritable besoin des utilisateurs finaux. La simplification des résultats vient donc d'une procédure d'élimination des critères les moins pertinents pour le contexte local. In fine, les collectivités sont donc capables d'accéder à une ACV compréhensible tout en paramétrant un minimum de variables.

3. Des solutions complémentaires

En couplant l'analyse « Triple Bilan » à un outil de type ACV, il devrait être possible à minima de rationaliser les débats et de pouvoir réduire les coûts induits par les études d'impact en réduisant les options. De plus, afin de dépasser la philosophie du cadre réglementaire français qui se concentre simplement sur les qualités de rejet, les ACV peuvent apporter un outil de réflexion intéressant. En tablant sur une réglementation qui soit ouverte sur le multi-usage, il sera donc possible de pouvoir considérer le système du petit cycle de l'eau d'une manière holistique, comme le veulent les stratégies de l'économie circulaire. De fait, alors même que l'ACV étudie la situation « du berceau à la tombe » et donc dans une seule boucle, les systèmes d'analyses de

demain pourront d'intégrer des analyses multi-boucle bien plus complètes et complexes, notamment grâce aux théories de l'écologie industrielle : on parlerait d'outils d'analyse « du berceau au berceau ». Ces outils futurs pourront dépasser ces analyses comparatives bipartites pour proposer des résultats matriciels, où l'ensemble des cycles de vie, de l'ensemble des activités locales sont mis en réseau dans un tout intégré ou chaque cycle influe sur les autres.

V. LA REUT POUR L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE : AXE SUR LE MULTI-USAGE

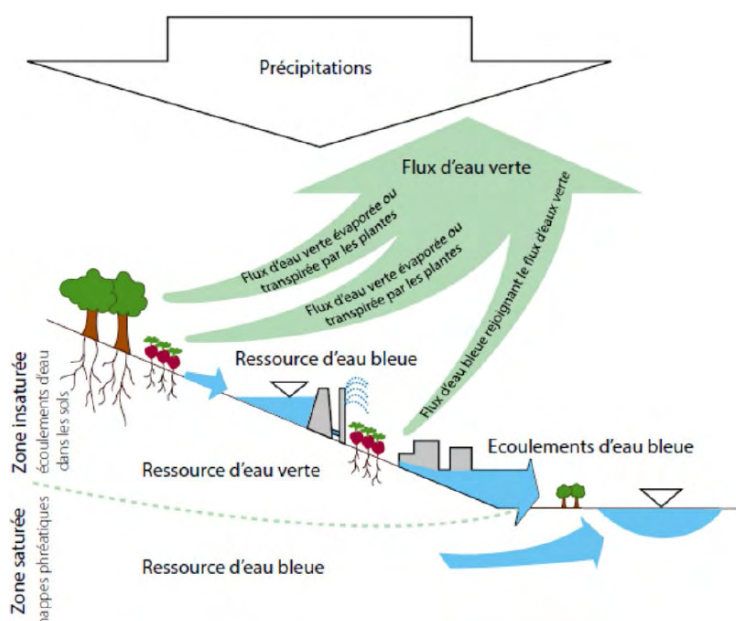
L'économie circulaire est un paradigme global, qui s'adapte à la spécificité de chaque territoire pour optimiser les flux de ressources afin de faire émerger les boucles de valeurs positives. Dans le « petit cycle de l'eau », les usages finaux conditionnent l'ensemble de la chaîne de valeur et une diversité de solutions pour une diversité de besoins doit être proposée. Les eaux usées représentent une véritable source de matières premières. Il faut donc dépasser le modèle de station d'épuration et de déchets à traiter, et réfléchir en termes de bioraffinerie et de ressources recyclées. Ce panorama des pratiques de la REUT en France est construit sur la base d'entretiens et de visites de terrain. Il est organisé par secteur et permettra de mettre en lumière la diversité des solutions qui s'offrent aux décideurs politiques pour allier attractivité du territoire, sécurisation de l'emploi et gestion durable et résiliente de la ressource. Cependant, rappelons qu'il ne s'agit pas d'un exercice exhaustif, mais bien d'un éclairage de la vitalité actuel du secteur de la REUT en France, qui a commencé à émerger dans les années 90 et qui aujourd'hui prend de l'ampleur.

Enfin et par-dessus tout, il est important de retenir que ces usages sont à considérer dans leur diversité et en les contextualisant localement. Il n'y a pas donc une seule bonne solution à promouvoir plus que les autres, et la REUT n'est pas forcément l'unique solution à retenir. In fine, il s'agira surtout d'un arbitrage politique. Nous soulignons ici qu'il devra être réalisé en étudiant l'ensemble des usages et en concertation avec l'ensemble des acteurs, afin de construire une gestion véritablement intégrée de la ressource.

A. L'irrigation pour l'agriculture : peut-on sécuriser les usages locaux grâce à des techniques raisonnées ?

1. Présentation des défis et des opportunités

Au niveau mondial, ce sont 70% des prélèvements en eaux qui sont utilisées pour l'agriculture, ce qui en fait un secteur majeur sur lequel il faut agir en priorité. L'agriculture irriguée fait face aujourd'hui à de nouveaux enjeux qui résultent du changement climatique et de nos nouveaux modes de consommations. Face à une population en forte croissance, la politique de l'eau pour le secteur agricole doit repenser son modèle afin de trouver des solutions plus durables, qui permettent à la fois de sécuriser les usages, de soutenir une activité agricole rentable tout en limitant au maximum son impact sur l'environnement. En captant de l'eau et en l'intégrant dans leur organisme, les plantes sont capables de transformer de « l'eau bleue » en « eau verte », qui est ensuite relâchée dans l'atmosphère grâce à la « transpiration » végétale. Ce processus est central dans la régulation des conditions



Flux d'eau verte et écoulements d'eau bleue
SOURCE : Falkenmark & Rockström (2006)

micro-climatiques et de biomasse. Ainsi, les sols couverts de plantes ont un pouvoir d'infiltration plus élevé, ce qui augmente le taux d'humidité du sol, réduisant ainsi le ruissellement et donc l'érosion. Le processus d'absorption des sols est donc central pour la bonne santé des plantes, mais aussi pour la protection de la ressource aquifère. Des modes de production trop intensifs peuvent transformer ce cycle naturel et produisent des sols à faible capacité d'absorption. Couplée à des cultures gourmandes en eau, l'agriculture a un fort impact en termes de consommation d'eau. Au niveau mondial, ce sont 70% des ressources en eau potable qui sont utilisées pour l'agriculture, contre 20% pour l'industrie et 10% pour les usages domestiques⁶². Cela peut impliquer dans certaines zones en stress hydrique de nombreux conflits d'usage, que l'on pourrait illustrer une nouvelle fois grâce au concept de l'empreinte eau des procédés de production modernes. Il convient donc d'explorer le potentiel qui existe dans les ressources non-conventionnelles pour l'irrigation agricole.

Historiquement, les champs avoisinant les villes servaient bien souvent à l'épandage des eaux usées urbaines. La capacité de filtrations de ces terres leur permettait une gestion relativement stable et aisée, tout en offrant aux agriculteurs une source de fertilisants. De fait, de nombreuses pratiques traditionnelles sont aujourd'hui étudiées pour explorer les solutions de gestion moderne pour la REUT. L'exemple le plus frappant pour la France est sûrement le cas de la plaine d'Achères dans les Yvelines, qui dès les années 1889 devient une zone d'épandage des eaux d'égout de la ville de Paris. Aujourd'hui, cette plaine est l'un des récipiendaires des quelque 6000 t de boues d'épuration venant de la STEP d'Achères, lors de diverses opérations d'épandage. Ce service est totalement gratuit dans le sens où la livraison et l'épandage sont réalisés par l'entreprise de gestion de la STEP. Le revers de la médaille est pourtant bien là : ces boues sont très chargées en métaux lourds, ce qui laisse planer un doute sur le potentiel polluant de ces boues aux vues de la capacité accumulatrice de certaines substances et des volumes⁶³ (notamment pour les teneurs en plomb). Cet épandage est pourtant très encadré et les boues doivent entrer dans la réglementation sévère datant des années 90 qui a permis de cadrer ces pratiques de mise en valeur. Aujourd'hui, selon l'Université des Nations Unies⁶⁴, 44% des projets de REUT dans le Sud de l'Europe sont orientés vers un usage d'irrigation agricole, et cette proportion est en croissance. Il s'agit donc du secteur le plus porteur pour le moment.

Les systèmes modernes de gestion des effluents permettent une centralisation des eaux usées dans les STEP, ce qui facilite la redistribution des eaux traitées dans l'écosystème local en minimisant l'impact sur l'environnement. En imposant des règles strictes et un suivi important de la qualité des effluents traités, l'État a posé un cadre propice à la valorisation potentielle de ces effluents et des coproduits :

- Qualitativement, puisque les eaux usées traitées sont in fine moins chargées en polluants, et les traitements peuvent être facilement adaptés,
- Quantitativement, puisque les volumes sont localisés et centralisés, ce qui permet à l'agriculture de s'organiser autour et donc de pouvoir sécuriser son activité.

Atouts et faiblesses de la REUT pour le secteur agricole

L'intégration de la REUT dans les plans d'irrigations nationaux peut engendrer plusieurs effets positifs. Avec la vision globale qu'appelle l'économie circulaire, il faut en parallèle accompagner les nouvelles pratiques pour éviter des externalités négatives associées :

- **Économiser de l'eau et substituer une ressource naturelle** : c'est sûrement le premier atout que l'on peut imaginer. En effet, en minimisant la ponction de ressources naturelles dans l'écosystème, la REUT contribue à protéger les sources primaires tout en offrant une meilleure qualité des eaux dans

62 Etcherbarne F., Escudier J.L., Ojeda H. (2016). Les eaux usées traitées peuvent-elles constituer une source d'eau alternative? INRA – Unité expérimentale de Pech Rouge – Gruissan.

63 Baize, D., Courbe, C., Suc, O., Schwartz, C., Tercé, M., Bispo, A., ... & Ciesielski, H. (2006). Épandages de boues d'épuration urbaines sur des terres agricoles: impacts sur la composition en éléments en traces des sols et des grains de blé tendre. Le Courrier de l'environnement de l'INRA, 53(53), 35-61.

64 UNU : Rising Reuse of Wastewater in Forecast but World Lacks Data on "Massive Potential Resource". Communiqué de presse du 09/09/2013

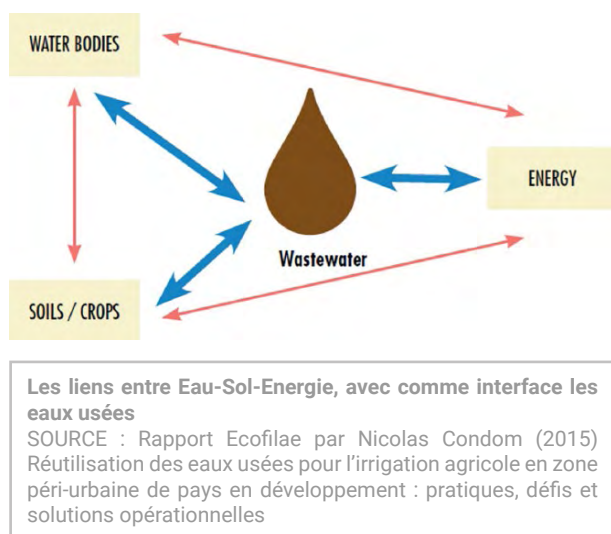
le grand cycle de l'eau grâce à la diminution des rejets dans le milieu naturel. Une gestion de l'eau qui intègre la REUT permet donc un équilibre renforcé quant au niveau de nappes et des cours d'eau, qui peut par exemple permettre d'enrayer la remontée de biseau salé sur les territoires côtiers, provoqués par une surexploitation des nappes et des puits proches des rivages (cf. *partie C-2 du présent chapitre*).

- » *Point de vigilance : en offrant une source d'eau recyclée, les collectivités risquent de déresponsabiliser les consommateurs sur leur consommation d'eau. Il faut donc aussi accompagner les projets de REUT d'une forme de sensibilisation horizontale afin d'éduquer les utilisateurs et ainsi promouvoir des usages responsables.*
- **Réduire les rejets de STEP dans le milieu naturel et ainsi améliorer la qualité du milieu récepteur d'une STEP** : implique une réduction du risque d'eutrophisation et autres formes de pollutions organiques, dans les cours d'eau ou étendues d'eau dont les niveaux peuvent être trop bas pour encaisser l'apport brut de pollution présente dans les EUT (effet de concentration). La REUT permet donc une meilleure forme de protection des milieux naturels, et peut aussi s'accompagner de création de « zones humides » artificielles grâce à certaines formes de traitements tertiaires rustiques naturels, qui concentrent des formes variées de biodiversité (ex : le lagunage). Ces formes rustiques peuvent donc devenir des zones tampons entre la STEP et le milieu agricole tout en apportant une plus-value biologique.
 - » *Point de vigilance : conflit d'usage pour ces effluents, puisque la réinjection des eaux traitées dans le petit cycle de l'eau peut rentrer en confrontation avec les efforts de soutien du milieu naturel et du grand cycle de l'eau imposés par le volet protection du milieu de la DCE. Ceci est particulièrement vrai en période d'étiage. Il existe donc un paradoxe : d'un côté, les volumes rejetés dans le milieu permettent de soutenir le débit des cours d'eau, mais la pollution associée à ces rejets peut entraîner une eutrophisation importante du cours d'eau, qui entraîne la consommation de l'oxygène dans le milieu et la création de matières toxiques dissoutes, telles que l'ammonium. Substituer un usage par un autre peut donc avoir des conséquences fortes sur un milieu fortement anthropisé, dont l'équilibre repose sur des processus de protection établis depuis plusieurs dizaines d'années. On pense notamment aux potentiels transferts de pollution, qui peuvent s'opérer lors de la transformation d'un secteur. Il s'agit donc de trouver des solutions profondément adaptées au contexte local et qui intègrent une vision holistique.*
- **Apport de matière fertilisante dans les sols (azote, carbone et phosphore)** : il est possible de volontairement laisser dans les eaux usées traitées certains nutriments. Cela permet une réduction des besoins en intrants chimiques et donc un moindre impact environnemental et énergétique.
 - » *Point de vigilance : un mauvais dosage des nutriments peut induire plusieurs effets rebonds comme des concentrations trop élevées en élément riche provoquant une vitalité non-maîtrisée (coûts qui augmentent en tonte / taille de mauvaises herbes, changement des calendriers de récolte ...), une remise en cause de l'équilibre chimique et biologique du sous-sol impliquant des changements de gestions du foncier (ex : les sels présents dans les EUT peuvent s'accumuler et stériliser les sols, processus qui peut-être contrecarré par une gestion en jachère ou à un lavage ponctuel des sols). Enfin, l'adaptation de la qualité des eaux aux besoins saisonniers peut être complexe et donc coûteuse : les besoins en nutriments sont relativement faibles juste après l'ensemencement, mais deviennent très importants lors de la croissance. Rappelons que si les nutriments ne sont pas captés par la plante, le risque de l'accumulation et de la migration des éléments riches peuvent engendrer des pollutions importantes des nappes, et par suite, du milieu naturel⁶⁵.*
- **Sécuriser un approvisionnement et donc une activité agricole** : cet aspect est sans aucun doute le plus central dans la réflexion de cette étude. En effet, dans les zones en forts stress hydrique, la REUT

65 EX : pollution au nitrate des côtes bretonnes provoquée par une mauvaise gestion du lisier de porc.

pour l'irrigation agricole permet un accès sécurisé à l'eau. Cela permet aux exploitants de moins dépendre des pluies de plus en plus irrégulières dans certaines régions, de mettre en place des plans d'irrigation mieux calibrés, d'augmenter leur productivité et leur qualité, et donc de prévoir leur carnet de livraison et leurs potentiels de croissance. La résilience face au changement climatique va devenir un enjeu des plus politique dans les années à venir, surtout pour des régions sensibles.

» *Point de vigilance : au vu de l'accès à une toute nouvelle source d'eau, en grande quantité et de « bonne qualité », certains exploitants agricoles pourraient transformer productions afin de produire des cultures à plus haute valeur ajoutée, mais plus gourmande en eau. Il ne faudrait pas que cette nouvelle ressource encourage des productions qui ne soient pas durables, ou qui ne devraient pas être introduites localement (non-sens écologique).*



La REUT pour l'irrigation agricole permet donc de soutenir une production locale (et les emplois associés) qui peut être éloignée des circuits d'irrigation traditionnels, tout en limitant l'impact de l'activité de l'assainissement sur le milieu. En calibrant d'une manière raisonnée les procédés de traitement de la STEP, on peut également engendrer de fortes économies d'énergies peuvent s'ajouter. De plus, en offrant une alternative aux ressources sous-terraines tout en produisant une forme indirecte de recharge, la REUT pour le secteur agricole a un effet fortement positif sur les nappes phréatiques.

Cependant, la faune et la flore des sols sont établies sur la base d'un réseau complexe d'interrelations entre les propriétés abiotiques (physiques et chimiques des

sols) et les facteurs biotiques (composants macro et microbiologiques du sol). L'impact des eaux usées sur la flore microbienne est censé dépendre des intrants directs de microbiotes exogènes qui dans le pire (et le moins probable) des scénarios, entraîneraient l'élimination par concurrence des micro-organismes autochtones⁶⁶. En outre les effets indirects produits par les eaux usées peuvent contribuer à modifier les propriétés physico-chimiques des sols et par conséquent, induire des perturbations dans l'activité microbienne générale. Ces deux types d'impact sont pratiquement non caractérisés par la communauté scientifique, ce qui constitue de profondes lacunes dans la connaissance.

2. Les îles, un territoire d'expérimentation : comparaison de deux cas d'étude

La satisfaction des besoins en eau potable est d'une manière générale prioritaire, et les possibilités d'irrigation se trouvent progressivement compromises, ce qui est particulièrement vrai pour les territoires insulaires.

Focus : L'île de Porquerolles, un laboratoire à ciel ouvert

Projet emblématique dans le paysage de la REUT en France, le cas de l'île de Porquerolles est une référence de par son ancienneté et sa résilience. La longévité du projet émane principalement de la volonté des acteurs du projet, et notamment l'équipe du parc de l'île. En effet, cette dernière a fait preuve de persévérance et d'imagination pour réinventer la stratégie afin de s'adapter aux nouveaux marchés et aux nouvelles

⁶⁶ Becerra-Castro, C., Lopes, A. R., Vaz-Moreira, I., Silva, E. F., Manaia, C. M., & Nunes, O. C. (2015). Wastewater reuse in irrigation: A microbiological perspective on implications in soil fertility and human and environmental health. *Environment international*, 75, 117-135.

règlementations, en proposant des solutions résolument locales.

Acquis en 1971 par l'État, près de 80% de l'île a été affectés au Parc National de Port-Cros en 1974. En 1979, le Parc national créé le Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles avec pour mission notamment le maintien du caractère agricole de l'île et la mise en place d'un verger conservatoire. La ressource en eau de l'île étant insuffisante, le Parc national a dû explorer des solutions non conventionnelles pour l'irrigation de ses vergers dont l'une est mise en œuvre dès 1980 : la réutilisation des eaux issues de la station d'épuration de l'île. Cette eau répondait aux normes européennes de rejet en milieu naturel, mais non à celles de l'irrigation. Répondant aux enjeux environnementaux et agricoles, a été mis en place un système de lagunage comme traitement complémentaire tertiaire. Le cas de l'île est donc emblématique dans le monde de la REUT en France, puisqu'il répond à la conjonction de trois logiques propres à des enjeux insulaires et qui ont débouché sur un contexte idéal pour l'émergence d'un tel projet : la mobilisation d'une ressource en eau marginale pour une activité agricole spécialisée, au sein d'un espace classé « réserve naturelle ». Aujourd'hui, une grande partie de Porquerolles et notamment les vergers-conservatoires sont en « cœur de Parc national⁶⁷ ».

L'idée d'installer des vergers a été rapidement mise en cause à la vue des enjeux d'irrigation au moment des saisons estivales, au vu des pics de tourisme et de besoin en eau (cf. annexe V, A). En effet, la STEP de Porquerolles est sujette à de fortes variations, puisque l'île accueille jusqu'à 12 000 personnes en été, contre quelques dizaines en hiver. Les conflits d'usage subséquents furent l'origine du questionnement de l'établissement public, qui souhaitait s'en affranchir. Aujourd'hui encore, la collectivité (mairie de Hyères) doit assurer des importations d'eau du continent pour la consommation humaine (coûteuses et non durables).

Le lagunage

Le lagunage est une technique naturelle de traitement des eaux usées par les fonctions autoépuratrices des écosystèmes aquatiques. Le principe est de faire passer les eaux usées par écoulement gravitaire dans une succession de bassins où le métabolisme des organismes (bactéries, végétales, etc.) assure la dépollution des eaux tandis que substrat et végétaux se chargent de la filtration.

Les bassins de lagunage, conçus pour poursuivre en aval une épuration naturelle avec un temps de passage optimal de 30 jours, permettent également de tamponner ces flux excédentaires.

Sources : Beraud J., (2017) La réutilisation des eaux usées traitées dans l'agriculture française : opportunité pour l'agriculture durable ou fausse bonne idée ? AGRICULTURE DURABLE – Société du Canal de Provence

Suite à une étude de faisabilité, la solution rustique du système de lagunage, orientée vers l'économie circulaire a finalement été retenue, des années avant que le principe même de circularité prenne la place qu'on lui connaît aujourd'hui.

In fine, la REUT permet en irrigation localisée d'alimenter les 250 variétés de figuiers des vergers conservatoires qui réunissent des variétés particulièrement rares et également 150 variétés d'oliviers, près d'une centaine d'oléastres (parents sauvages des oliviers, 50 de mûriers blancs et noirs, sur 17 hectares. C'est un véritable foyer de biodiversité et de ressource génétique. D'après nos échanges avec les équipes du parc est étudiée la possibilité de proposer un label qui mette en avant les efforts de gestion durable des paysages du littoral, tant au niveau des ressources que dans la gestion des déchets. Ce dernier est en cours de négociation, notamment grâce aux travaux de l'initiative de coopération SMILO et développée par le « Conservatoire du Littoral et des Rivages Lacustres », afin d'accompagner les petites îles vers une gestion

⁶⁷ La charte d'un parc national est un document écrit issu de la concertation avec les communes et les acteurs du territoire. Il a pour objectif de traduire la continuité écologique et l'existence d'un espace de vie qui comprend « le cœur », espace naturel préservé soumis à une réglementation visant à la préserver et « l'aire d'adhésion » constituée des communes dont les territoires sont situés autour du « cœur ». La charte vise également à fédérer les engagements de chaque collectivité signataire autour d'un projet de développement durable. SOURCE : site internet des parcs nationaux de France - <http://www.parcsnationaux.fr/fr/des-decouvertes/les-parcs-nationaux-de-france/la-charte-dun-parc-national>

durable et les labelliser « Petites Îles Durables ». Au travers de ce label, la REUT peut avoir une place centrale dans le panel de solutions à valoriser.

L'un des autres intérêts de la réutilisation des eaux usées est de contribuer à contenir la remontée du niveau de sel dans les nappes de l'île (biseau salé), en limitant les prélèvements locaux et en infiltrant hors période d'irrigation le volume d'eau douce que constituent les eaux usées traitées. De plus, afin de pérenniser les collections variétales, un modèle de production est construit au travers d'une mise en valeur locale des produits : fruits frais et transformés (confitures). Ce travail est assuré par des personnes éloignées de l'emploi via une association spécialisée, qui se traduit par la naissance en 2014 d'un partenariat entre l'Association de Sauvegarde des Forêt Varoises, le Conservatoire Botanique National Méditerranéen et le Parc national de Port-Cros : le projet « COPAINS » (Collections Patrimoine INsersion) assure l'entretien et la valorisation de ces vergers. Ce projet est donc exemplaire pour le monde l'économie circulaire, comme pour le monde de l'économie sociale et solidaire.

Résumé⁶⁸ :

CONTEXTE DE L'île	USAGE DE LA REUT	SPÉCIFICITÉS
- Ressources naturelles en eau (nappe phréatique) très limitées - Protection du milieu marin par des rejets d'eaux usées limitées - Maintien d'une activité agricole sur l'île et présence d'un « verger de conservation »	- Irrigation de vergers (figuiers) - Irrigation localisée (gouttes à gouttes uniquement)	3 lagunes tertiaires (en amont : station à boues activées)

Sites	Classe de qualité	Usages	Date de mise en route	Surfaces irriguées / irrigables (ha)	Volumes utilisés ou prévus	Période d'utilisation	Type de station	Capacité (eq/hab)	Installations d'irrigation en place
PORQUEROLLES (VAR)	B	Vergers (collections variétales)	1980	17	450 m ³ /jour	Avril - septembre	Boues activées	3 000 (été) 300 (hiver)	Lagunes à microphytes Lagune mixte Lagune à macrophytes Bâche de pompage Réseaux d'irrigation par gouttes à gouttes

Noirmoutier : au nom de la pomme de terre de luxe

Un autre cas emblématique de la REUT en France est celui de L'île de Noirmoutier, située sur la côte atlantique. L'économie de l'île dépend à 70% du tourisme, et la population passe de 10 000 habitants à 80 000 en haute saison. D'autres activités maritimes telles que l'ostréculture, la conchyliculture ou la production de sel sont également caractéristiques de l'île. Noirmoutier est également connue pour sa production de pommes de terre de culture précoce, très appréciée des consommateurs et des restaurateurs gastronomiques. Afin de soutenir cette culture relativement gourmande en eau tout en proposant un accès à l'eau potable de qualité lors des pics d'occupation de l'île, une politique de gestion de la ressource aquifère ambitieuse et novatrice a été mise en place dans les années 1980. Il s'agissait aussi de protéger l'écosystème local, et plus particulièrement les eaux de baignades qui étaient polluées par les rejets de la STEP locale. Il faut souligner que Noirmoutier n'a pas de ressources locales et s'approvisionne donc en eau douce grâce à un réseau de canalisations passant à l'intérieur du pont qui relie l'île au continent, situé à 70 km et qui ne peut pas dépasser

68 Données extraites de rencontres et interviews avec l'équipe en charge de la gestion du parc.

un certain débit. En période estivale, ce débit n'était pas suffisant pour soutenir et la consommation humaine directe, et la production agricole.



Vue du traitement tertiaire des eaux usées par lagunage et des pompes d'irrigation à Noirmoutier (installation exploitée par la Saur).
SOURCE : Lazarova V., Brissaud F. (2007) Intérêt, bénéfices et contraintes de la réutilisation des eaux usées en France, Revue IEN l'eau, l'industrie, les nuisances. N° 299

En raison des pénuries chroniques d'eau et des restrictions croissantes sur le traitement et le rejet des eaux usées, les parties prenantes locales ont donc lancé un projet de réutilisation de l'eau, en créant un consortium tripartite qui rassemble l'opérateur (la SAUR), l'Association syndicale autorisée (ASA) en charge de l'irrigation et la commune. Selon une étude de 2013 (Fazio, Faucher & Lazarova), la gestion intégrée du projet et le fort engagement de toutes les parties prenantes pour travailler de concert à la sauvegarde de l'activité de l'île et de son patrimoine écologique est l'un des facteurs clés de réussite du projet. En 2005, un accord définit les responsabilités des différentes parties prenantes⁶⁹ :

- Le producteur (la Commune) est propriétaire du système de récupération d'eau, y compris des lagunes, et met l'eau traitée à la disposition des irrigants. Le producteur est également tenu de garantir la qualité du traitement, en étudiant les données fournies par l'opérateur.
- L'utilisateur (l'ASA) possède le système d'irrigation (structure de pompage et réseau d'irrigation), et doit assurer son fonctionnement, sa maintenance et son renouvellement si nécessaire.
- L'opérateur des infrastructures (la SAUR) assure l'analyse de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau récupérée.

Cette démarche collaborative et le potentiel économique que représente l'activité de production de pomme de terre sont les deux facteurs émergents qui ont permis à ce projet de REUT de voir le jour. Actuellement, la production annuelle de pommes de terre est en moyenne de 10 000 tonnes. Or, le manque d'eau recyclée entraînerait une perte de 2 000 tonnes de production de pommes de terre par an et de 4 000 tonnes en cas de sécheresse. Ainsi, la REUT est devenue le principal levier pour le maintien de l'économie agricole locale, qui représente un chiffre d'affaires annuel d'environ 10 millions d'euros. Si l'on se penche sur l'analyse coût/bénéfice pour cette activité agricole, il est possible de dire⁷⁰ :

- L'économie de coûts est d'environ 50% sur la facture d'eau⁷¹. Ainsi, l'économie de coûts annuelle moyenne totale est d'environ 225 000 E / an.

69 Lazarova, V., Asano, T., Bahri, A., & Anderson, J. (Eds.). (2013). Milestones in water reuse. IWA publishing.

70 Ibid

71 Le coût de l'eau récupérée est de 0,54 € / m³ contre 1,30 € / m³ contre pour l'eau potable.

- La REUT a permis de prolonger la production de pommes de terre pendant la période estivale et donc d'augmenter les quantités produites de près de 40%.
- La production répond aux référentiels de commercialisation les plus rigoureux (Global GAP)⁷² ce qui montre que les labels peuvent être calibrés pour intégrer la REUT. Ils pourraient même mettre en avant le fait que la production a un caractère durable, sans pour autant ternir l'image du produit de luxe.

De plus, sans REUT, la collectivité aurait dû gérer le rejet continu des eaux usées traitées. Différentes analyses d'impact ont montré la nécessité d'inclure un traitement tertiaire, mais aussi de déplacer le point de rejet loin de la côte. Le tout aurait entraîné des coûts supplémentaires importants, estimés à environ 2 millions d'euros. Notons que le traitement tertiaire sur l'île de Noirmoutier permet de produire des EUT de qualités bactériologiques similaires à celle des eaux de surface⁷³. Enfin, les principaux avantages environnementaux sont la préservation des ressources en eau potable à usage domestique, et la réduction de la pollution rejetée dans la mer. Cela permet de réduire notablement les risques d'altération de la qualité de l'eau de mer pour la conchyliculture, la nage, la pêche à pied et la production de sel. Ces externalités positives sont difficiles à chiffrer, mais représentent des avantages comparatifs non-négligeables.

Résumé⁷⁴ :

CONTEXTE DE NOIRMOUTIER	USAGE DE LA REUT	SPÉCIFICITÉS
• Ressources naturelles en eau inexistantes • Protection du milieu marin par des rejets d'eaux usées limitées • Maintien d'une activité agricole sur l'île	• Irrigation de champs de pommes de terre	• Affinage dans les bassins de lagunage voisins • Bassins de stockage

Sites	Classe de qualité	Usages	Date de mise en route	Surfaces irriguées / irrigables (ha)	Volumes utilisés ou prévus	Période d'utilisation	Type de station	Capacité (eq/hab)	Installations d'irrigation en place
NOIRMOUTIER	B	Pommes de terre	1991	380	300 000 m³/jour	Fin mai - juillet	Lagunage aéré	10 000	Bassin de stockage

3. Clermont-Ferrand et la Limagne Noire : un projet européen

Comme nous avons pu voir plus haut, la REUT appliquée au secteur agricole permet de soulager les ressources traditionnelles trop sollicitées par l'irrigation, et ce notamment pour les cultures grandes consommatrices d'eau, telles que le maïs. Afin d'explorer le potentiel que représente la REUT pour les exploitations nécessitant de grands volumes d'eau, un projet européen a été lancé en 1996 à Clermont-Ferrand, au moment où la réflexion sur la REUT prenait de l'essor en France. Les sécheresses à répétition dans la vallée de la Limagne Noire avaient contraint les producteurs à rechercher de nouvelles pistes pour s'approvisionner en eau. Aujourd'hui, ce sont 10.600 ha de terres agricoles sur 6 communes de l'agglomération clermontoise qui sont irriguées grâce au pompage d'une partie des eaux usées de la STEP de l'agglomération, afin de

72 Beraud J., (2017) La réutilisation des eaux usées traitées dans l'agriculture française : opportunité pour l'agriculture durable ou fausse bonne idée ? AGRICULTURE DURABLE – Société du Canal de Provence

73 Les taux de coliformes fécaux dans les lagunes sont compris entre 102 et 103 UFC/100mL en hiver et descendent à 10 UFC/mL en été. Beaupoil, Le Borgne, Mucig, Roux (2010). Risques sanitaires liés à la réutilisation d'eaux usées traitées pour l'aérospersion des espaces verts. IGS, Persan

74 AFSSA (Novembre 2008) Réutilisation des eaux usées traitées pour l'arrosage ou l'irrigation, Annexe (Caractéristiques techniques des sites pratiquant la réutilisation agricole des eaux usées en France)

soutenir la production de maïs, de betteraves sucrières, de blé et même de tabac (cf. annexe V, B).

Ce projet est géré par l'ASA de la Limagne Noire, en coopération avec l'industrie sucrière locale et les coopératives. Dans ce montage, chaque maillon de la production trouve un avantage, puisqu'il y a une garantie en termes de qualité et de quantité, même durant les périodes de forte chaleur estivale. Son financement est en partie assuré par une tarification de l'eau agricole (de 0,2 à 0,3 €/m³), les redevances pour la population restant les mêmes. Ceci ne fut possible que grâce au coût réduit du projet, lié à la passation d'un contrat ambitieux et novateur entre les agriculteurs et la sucrerie. Cette dernière leur a offert accès à ses lagunes pour le stockage des eaux usées, hors des périodes de production de la sucrerie. En contrepartie, les agriculteurs ont accepté d'épandre sur leurs terres les eaux de la sucrerie en hiver⁷⁵. Ainsi, après un traitement UV et un passage dans des lagunes tertiaires permettant de se débarrasser des micro-organismes pathogènes, entre 30 et 40% des EUT sont mis en valeur dans les champs, suivant les besoins à l'instant T et en respectant les normes de qualité de baignade.

La spécificité de l'opération de REUT de la Limagne Noire est donc double⁷⁶ :

- Des besoins spécifiques, puisque le périmètre de l'ASA est composé d'un sol argileux, sur une roche mère volcanique. En été les phénomènes de sécheresse sont très marqués. Mis à part l'Allier, dont les volumes prélevables sont restreints, il n'y a pas de ressource en eau mobilisable. La production agricole emblématique du territoire est celle du maïs semence, produite par le groupe coopératif Limagrain. Cette production présente généralement une forte valeur ajoutée, mais doit respecter des objectifs annuels de rendement.
- Un contexte favorable, puisque la STEP de Clermont-Ferrand est localisée à proximité immédiate de la sucrerie de Bourdon. Les bassins de lagunage de la sucrerie, utilisés pour traiter les eaux de process lors de la campagne sucrière (automne), sont utilisables en traitement d'affinage des eaux usées traitées lors de la campagne d'irrigation (été).

Dès les débuts du projet, un suivi sanitaire réalisé par un réseau de médecins sentinelles a été mis en place, afin d'étudier l'impact des EUT sur la santé. Résultat : aucun cas de contamination n'a été observé sur les contaminants identifiés. Cependant, peu de travaux ont été réalisés lors des suivis sur la propagation des pathogènes, comme sur des indicateurs de contamination fécale par les aérosols⁷⁷ : on manque donc de données pour définir des critères pour la REUT en arrosage.

Aujourd'hui, les échanges avec la société d'ingénierie SOMIVAL en charge de la gestion de ce projet nous ont appris que de nouvelles solutions vont devoir être explorées pour s'adapter à la circulaire de 2016, et effectuer les mises à niveau nécessaires en termes de relevés et analyses. Or, ce processus risque de mettre à mal la rentabilité de l'ensemble des installations et des synergies mises en place, malgré les bénéfices globaux qui ont été mis en avant ainsi que l'absence d'impact sur la santé comme sur l'environnement. La perte sèche que représenterait un arrêt des activités n'a pas été chiffrée. Il y a donc une réelle réflexion à mener dans les ministères, au moment d'imposer les mises à niveaux de projets historiques qui ont fait leurs preuves et qui ont servi de vitrine de l'expertise française. Un accompagnement, financier et/ou technique ou des dispositions réglementaires doivent être pensés afin de ne pas remettre en cause le fragile équilibre de tels projets. Il faut notamment assurer le retour sur investissement des installations, porté par des acteurs publics.

Il s'agit finalement du premier projet européen de cette nature par son ampleur, les techniques mises en œuvre et le partenariat qu'il implique. Les crédits du programme européen LIFE, ont permis les

75 AFD (2011) – Réutilisation des eaux usées traitées – Perspectives Opérationnelles et recommandations pour l'action – Agence Française de Développement

76 Beraud J., (2017) La réutilisation des eaux usées traitées dans l'agriculture française : opportunité pour l'agriculture durable ou fausse bonne idée ? AGRICULTURE DURABLE – Société du Canal de Provence

77 Lazarova V., & Brissaud F. (2007). Intérêt, bénéfices et contraintes de la réutilisation des eaux usées en France. L'eau, l'industrie, les nuisances (299), 29-39.

investissements de départ qui n'auraient pu être couverts par les parties prenantes, comme c'est le cas pour de nombreux projets de REUT (nouvelles infrastructures et les travaux de mise à niveau). Véritable pari au moment de la construction du projet, le fonctionnement se poursuit d'une année sur l'autre sans incident particulier.

Résumé⁷⁸ :

CONTEXTE DE LA LIMAGNE	USAGE DE LA REUT	SPÉCIFICITÉS
- Déficit en eau et eutrophisation des cours d'eau proches des cultures - Limitation des rejets directs dans le milieu naturel et protection des ressources en eau - Partenariat avec la sucrerie de Bourdon	Irrigation de maïs et de betteraves sucrières	Utilisation sur très grande surface (10 600 hectares)

Sites	Classe de qualité	Usages	Date de mise en route	Surfaces irriguées / irrigables (ha)	Volumes utilisés ou prévus	Période d'utilisation	Type de station	Capacité (eq/hab)	Installations d'irrigation en place
CLERMONT-FERRAND (PUY DE DÔME)	A- B	Maïs semence Betterave Luzerne Tabac	1996	10 600	18 000 à 24 000 m ³ /jour	Juin - septembre	Boues activées et lagunage tertiaire	300 000	Réaménagement des lagunes de la sucrerie de Bourdon

4. L'expérimentation au service de la diversité des usages en agriculture

Le monde viticole : projet de recherche Irri-Alt'Eau

Dans le domaine viticole, le contexte hydrique est bien souvent variable, tant sur le plan du climat (pluviométrie et évapotranspiration) que sur le plan des types de sols (rétention d'eau). Le changement climatique renforce cette instabilité avec des pluies moins régulières, mais plus fortes. Or, la qualité du raisin -et donc du vin- dépend directement d'un apport relativement stable en eau. Les conséquences négatives sur les sols et sur les cultures motivent donc les exploitants à explorer des solutions pour lisser l'apport en eau, tout en protégeant les terrains contre l'érosion.

Le Languedoc-Roussillon est la principale région qui dépend de l'irrigation pour son activité viticole avec près de 30 000 ha de vigne irriguée en 2015, sur une superficie de 220 000 ha⁷⁹. Cette surface irriguée est en constante augmentation à cause changement climatique, ce qui impose une adaptation des techniques d'irrigation afin de sécuriser la compétitivité de la filière : entre 1988 et 2008, ce sont plus de 15% de perte de rendement qui ont été enregistrés⁸⁰. Bien que les besoins en eaux soient moindres sur une exploitation viticole et que la recherche sur l'irrigation raisonnée a permis de faire des progrès sur la consommation, la question de l'accès à l'eau reste la source d'inquiétude principale des exploitants.

Les EUT constituent une ressource qui pourrait être mise en valeur pour soutenir les besoins grandissants des vignobles en stress hydrique. Cependant, peu d'études ont été réalisées pour caractériser les risques qui

78 AFSSA (Novembre 2008) Réutilisation des eaux usées traitées pour l'arrosage ou l'irrigation, Annexe (Caractéristiques techniques des sites pratiquant la réutilisation agricole des eaux usées en France)

79 Etcherbarne F., Escudier J.L., Ojeda H. (2016). Les eaux usées traitées peuvent-elles constituer une source d'eau alternative? INRA – Unité expérimentale de Pech Rouge – Gruissan.

80 Ibid

existent autour de cette pratique, pour assurer la qualité du raisin, des sols et pour identifier les impacts sur la santé. Irri-Alt'Eau, un projet de recherche et développement collaboratif c'est construit en région Occitanie pour pallier à ce manque (cf. annexe V, C). Il s'agit de la première « plateforme expérimentale et pédagogique de terrain » sur la REUT pour l'irrigation maîtrisée pour le domaine viticole. Le qualificatif maîtrisé est ici central puisqu'il ne s'agit pas de consommer un surplus de ressource, qui peut pourtant paraître abondante dans un premier temps (disponibilité des EUT). En effet, la vision du consortium est de pouvoir ajuster le plus finement possible l'irrigation aux besoins des pieds de vigne, et ainsi réduire les risques liés aux EUT comme aux futurs conflits d'usage sur une ressource que l'on commence tout juste à explorer en France. Ambitieux sur la forme, l'objectif est aussi de proposer une réflexion scientifique, compétitive et durable en documentant la qualité physico-chimique et microbiologique des EUT.

Encadré par un arrêté préfectoral⁸¹ autorisant pour 3 ans le consortium à explorer le potentiel de la REUT sur les parcelles de la Cave Coopérative Gruissan. Étant trop éloignée des infrastructures de la société d'irrigation BRL et ne pouvant se procurer de l'eau selon les méthodes conventionnelles, les exploitants voyaient depuis quelques années la qualité et la quantité de leur production s'amoinrir. Ainsi, des essais de REUT ont été réalisés sur les trois saisons d'irrigation sur une surface de 1,5 ha en 2013, 2014 et 2015. Au total, quatre types d'eau sont utilisés afin de les comparer, en réalisant une irrigation au goutte-à-goutte qui cadre avec la réglementation en vigueur et par préoccupation d'efficience d'irrigation :

- L'eau potable comme témoin,
- Les EUT de qualité B,
- Des EUT de qualité C,
- De l'eau de surface dite « agricole ».

Les résultats analytiques se sont montrés très concluants⁸², alors que le suivi analytique a été très complet (physico-chimique, microbiologique, micropolluants, ETM, hormones ...) :

- L'irrigation et la maîtrise de la qualité des EUT permettent bien de rester dans la réglementation française sur la REUT, pour ce qui est des paramètres physico-chimiques et microbiologiques, et il n'y a pas d'augmentation de population bactérienne entre la sortie du prototype de traitement et les points d'usage.
- Absence de sous-produits de désinfection liée aux processus d'assainissement et de micropolluants métalliques.
- La teneur en sels et la charge nutritive plus élevées dans les EUT n'ont pas d'impact sur la plante ni sur qualité du raisin, et le vin ne se trouve donc pas altéré : pour chaque qualité d'eau, le poids et le volume de la baie sont semblables. L'effet millésime apparaît comme étant la principale cause de variation pour le vin.
- Les apports ioniques et la charge nutritive n'ont pas montré de variations conséquentes sur la qualité des sols, et les analyses d'eau de la nappe phréatique comme dans les sols sont toutes sous les seuils de quantification réglementaires.

Ces observations montrent bien la faisabilité technique de la REUT pour le domaine viticole, au niveau du traitement de l'eau, de l'irrigation maîtrisée par goutte-à-goutte, de la maîtrise de la qualité des EUT et donc du respect de la réglementation. Aucun désavantage n'a pu être mis en avant suivant les différentes qualités d'eau, tant sur le milieu que sur la plante, le raisin, et donc le vin. Des études complémentaires sont nécessaires pour prendre en considération les effets à long terme d'une production plus large sur les sols et les plants. En ce sens, une deuxième phase du projet a été lancée afin d'explorer l'effet de la REUT sur plusieurs parcelles, pour couvrir maintenant une surface de 80 ha.

81 NB : puisqu'il s'agit d'un usage non-cadré par la réglementation, cette recherche est cadrée par un arrêté préfectoral (comme l'ensemble des projets de REUT aujourd'hui).

82 Ibid

Ces résultats ont permis d'influer la réglementation, puisque la dernière circulaire de 2016 permet l'irrigation avec des eaux de qualité C pour des projets de REUT utilisant des techniques de goutte-à-goutte. Cependant, les scientifiques ont aussi mis en exergue le coût prohibitif de ce projet, qui vient notamment du fait que les parcelles ne sont pas concentrées sur une zone. En effet, la région présente une topographie particulière qui impose un morcellement des exploitations en petites parcelles. Les exploitants doivent donc dimensionner des solutions fragmentées et adaptées à chaque parcelle, ce qui implique des coûts en infrastructure, en suivi et en gestion bien plus importants. Des innovations sont à mener sur les solutions décentralisées qui pourraient réduire ces coûts (*cf. partie D du présent chapitre*). Le consortium voudrait donc aussi agir sur le volet des formations à proposer aux exploitants, afin de les accompagner dans une potentielle transformation de leurs pratiques. Ce cas d'étude montre bien combien la pédagogie est l'une des conditions sine qua non pour l'essaimage de la pratique de la REUT. Il serait intéressant d'étudier la possibilité de garder les AOC et AOP de vins produits grâce à la REUT, gage de qualité et de sérieux. Une réflexion doit être ouverte afin d'ouvrir la labélisation « Agriculture Biologique » à des productions arrosées grâce à la REUT dont la qualité aurait été certifiée. Pour le moment, les certificateurs n'abondent pas dans ce sens par principe de précaution. Cependant, en réduisant la demande en intrants pour l'exploitant, tout en limitant l'impact de l'activité agricole globale et de l'assainissement sur le milieu naturel, la REUT pourrait être valorisée positivement et même devenir une condition facilitante d'obtention du label. Ces questions sont à poser pour l'ensemble des labels, normes et certifications qui attestent de la durabilité d'une activité, notamment pour ceux qui font une analyse holistique de l'activité ou le produit à certifier.

Projet Smart Ferti Re-use : un exemple de projet d'expérimentation clivant pour les différentes administrations

En mars 2013, la Constitution Française permet au gouvernement de prévoir des expérimentations par voie d'arrêtés, qui permettent de déroger à certaines dispositions de réglementations existantes pour une durée limitée⁸³. Dans ce cadre, le Ministère en charge de l'économie a lancé en 2016 le dispositif France Expérimentation (FE), de la Nouvelle France Industrielle. Lors du premier appel à projets a été retenu un programme proposé par la société SEDE Environnement en partenariat avec la FNSEA, qui explore une solution d'irrigation par aspersion innovante fertilisant les cultures grâce aux éléments nutritifs (azote, phosphore, potassium) contenus dans les EUT. Plus particulièrement, il s'agirait d'utiliser la REUT pour irriguer des parcelles de champs de maïs, et de connaître en temps réel la composition en éléments fertilisants de l'eau apportée en irrigation à chaque parcelle. Cela permettrait de l'adapter, dans le but d'apporter la dose de fertilisants prévue par le plan de fertilisation de chaque irrigant participant au projet. En passant par FE, le consortium voudrait pouvoir s'affranchir de deux points dans la réglementation actuelle de la REUT⁸⁴ :

1. La vitesse maximale de vent admissible pour l'irrigation et les conditions de mesure de cette vitesse de vent ;
2. Les distances de sécurité entre les zones sensibles et les asperseurs.

Cela nécessite un arrêté dérogatoire par le Préfet des Hautes-Pyrénées, devant s'appuyer sur plusieurs avis. La mission interministérielle de l'eau a émis un avis favorable le 29 juin 2017 sur le projet. Cependant, l'avis technique de l'Anses du 10 juillet 2017, relevant du domaine de compétences du comité d'experts spécialisé (CES) « Eaux », émet un avis clairement défavorable et particulièrement sévère. En effet elle considère les données transmises comme insuffisantes. Elle demande surtout au projet d'apporter des preuves de l'absence de risques (sanitaires, etc.), alors que l'expérimentation vise à qualifier ces risques en situation opérationnelle.

Bien que le communiqué de presse de FE indique que : « le suivi et l'évaluation du projet porteront sur la qualité des milieux et des produits de la culture, ainsi que les impacts sanitaire et environnemental sur les

83 L'article 37-1 de la Constitution Française : « la loi et le règlement peuvent comporter, pour un objet et une durée limités, des dispositions à caractère expérimental ».

84 Résumé pour consultation du public prévue par l'article L.123-19-1 du code de l'Environnement du 26/07/2017 au 17/08/2017.

cultures, l'air, les eaux de surface, les sols et les eaux souterraines », il apparaît en comparant les informations disponibles proposées par FE et l'avis négatif de l'Anses que les données scientifiques, sanitaires et ainsi que le dimensionnement du projet ne permettent pas à l'administration de donner un avis positif. En effet, lorsqu'un projet de REUT est étudié, de nombreux points sont à expliciter clairement afin de prouver que la gestion des risques a bien été calibrée, et que le contact avec la population est bien maîtrisé. Ces dossiers très techniques et rigoureux proposés par les cabinets d'étude sont une des pièces maîtresses à constituer avec une attention particulière si le projet veut voir le jour. Or, l'avis de l'Anses décrit les données reçues pour l'étude comme étant « fragmentaires ». Le tableau suivant propose une analyse de ces conclusions⁸⁵, qui seront confrontées à des points de vue que nous avons pu récupérer grâce aux échanges réalisés avec d'autres parties prenantes :

CONCLUSIONS ANSES	ANALYSES ET OBSERVATIONS
L'absence de description du projet proposé par France Expérimentation comme des dangers chimiques et microbiologiques persistants dans les EUT.	D'après le CES « Eau », le projet manque d'une manière générale de caractérisations précises alors que l'avis de l'Anses se base sur des études scientifiques étayées, réalisées lors des différentes saisines qui ont permis in fine à l'État de constituer la réglementation. Ces études ont permis d'identifier clairement les dangers de la REUT, en termes d'exposition pour la population et les utilisateurs. Cependant, le but même d'un projet de FE est de proposer une réflexion opérationnelle sur ces dangers, en les confrontant à une expérimentation bien cadrée. Sous couvert qu'aucun argument scientifique sur l'absence de risques n'est disponible, l'Anses ne permet pas l'expérimentation qui devrait servir à étudier ces mêmes risques.
L'absence de démonstration du caractère innovant revendiqué par le porteur du projet.	D'après FE, l'expérimentation porte principalement sur la fertilisation maîtrisée des cultures, grâce aux éléments résiduels présents dans les EUT. Or, d'après le rapport de l'Anses qui s'appuie sur une étude de l'ONEMA datant de 2010 ⁸⁶ , les eaux brutes de STEP inférieures à 2000 équivalents-habitants présentent des taux faibles d'azote et de phosphore. Après traitement, les EUT devraient donc présenter des concentrations encore plus faibles, ce qui impliquerait un ajout conséquent d'intrant chimique pour fertiliser les cultures par aspersion. Il s'agirait finalement selon l'Anses d'un moyen détourné d'obtenir une autorisation pour simplement réaliser un projet de REUT de grande ampleur pour le secteur agricole. Cependant, en réalisant une telle expérimentation, il serait possible d'étudier le potentiel qui existe pour des STEP plus importantes, et donc plus sensibles.
La demande du porteur du projet de déroger à des exigences réglementaires sans que : • Soit apportée la preuve scientifique de l'absence de risque environnemental et de risque sanitaire pour la population générale et les travailleurs, • Soient présentés les bénéfices potentiels de l'innovation revendiquée qui pourraient justifier cette prise de risques	En réalisant une expérimentation, le but est de justement caractériser précisément les risques et d'apporter dans des futures des preuves. La recherche et le développement du privé doivent aussi pouvoir bénéficier au plus grand nombre, en proposant notamment des études alimentant l'intelligence économique. Cependant, il apparaît compréhensible que les éléments soulevés par l'Anses doivent être suivis de près, pour ce qui est de la gestion des risques sanitaires comme des risques environnementaux, notamment face aux enjeux de fuites de nitrates. En travaillant précisément sur ces défis, il est possible de mieux comprendre les cycles d'absorption d'éléments nutritifs de la plante, et donc d'étudier les conséquences sur le milieu hors période d'absorption ⁸⁷ . De plus, il s'agit bien d'après la communication de FE d'une expérimentation qui permettrait de connaître en temps réel la charge nutritive présente dans les EUT et donc d'adapter la charge totale d'apport. En les ajustant au plus proche des besoins de la plante, les industriels seraient donc capables de réduire leur impact sur l'environnement.

À la vue de ces observations et des différentes entrevues avec les parties prenantes, il apparaît que certains services de l'administration ont une approche plus motrice. Or, le cahier des charges des dossiers soumis à FE n'est pourtant pas aussi poussé que ceux soumis aux DDT et ARS pour obtenir un arrêté préfectoral « classique ». C'est principalement pour cela que l'Anses ne pouvait donner un avis positif. En interrogeant

85 Tirée de l'Avis du 10 juillet 2017 faisant suite à la Saisine n°2017-SA-0092

86 Cemagref (2010). Qualité des eaux usées domestiques produites par les petites collectivités – Application aux agglomérations d'assainissement inférieures à 2000 Equivalent Habitants. Partenariat 2009 –Domaine : Ecotechnologie et pollutions. Action 28bis-1 « Conception et exploitation des stations d'épuration des petites et moyennes collectivités ». 55p.

87 NB : l'ANSES souligne le caractère non synchrone des besoins des plantes en éléments fertilisants et en eau, ce qui pourrait mener à des fuites de matières fertilisantes, notamment les nitrates (conflit potentiel avec la directive 91/2676/CE dite directive « nitrates », adoptée en 1991.

plusieurs porteurs de projet sur la complexité des projets de REUT et sur les dépôts de dossier, nous avons pu apprendre qu'il est possible de dépasser ces incompréhensions et divergences de « philosophie » lorsque des rencontres physiques, accompagnées de présentations rigoureuses, sont organisées. Ces échanges permettent d'expliquer aux autorités les tenants et aboutissants des projets, afin que les dossiers soient mieux compris, et donc mieux considérés. Spécifiquement, les porteurs de projet sont capables de justifier l'intérêt des stratégies de REUT pour l'enjeu identifié, et de prouver que les risques sont maîtrisés malgré une pratique qui reste potentiellement dangereuse pour les populations exposées.

La question que l'on se pose maintenant est de savoir comment les données scientifiques manquantes pour la REUT peuvent émerger en France, si opérateurs et industriels ne peuvent ouvrir des recherches sur le sujet. Nous pensons qu'il est important que chaque sphère du monde de la REUT puisse apporter leur contribution à la connaissance générale. La diversité des approches et la multiplicité des solutions doivent être explorées, pour que les collectivités et les divers organismes en demande puissent répondre à leur besoin, et ce dans le respect à long terme de l'environnement et de la santé humaine. Il manque donc une forme d'ouverture au dialogue, du côté des porteurs de projet comme des services administratifs, qui se renvoient bien souvent la responsabilité quand une incompréhension et donc un blocage émerge. La qualité des dossiers soumis aux administrations, la méthodologie employée et des réunions doivent converger vers un cahier des charges compris par toutes les parties prenantes, et suffisamment complet pour qu'il ne manque pas d'éléments pour l'arbitrage final.

5. Conclusion et propositions

Une définition d'une ressource d'eau propre à l'irrigation pourrait être la suivante⁸⁸ :

« Une ressource qui démontre des avantages mesurables et constants par comparaison à l'eau brute en entrée, pour la culture, l'agroécosystème et l'ensemble de la chaîne alimentaire, du champ à la fourche, et qui ont été obtenus en traitant l'eau d'entrée pour modifier les caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques ».

D'après cette définition, l'ensemble des ressources présentant ces caractéristiques et respectant la réglementation pourrait être considéré comme une solution intéressante à inclure dans les plans territoriaux de gestion de l'eau. En tablant sur la multiplication des sources, il est possible de proposer une gestion intégrée de la ressource aquifère générale, qui acquerra un caractère résilient global. Et en adaptant ces sources - et les traitements subséquents - aux usages, il est possible de créer les boucles positives propres à l'économie circulaire, en valorisant au maximum les matières présentes dans les eaux brutes. Ainsi, les fertilisants présents naturellement dans les eaux brutes doivent pouvoir se retrouver dans les champs afin de réduire les intrants chimiques extérieurs. L'économie d'énergie que représente ce processus de mise en valeur n'est pas non plus négligeable, comme nous avons pu le préciser. Ces avantages environnementaux devraient être pris en compte et répercutés dans le prix de vente des EUT.

Néanmoins, une mauvaise qualité de l'eau d'irrigation peut également avoir des effets négatifs sur la chaîne alimentaire. En cas d'eau d'irrigation contaminée, cela pourrait augmenter le risque de maladies d'origine alimentaire, car un traitement doux n'est souvent pas suffisant pour inactiver certains pathogènes robustes, qui peuvent s'accumuler et migrer dans les plants. L'irrigation avec de l'eau contaminée par des bactéries peut être le point de départ d'une voie de contamination eau-sol- plante⁸⁹.

La présence potentielle de métaux lourds toxiques dans l'eau d'irrigation est aussi l'une des préoccupations majeures pour l'environnement et pour la santé humaine puisqu'ils ont tendance à se bioaccumuler dans la chaîne alimentaire.

88 Battilani, A., Steiner, M., Andersen, M., Back, S. N., Lorenzen, J., Schweitzer, A., ... & Plauborg, F. (2010). Decentralised water and wastewater treatment technologies to produce functional water for irrigation. *Agricultural water management*, 98, 385-402.

89 Ibid

Enfin, l'utilisation d'eaux riches peut endommager les technologies d'irrigation les plus avancées et les plus modernes. Sans filtration adéquate, les sédiments peuvent causer un colmatage ou une corrosion mécanique. Les solides solubles tels que le fer ou le calcium peuvent provoquer l'entartrage des tuyaux ou des goutteurs, une petite quantité de matière organique peut s'agréger et former une substance visqueuse qui peut boucher les émetteurs.

Un effort reste donc à faire pour mieux caractériser les dangers et les défis qui résident dans les EUT à mettre en valeur pour l'irrigation. Ces recherches doivent s'appuyer sur les connaissances et apprentissages acquis jusqu'alors, afin de combler les zones d'ombres qui restent sans apporter de doublons. Cependant, ces nouvelles recherches ne doivent pas conditionner les projets futurs, puisque les expériences et projets pilotes ont montré que les risques sont bien maîtrisés et qu'il existe un fort potentiel pour l'irrigation. Les recherches doivent plutôt permettre de mieux calibrer une réglementation afin qu'elle minimise les dangers pour l'environnement et la santé, tout en laissant la porte ouverte à l'innovation et à la diversité des usages, condition sine qua non d'une meilleure gestion de la ressource. En outre, les nouvelles réglementations ne doivent pas remettre en question les projets ayant déjà fait leurs preuves ; ou si tel est le parti pris, des mécanismes d'accompagnement doivent être considérés pour accompagner leur mise aux normes.

Il est aujourd'hui complexe et donc coûteux de mettre en place des projets qui pourraient ensuite être répliquables à grande échelle. Les industriels, les centres de recherche et les exploitants agricoles n'ont donc pas encore intérêt à assumer seuls les efforts nécessaires au portage des projets. Cependant, il faut pouvoir dépasser l'expérimentation et intégrer dans les pilotes à venir un caractère de passage à l'échelle, essentiel pour essaimer la REUT. En ce sens, face aux défis que représentent le réchauffement climatique, la population en croissance exponentielle et l'environnement qu'il faut protéger, les solutions durables doivent être intégrées dans les plans de gestion globaux de la politique de l'eau nationale. Les sources de financements doivent être plus nombreuses et calibrées sur le long terme, afin de soutenir aussi bien les coûts d'infrastructures que ceux liés à la maintenance et à la gestion du réseau, tant que le prix de l'eau ne représentera pas l'ensemble des externalités positives et négatives. Cela passe principalement par le renforcement du principe du pollueur-payeur (*cf. chapitre II, partie C*).

De fait, les efforts de la cellule d'expertise sur la gestion de la ressource en eau pour anticiper les conséquences du dérèglement climatique, ouverte en septembre 2017 par Nicolas Hulot, ministre d'État, ministre de la Transition écologique et solidaire, et Stéphane Travert, ministre de l'Agriculture et de l'Alimentation, doit absolument considérer la REUT comme une solution globale devant être adaptée à chaque contexte, et non pas comme une solution tampon pour une minorité de cas très spécifiques. Il en va de même pour l'ensemble des autorités compétentes sur le sujet, au niveau central comme au niveau régional. Il ne faut certes pas considérer la REUT comme une solution miracle, mais pour que son potentiel durable soit véritablement percutant, les réflexions de l'état central doivent intégrer ces pratiques comme un chapitre à part entière. Cela permettra de rassurer les parties prenantes actives sur le sujet, de sécuriser les opérations qui ont déjà fait leurs preuves, de motiver les cabinets d'études à aller plus loin dans les réflexions et d'accompagner plus activement les collectivités afin qu'elles intègrent la REUT dans leurs SDAGE et DAGE.

Sont aussi à explorer les leviers qui résident dans les labels et autres certifications, qui pourraient inclure la REUT comme élément qualitatif et durable, pour les produits comme pour les territoires qui pratiquent la mise en valeur d'EUT. De fait, les eaux de REUT apparaissent souvent comme étant de meilleure qualité que les eaux de surfaces utilisées pour l'irrigation (*cf. chapitre II partie C*). Le label biologique devrait ainsi pouvoir accepter les produits arrosés grâce à la REUT, dont la qualité des eaux a été démontrée. De fait, la REUT permet la réduction d'intrants chimiques et a un impact global plus faible sur l'environnement que d'autres sources conventionnelles, pilier principal des labels bio. Enfin, les territoires ayant fait des efforts pour proposer des solutions plus résilientes doivent pouvoir bénéficier d'une large reconnaissance, afin de renforcer leur attractivité.

D'une manière générale, les focus que nous avons décrits ont pu montrer que les facteurs de réussite de projets de REUT en irrigation agricole sont les suivants :

- Une participation active et motrice de l'ensemble des parties prenantes, des collectivités territoriales aux utilisateurs finaux, en passant par les agences administratives compétentes, les financiers et les opérateurs. Pour cela, une vision commune doit être structurée, avec des jalons identifiables par chacun, accompagnée tout le long du projet par une communication et une animation active.
- La présence de défis transversaux, qui vont de la sécurisation d'une activité locale et donc d'emploi, à la certification d'un milieu à préserver même durant les hautes saisons touristiques ou de production. Cela permet d'enrayer les problèmes de conflit d'usage en amont et de réunir autour de la table un maximum d'acteurs, et donc d'intérêts. Le projet doit être calibré pour qu'il s'agisse d'un jeu à somme positive où chacun y retrouve son compte.
- La production de produits à haute valeur ajoutée, comme la pomme de terre de Noirmoutier ou l'activité viticole, est aussi un facteur facilitant. En effet, cela permet de produire plus facilement des schémas de financement stables et sécuritaires sur le long terme, puisque l'activité cherche à rester implantée dans le territoire.

B. L'irrigation pour les golfs : un fort potentiel de capitalisation dans un secteur en quête de ressources durables ?

1. Présentation des enjeux spécifiques aux golfs

Avec plus de 700 parcours répartis sur 33 000 ha d'espace végétalisé, les golfs en France représentent une grande part de la consommation d'eau. Au total, ce ne sont pas moins de 422 000 pratiquants licenciés qui sont recensés par la Fédération Française de Golf (ffgolf), un nombre qui a augmenté de 40% en 12 ans⁹⁰. Volet important de l'activité touristique et sportive en France, ce secteur est en pleine expansion, mais est souvent pointé du doigt pour sa forte consommation en eau ou pour des risques de pollution, liés aux produits phytosanitaires utilisés sur les parcours. Bien conscient de ces enjeux, et anticipant le changement climatique le secteur est en quête de nouveaux modèles d'affaire afin de sécuriser leur activité, comme l'illustrent la signature en 2006 de la première charte sur l'eau, puis en 2010 de celle de l'environnement et des golfs, et qui se traduit notamment par une stratégie de réduction des besoins en eau. Ces actions ont permis une réduction moyenne de 14% de sa consommation globale d'eau sur les années 2006-2010, avec notamment une baisse de 20% de la consommation venant des réseaux publics d'eau potable⁹¹. Aujourd'hui, ce sont moins de 10% des golfs qui irriguent avec de l'eau du réseau public. Afin de faire baisser encore ce chiffre, comme ceux de l'eau souterraine et de l'eau de surface qui représentent respectivement 41% et 17% des golfs irrigués, les greenkeepers sont en quête de sources d'eau alternatives accessibles et non sujettes à des conflits d'usages⁹². La REUT pourrait en être une, si le contexte local le permet tant au niveau de la topographie, du contact avec le public et de la situation géographique de la STEP.

Plus particulièrement pour les golfs, il est possible de dresser le tableau suivant qui résume les avantages et inconvénients de la REUT :

⁹⁰ 1er rapport quinquennal de la Charte national golf et environnement : Préservation de la ressource en eau – Etude quantitative (2013)

⁹¹ Ibid

⁹² Ibid

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
• Sécuriser une activité : fiabilité d'adduction d'eau pour l'irrigation en période de stress hydrique permettant d'assurer une qualité du gazon en tout temps (face aux arrêtés préfectoraux potentiels) • Apport de matière fertilisante : diminution des besoins en intrants chimiques de 30% pour les fertilisants azotés et 15% pour les phosphates⁹³ • Environnement : impacts positifs sur l'eau (économie eau potable, réduction de la pression sur la nappe), les émissions de GES (bilan énergétique bien moindre sur l'ensemble de l'activité) et la pollution du milieu (eutrophisation, biseau salé) • Acceptabilité sociale : opportunité de devenir un précurseur, tabler sur le tourisme durable ... Il s'agit aussi d'une opportunité sans précédent de promouvoir la transition durable d'une activité qui n'est pas toujours comprise du grand public • Respect de la Charte de l'eau de la Fédération Française de Golf en termes de bonnes pratiques de gestion de la demande en eau.	• Investissement global élevé : études d'impacts et de faisabilité afin de respecter la réglementation (côté golf comme côté STEP), mise aux normes du système d'irrigation, gestion des risques • Coût opérationnel : suivi de qualité, entretien du système, formation du personnel ... • Projet fortement dépendant du contexte local : topographie, STEP locale (proximité, outillage ...), habitations environnantes ... • Changement de paradigme qui implique de nombreux ajustements et mises à niveau : - Projet complexe demandant une étude de faisabilité complète et un accompagnement - Prévoir d'autres voies de rejet des eaux recyclées lors de la période hivernale sans irrigation et/ou une capacité de stockage (mise en valeur de réservoirs naturels) - Adaptation et ajustement du golf sur sa globalité : planning d'irrigation, qualité des sols, tonte, type de gazon ...

2. FOCUS : deux cas d'étude dans la région méditerranéenne

Le golf d'Agde : un projet visionnaire et de toute nouvelle date en 2017

La ville d'Agde est depuis de plus de 10 ans soucieuse d'assurer une meilleure gestion de sa ressource en eau, notamment en limitant son recours à l'eau potable pour l'arrosage des espaces verts, et plus particulièrement de son golf municipal. Pour cela, la ville d'Agde a obtenu en juillet 2017 un arrêté préfectoral d'autorisation, ce qui constitue une première en France métropolitaine sous le régime de la nouvelle réglementation adoptée en 2014. Dans la région Languedoc-Roussillon, aucun projet de cette ampleur n'avait été mis en œuvre sur cette base réglementaire. Le cabinet d'étude indépendant René GAXIEU a donc dû « inaugurer » cette procédure d'autorisation, ce qui a nécessité, afin d'anticiper d'éventuels freins, d'apporter une attention toute particulière sur un certain nombre de points :

- Qualité de l'eau traitée : aucun compromis n'est toléré tant sur la qualité de l'eau que sur son innocuité
- Conditions de stockage optimisées, afin d'éviter une éventuelle dégradation de la qualité de l'eau
- Contraintes de vent et de distances : il est interdit d'arroser à partir d'une certaine vitesse de vent et un certain recul a été pris vis-à-vis des habitations
- Aptitude des sols à l'irrigation avec de l'eau usée traitée
- Contraintes d'exploitation
- Dimensionnement sécuritaire des installations

Comme pour la plupart des projets qui ont réussi à se concrétiser, le cas du golf d'Agde a pu émerger grâce à une vision résolument longtermiste de la part du maire et de l'équipe communale. Accompagnés par la Suez Eau France, opérateur de la STEP « Posidonia », ils ont identifié le potentiel de la REUT dès 2003, au moment où les travaux de rénovation et d'extension de la station étaient discutés. Quelques années plus tard, l'unité de séchage des boues a pu être inaugurées en 2007, après un peu plus d'un an de travaux, le tout grâce à un investissement de 5 millions d'euros, porté à 87% par l'Agence de l'eau RMC et à 13% par un montage équilibré entre la ville d'Agde et celle de Vias. La première étape propre à la REUT voit le jour finalement en 2011, avec le renouvellement de la délégation de service public qui autorise la construction d'un îlot portant sur la construction d'une filière de traitement membranaire. Cette extension allait ensuite servir à accueillir une

93 FAO, 2010, The wealth of waste: the economics of wastewater use in agriculture, Food Agricultural Organization, 129 p.

unité de traitement tertiaire de haute qualité grâce à un réacteur à membrane, qui permettrait après traitement de produire des eaux de qualité de baignade, et ainsi contribuer de manière durable à la protection du littoral et de l'Hérault. Cette unité construite et opérée par SUEZ Environnement à travers sa filiale de la Lyonnaise des Eaux a pu voir le jour en 2013 pour un investissement total de 10,6 millions d'euros. Une nouvelle fois, ce projet fut financé en grande partie par l'Agence de l'eau RMC, qui a travaillé main dans la main avec la mairie d'Agde sur ce projet de REUT.

C'est en 2015 que les études spécifiques à ce sujet sont lancées, menées par le cabinet d'étude René GAXIEU. Le dimensionnement global du projet a pris en compte les besoins de travaux de rénovation du circuit d'irrigation du golf. L'alignement des calendriers d'investissement a permis de concentrer l'effort dans le temps, et d'apporter une faisabilité au projet. Le dépôt de dossier de subvention est posé en 2016 à l'Agence de l'eau RMC, en février 2017 le projet reçoit l'avis favorable du CODERST pour finalement recevoir l'arrêté préfectoral en juillet 2017.

Il faut cependant préciser que de nombreuses études ad hoc ont été demandées par les administrations sanitaires locales. Par exemple, la caractérisation des sols a montré une trop forte présence de nickel au regard des valeurs limites autorisées par l'arrêté du 8 janvier 1998 auquel se réfère l'arrêté pour la REUT de juin 2014, alors que les concentrations de cet élément s'explique par la caractérisation physico-chimique des sols de la région, qui sont volcaniques – et non par une source externe de pollution venant de l'infiltration. Il en va de même avec les abattements Log de certaines populations : il a fallu caractériser les eaux en tant « qu'eau faiblement chargée » afin de pouvoir expliquer les faibles taux d'abattement produit par l'unité de traitement. Ces études ont impliqué des coûts supplémentaires -bien que marginaux si l'on considère l'ensemble de la facture ; le coût total du projet est donc monté à 5,5 millions d'euros, portée à hauteur de 4,4 millions par l'Agence de l'eau RMC.

Les consommations d'eau du golf spécifiques à l'irrigation atteignaient un volume de plus 260 000 m³/an, avec un pic de consommation en juillet de près de 60 000 m³/mois. Grâce aux travaux et au processus de REUT, la ville d'Agde compte réduire sa consommation en eau potable de 200 000 m³ par an et de la sorte, diminuer les prélèvements dans la nappe alluviale de l'Hérault, déficitaire en eau. Les travaux ont commencé en septembre 2017 pour une mise en service courant 2018.

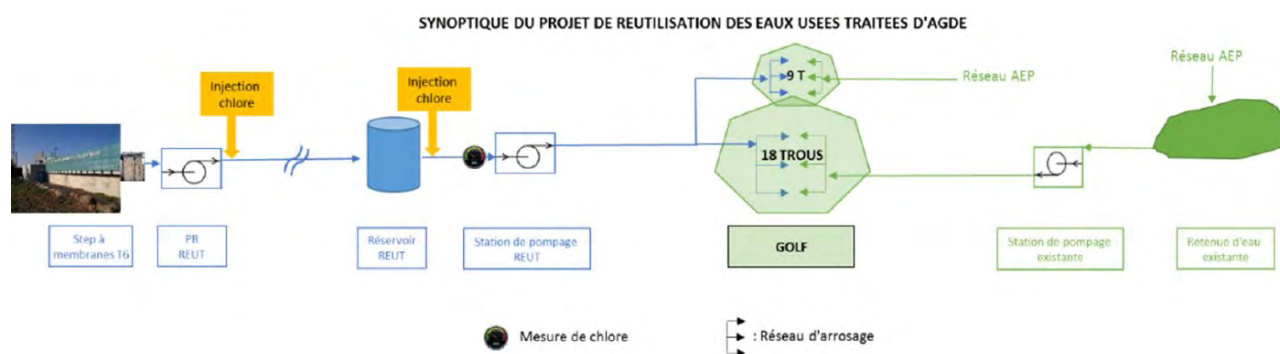


Photos : détails de la solution retenue en termes d'asperseur minimisant les travaux in situ (gauche) & construction du réservoir (droite)

SOURCE : Cabinet d'Etudes René GAXIEU SAS

Le projet se compose donc des éléments suivants :

1. traitement de désinfection à la station d'épuration afin de conserver et garantir une parfaite qualité microbiologique de l'eau, notamment grâce à un processus de chloration
2. canalisation de refoulement sur 2300 mL
3. réservoir de stockage fermé de 1650 m³, afin d'éviter les enjeux de reviviscence ou d'algues vertes, circonstances suivies de près par les ARS et DDT(M)
4. pompage pour irrigation de l'eau usée traitée à raison de 470 m³/h
5. création du nouveau réseau d'arrosage, compte tenu de l'âge avancé du réseau en place



Synoptique du projet de REUT pour le Golf D'Agde
SOURCE : Cabinet d'Etudes René GAXIEU SAS

Les bénéfices attendus du projet sont les suivants :

- **Économie d'eau potable** : le nouveau dispositif d'éviter la consommation de 200 000 m³/an d'eau potable (même si une fraction de l'eau d'irrigation reste de l'eau potable)
- **Meilleur arrosage du golf** : certaines zones sont soumises à des déficits en eau importants aux moments les plus chauds de l'année. Grâce la REUT, la stabilité de l'approvisionnement est assurée et la qualité globale de l'expérience joueur s'en retrouvera augmentée.
- **Réduction des apports en engrais** : les EUT apportées au golf sont plus riches en nutriments que de l'eau potable, ce qui permet de faire des économies substantielles d'intrants chimiques fertilisants (phosphates et azotes) estimées à 3 500 kg/an (environ 20%).
- **Tourisme durable** : in fine, le golf international d'Agde participe au développement de l'activité touristique sur le secteur agathois tout en réduisant son impact sur l'environnement. Sur l'eau et les fertilisants, une partie des besoins est couverte par les propres ressources du territoire, dans un schéma de réutilisation qui s'inscrit pleinement dans l'approche d'économie circulaire.

Ce projet a donc pu voir le jour grâce à un contexte topographique et physique qui permettait de relier la STEP de « Posidonia » au golf sans des investissements en canalisation prohibitifs. Mais c'est surtout la volonté et la vision du maire d'Agde, Gilles d'Ettore, couplée à l'expertise technique de la Lyonnaise des eaux que le golf local a pu sécuriser son activité sur le long terme grâce à la REUT. La capacité des différentes parties prenantes à travailler de concert, tant au niveau des financements que sur les diverses études de faisabilité, est aussi importante que l'effort apporté par la mairie.

Le golf de Sainte-Maxime : un projet pionnier avec plus de 10 ans d'expérience

La région PACA, et plus particulièrement la Côte d'Azur, l'une des régions touristiques les plus prisées de France, a été élue meilleure destination golfique européenne en 2010. Comme pour toutes villes touristiques, les enjeux de l'accès à l'eau et de l'épuration sont centraux pour les collectivités locales.

Bien que cette région bénéficie d'une ressource abondante venant de la SCP⁹⁴ et de BRL⁹⁵, les deux entreprises de gestion des canaux hydriques, il existe des « points chauds » sur la carte qui ne sont pas couverts par ce réseau. C'est notamment le cas de la ville de Sainte-Maxime, qui compte 12 500 habitants chiffre qui explose en été grâce aux 60 000 touristes. La région souffre également d'une multiplication des sécheresses qui impliquent des restrictions d'eau, et ce plus particulièrement pour l'arrosage des golfs.

La mise en service de la STEP de Sainte Maxime date de 2004, mais c'est en août 2006 que le traitement tertiaire a été mis en place pour les besoins d'arrosage des espaces verts, avec des objectifs de qualité d'eau mentionnés dans l'arrêté préfectoral du 26/10/2005. Ce projet de REUT répondait à une réelle nécessité d'économiser les ressources en eau, et a été subventionné en grande partie par le Conseil général et l'Agence de l'Eau RMC⁹⁶. Ainsi, un contrat spécifique a été passé entre les différentes parties prenantes pour que le golf bénéficie d'une réduction du prix de l'eau sous forme de subsides reversés par la mairie. Cela permettait de soutenir les investissements réalisés par les parties prenantes, tout offrant la légitimité à la ville de Sainte-Maxime d'afficher l'image d'une ville soucieuse de l'environnement, qui bénéficie aussi d'un certain volume d'EUT pour arroser ses espaces verts sur une bretelle de nationale.

La grande force de dispositif de REUT de Sainte-Maxime vient aussi de la détermination de l'équipe exploitante de Véolia Eau qui a su s'adapter aux différentes vagues de réglementation, afin de pérenniser une activité bénéfique pour la ville, pour le golf et pour l'environnement. Toute une série d'ajustements, d'investissements conséquents, et de recherche et développement sur les dispositifs de traitement tertiaire les plus à même de répondre aux contraintes ont permis d'obtenir des révisions des arrêtés préfectoraux nécessaires à la poursuite de l'exploitation de REUT. Le travail moteur et concerté de l'ARS du Var et de la DDTM (police de l'eau) est aussi l'un des facteurs déterminants de cette pérennité : sans un dialogue intégré et transparent, réunissant à chaque fois les différentes parties prenantes du projet, le golf n'aurait pas pu continuer d'irriguer ses greens avec des EUT.

On peut donc mettre en avant les différentes phases d'adaptation et de discussion avec les autorités qui ont jalonné la « vie » de l'unité de traitement tertiaire de la STEP de La Nartelle :

1. Construction de l'unité en 2006 qui comprend : une pompe de 200m³/h permettant d'alimenter l'unité en eaux de sortie de la STEP à traitement biologique, 4 filtres à sables, un réacteur de désinfection UV, une unité de chloration, une bache de stockage et une pompe de refoulement de 200m³/h qui envoie les EUT vers le lac du Golf et les cuves de stockages du Jas du Neuf afin d'irriguer les espaces verts municipaux.
2. Amélioration des équipements en 2007/2008 pour pallier aux différences de qualités des eaux : modification de l'architecture interne des filtres, le passage de 1 à 8 lampes UV, l'installation d'une vanne guillotine automatique permettant de gérer la production non- effective d'EUT en période de pointe horaire (volumes de stockage amont insuffisants dus au lavage des filtres à sable), automatisation du lavage des lampes à UV, mise en place d'un système de recirculation permettant de proposer une continuité dans le lavage des filtres et d'autres équipements d'ajustements (variateur de vitesse, retournement des filtres UV pour optimiser le fonctionnement général).
3. Suivi analytique renforcé en 2011 suite à la parution de l'arrêté du 2 août 2010 afin de qualifier les eaux sur tous les nouveaux paramètres. L'ensemble des analyses est conforme avec la réglementation, mis à part pour les paramètres BSIR (spores de bactéries sulfito-réductrices) et les phages ARN-spécifiques. Cela conduit la ville de Sainte-Maxime à renforcer et sécuriser sa filière en installant un nouveau réacteur UV au dernier trimestre de 2011 qui propose maintenant 32 lampes. Enfin, un by-pass est installé afin de rejeter les EUT en mer en cas de non-conformité.
4. Des essais de traitements ont été réalisés au début de l'année 2012 pour ajuster les réglages des

94 SCP : Société du Canal de Provence

95 BRL : Le canal du Bas-Rhône Languedoc 96 RMC : Rhône Méditerranée Corse

96 RMC : Rhône Méditerranée Corse

différents équipements et mieux comprendre la chimie des eaux brutes. Ce sont en tout 3 campagnes d'analyses avec un total de 16 séries de mesures, qui ont donné des résultats en adéquation avec la réglementation, sauf pour les paramètres BSIR, qui présentent un abattement logarithmique inférieur aux 4 LOG prévus par la loi. Ce résultat est interprété dans ce contexte par une eau brute en entrée trop faiblement chargée.

» *Un réunion le 25 mai 2012 organisé par les services techniques de la mairie de Sainte- Maxime en présence de l'ARS et de la DDTM ont permis de définir la non-conformité de traitement uniquement sur la base du dépassement des seuils d'abattement d'E. Coli, puisque la population de BSIR ne permet pas d'atteindre 4 log, et d'autoriser la chloration à un taux spécifique en sortie de traitement, afin d'éviter la reviviscence dans la conduite d'alimentation du golf, du fait qu'ils correspondent à des taux pratiqués pour le traitement de l'eau potable.*

5. Plus récemment, des études sont en cours de réalisation pour travailler sur l'efficacité des filtres à sable en travaillant sur la granulométrie, afin d'être en mesure de retenir les plus grosses bactéries qui résistent mieux aux traitements UV.

Le bilan triennal de fonctionnement de la STEP de proposé en septembre 2014 a donc pu montrer la difficulté de tenir certains objectifs de la réglementation applicable, malgré une mise à la conformité de la filière tertiaire. Ainsi, si les paramètres classiques ont pu être bien maîtrisés, les nouveaux paramètres bactériologiques mesurés en abattement logarithmique peuvent être inadaptés, car dépendant trop fortement des populations en entrée. Dans ce même rapport, Véolia propose donc d'étudier la faisabilité de la construction de seuils qualificatifs efficaces en alternative des abattements Log, qui pourraient être les suivants :

Objectifs	Seuil	OU	Abattement
BSIR	350 / 100 mL		4 Log
Phages ARN	20 / mL		4 Log

Suite à ces propositions et au travail réalisé en coopération avec les administrations, les cas des populations stables et faibles en entrée de filière de traitement tertiaire a bien été pris en compte dans la rédaction de la circulaire de 2016. Cependant, les seuils retenus par la circulaire sont plus sévères que ceux proposés par Véolia, comme peut le montrer le tableau suivant, tiré des annexes de la circulaire :

Concentration en micro-organismes (*) dans les eaux brutes	Concentration en micro-organismes (*) dans les eaux usées traitées			
	10 ⁴	10 ³	10 ²	≤ 10
10 ⁴	-	-	Qualité C ou D (**)	Qualité A, B, C ou D (**)
10 ³		-	-	Qualité A, B, C ou D (**)
10 ²				Qualité A, B, C ou D (**)
10				Qualité A, B, C ou D (**)

(*) Micro-organismes nécessitant un abattement : entérocoques fécaux, phages ARN F-spécifiques et spores de bactéries anaérobies sulfite-réductrices.

(**) Le niveau de qualité sanitaire des eaux usées traitées doit être déterminé en prenant également en compte les micro-organismes de concentration supérieure à 10⁴ dans les eaux brutes ainsi que les autres paramètres: Escherichia coli, matières en suspension et demande chimique en oxygène, en respectant les valeurs définies à l'annexe II de l'arrêté.

Niveaux de qualité sanitaire des eaux usées traitées (annexe II) :

INSTRUCTION INTERMINISTÉRIELLE N° DGS/EA4/DEB/DGPE/2016/135 du 26 avril 2016 relative à la réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts

Lors de nos entretiens avec différents opérateurs de STEP, il a été dit que cette révision des abattements Log était positive et permettait de pouvoir proposer une alternative relativement viable, si les eaux brutes de la STEP en question présentaient des eaux dites faiblement chargées. Cependant, il est relativement complexe pour un cabinet d'analyse de certifier une population inférieure à 10 sur le long terme, à intervalle régulier, ne serait-ce que par la reproduction potentielle des bactéries lors du transport des échantillons ou des variations de température subséquentes. La cible de 20 proposée par Véolia permettait de pouvoir anticiper ce genre de problèmes, sans augmentation de risques sanitaires.

De fait, pour en revenir sur le cas de Sainte-Maxime, au moment de proposer le dernier arrêté préfectoral, il a été convenu que le seuil serait fixé à « une dizaine » d'individus par échantillon, ce qui permettait une forme de flexibilité importante pour le maintien régulier de l'apport d'EUT pour arroser le golf. En effet, il arrivait que ponctuellement les taux montaient aux alentours de 12 (à ces concentrations, une différence de 2 individus n'a pas d'incidence significative sur la santé), un dépassement qui impliquait un arrêt de l'approvisionnement en EUT. Or, si ces dépassements se répétaient, il en résulterait un dérèglement profond de la stratégie d'arrosage du golf et donc la qualité de l'expérience utilisateur, ce qui remettrait en cause tout le modèle économique de l'approvisionnement grâce à la REUT.

L'arbitrage de l'arrêté national apparaît donc ici relativement sévère et verrouillant sur ce point : il serait important d'explorer des solutions réglementaires plus proches des réalités d'usages, tout en apportant une assurance qualitative et sanitaire, afin de protéger et le personnel du golf, et le joueur. Pour Sainte Maxime, il a fallu une « interprétation » plus flexible pour sécuriser un projet qui a pourtant fait ses preuves depuis plus de 10 ans.

Un autre défi propre à la qualité des eaux brutes (eau en entrée de STEP) est la richesse en éléments nutritifs et la présence de sels minéraux, dont les taux restent donc importants dans les EUT en sortie de STEP. En effet, la richesse des eaux brutes peut avoir de profondes conséquences sur le sol comme sur les plantes et les installations :

- Trop de sels peut finalement brûler les greens, qui jaunissent rapidement au dépit d'une expérience moins intéressante pour le golfeur.
- Trop d'éléments nutritifs implique un gazon plus dru et avec une croissance plus rapide, ce qui implique plus de coupe couplée à une usure plus importante des équipements d'entretien.
- La présence de matière dans les EUT peut amener les buses d'arrosage et les tuyaux à s'encrasser. De nombreuses recherches permettent de proposer des solutions de plus en plus accessibles, mais cet élément est à prendre en compte dans le coût total des investissements.

Il faut donc bien caractériser les eaux brutes en entrée de STEP pour définir quelle sorte de traitement tertiaire appliquer, adapter les semences ainsi que le circuit d'arrosage. Les greenkeepers devront de toute façon modifier leurs pratiques culturales ; et puisque chaque golf est unique, chaque situation devra être étudiée en profondeur. Le partage de connaissances sur ce sujet permettrait de réaliser des économies non négligeables tout en évitant certaines conséquences irréversibles sur les gazons. Une forme de pédagogie de tout le personnel des golfs peut être envisagée afin de répliquer les bonnes pratiques, formation qui pourrait être portée par un organisme œuvrant comme interface, comme la Fédération Française de Golf : l'expertise des greenkeepers doit être valorisée, si le but est d'appliquer des changements radicaux dans nos pratiques d'irrigation pour les golfs.

3. Conclusions et propositions

La REUT pour l'irrigation de golfs permettrait donc de sécuriser des emplois, des revenus et une activité touristique, tout en réduisant l'impact environnemental global de l'activité. Avec un calibrage raisonné des procédés de traitement de la STEP, le procédé permet de fortes économies en ressources aquifères et énergétiques, une réduction de l'eutrophisation du milieu, et l'apport direct de nutriments aux greens.

Notons que certaines connaissances sur l'impact de la REUT de grande ampleur sur les sols pourraient être comblées par des recherches plus fournies, ce qui permettrait d'accompagner la transformation des pratiques de cultures (semences, plans d'irrigation, gestion des sols ...). Or, la réalisation d'études sur ces sujets implique des programmes de recherches longs et complexes, puisque les impacts sont souvent à considérer sur des périodes temporelles pouvant s'étaler sur plusieurs dizaines d'années. Cependant, si l'on se penche sur des expériences à l'étranger, la REUT maîtrisée n'a pas eu de conséquences irréversibles et destructrices sur l'environnement (cas de l'Espagne ou de la Floride dont les golfs sont arrosés à la REUT depuis de nombreuses années). Pour autant, il est capital de pallier à ces lacunes de connaissances en France, afin de proposer un cadre légal ne reposant pas sur un principe de précaution verrouillant : les défis climatiques sont bien trop importants pour ne pas explorer ces solutions durables et résilientes.

Besoin : une passerelle entre la théorie et la pratique ?

Les différentes parties prenantes qui sont à l'origine d'un projet de REUT sont aujourd'hui relativement bien outillées pour pouvoir monter un dossier qui soit complet afin d'obtenir les autorisations préfectorales nécessaires. Cependant, il existe certains points à explorer plus en profondeur, pour ensuite proposer une réglementation axée vers le multi-usage, afin de faciliter l'essaimage de la REUT pour l'irrigation des espaces verts. Or, le secteur des golfs est l'un des plus consommateurs d'eau tout en présentant un fort potentiel de capitalisation. Il est donc essentiel de mener des études multisectorielles qui se baseraient sur :

- **Un état des lieux des golfs français pratiquant la REUT** en caractérisant l'année de mise en service, les procédés de traitements de la STEP et les débits associés, la topographie du milieu (en incluant le contact avec la population) et la stratégie de gestion de risque. Cela permettrait de proposer un catalogue d'échange de bonne pratique, qui pourrait inclure les observations des greenkeeper qui ont dû changer leurs pratiques afin de proposer un gazon de qualité. Il s'agit donc de renseigner les stratégies opérationnelles qui bénéficieraient à l'ensemble des golfs en France, sous forme d'un « Guide pour la REUT responsable et durable ».
- **Un panorama des golfs qui pourraient potentiellement s'alimenter grâce à la REUT** en caractérisant les avantages / inconvénients de chaque golf et en réalisant une analyse coûts / bénéfices poussée et standardisée (permettant des comparaisons). Cela permettra de chiffrer le potentiel de la REUT pour les golfs en axant l'étude sur la ressource en eau, sur les externalités (positives / négatives), sur les apports en fertilisants naturels présents dans les EUT et sur les économies totales (pour les modèles d'affaires).
- **Un suivi élargi de qualité de l'eau** au niveau bactériologique et sur certains polluants qui demanderaient des retours plus précis. Cela permettrait notamment d'explorer la faisabilité et la pertinence des méthodes de mesures actuelles, afin de proposer des seuils ou niveaux d'abattement qui soient plus adaptés à l'usage - sans toutefois perdre de leur rigueur.
- **Une étude sur l'aspersion propre aux golfs** qui n'ont pas les mêmes techniques que les exploitations agricoles : par souci d'économie de la ressource et d'irrigation raisonnée grâce à des outils technologiques (capteurs, réseau de buses indépendantes, connexion aux prévisions météorologiques ...), les golfs modernes multiplient les asperseurs en réduisant de fait leur distance de projection. En plus du souci d'économie, il existe aussi une nécessité pour les greenkeepers d'assurer un caractère homogène de l'espace vert, malgré des conditions différentes suivant les zones du golf (pente, ensoleillement, exposition au vent...). Cela renforce l'idée de considérer le terrain comme une multitude de petites surfaces à gérer spécifiquement. Une caractérisation rigoureuse de ces méthodes d'irrigation permettra d'aboutir à une réglementation reproductible pour les espaces verts et autres installations sportives en l'adaptant au contexte propre à ces usages, comme le contact du public et l'accessibilité qui restent très différents.
- **Un suivi de qualité des sols**, au niveau des enjeux de la salinité liés à l'origine des eaux brutes, de la présence d'éléments traces (métaux lourds) et de micropolluants. De plus, il serait possible d'inclure un volet sur le potentiel de filtration qu'a le gazon sur les substances polluantes et donc utiliser

l'expertise des greenkeepers pour la bonne gestion des espèces de gazon et sur la gestion des cultures comme de la gestion des risques.

- **Une quantification de la valeur ajoutée** qu'un golf aurait à communiquer sur sa pratique d'arrosage, en explorant l'impact sur les consommateurs des principes de **tourisme durable** et l'**acceptabilité sociale** (des joueurs et des citoyens locaux). Car pour le moment, nous savons simplement que « 66% des golfeurs se disent favorables à la réutilisation des eaux usées traitées et considèrent qu'il s'agit d'un critère plutôt avantageux dans le choix d'un golf », selon une étude réalisée par des étudiants⁹⁷ sous tutorat de la Lyonnaise des Eaux. Cette valeur ajoutée qu'est la durabilité est de plus perméable, et s'applique aussi à la commune qui héberge le golf : l'attractivité du territoire d'une manière large en bénéficie.

Si la réglementation a aujourd'hui beaucoup évolué, persistent encore de nombreuses zones d'ombres pour les administrations en charge des enjeux sanitaires. Il existe donc de grands efforts à faire pour alimenter les connaissances scientifiques, afin de pouvoir explorer tout le potentiel qui existe dans les eaux usées. De fait, la position actuelle des agences sanitaires est très prudente, notamment pour les secteurs d'activité avec un potentiel contact avec le public. Tant qu'il n'est pas possible de cadrer l'usage grâce à un texte de loi, la responsabilité ne peut être garantie. Les promoteurs sont donc pour le moment peu enclins pour explorer des solutions innovantes, notamment à cause des coûts amont des études de faisabilité et de caractérisation du milieu, coûts qui ne garantissent pas toujours une autorisation préfectorale permettant de mettre en place des principes de REUT pour l'irrigation.

Cependant, suite aux nombreux entretiens réalisés lors de l'étude, il est définitivement clair qu'il existe un momentum politique, et ce aux différents niveaux de la chaîne de valeur du secteur de l'assainissement : le contexte du changement climatique modifie inexorablement notre rapport aux ressources ; les responsables politiques prennent acte du besoin de politiques publiques ambitieuses ; les consommateurs changent leurs habitudes et cherchent à limiter leur impact sur l'environnement ; l'offre transforme peu à peu sa stratégie afin de trouver des modèles d'affaires plus résilients.

Or, comme nous avons pu le voir, la REUT représente un immense potentiel de durabilité pour les golfs, surtout en zone littorale avec un fort déficit d'eau local. Car si la REUT peut être à l'origine de conflits d'usage vis-à-vis de cours d'eau qui traditionnellement reçoivent des EUT afin de soutenir leur débit en période d'étiage, la plupart des STEP de littoral rejettent leurs eaux traitées en mer, sans aucune valorisation possible, rejets qui ont en outre des impacts non-négligeables sur la qualité des eaux de baignade, et donc aussi sur la biodiversité locale. Il faut donc multiplier les expériences sur le sol national afin de créer une vraie politique d'accompagnement, qui passe par une administration sanitaire motrice dans ce processus d'expérimentation. La technologie pour pratiquer la REUT existe et a été testée depuis un certain nombre d'années, principalement à l'étranger, mais aussi sur quelques sites en France. Les opérateurs travaillent à la création de nouveaux modèles d'affaires permettant de rendre plus rentables ces procédés, et les cabinets d'études proposent aux collectivités des analyses de faisabilités précises couplées à un accompagnement efficace. Ainsi, de nombreux projets voient le jour, ou sont en attente d'autorisations. Cependant, il s'agit pour la plupart de stratégies pensées depuis plusieurs années et qui sont inscrites dans le plan de développement à long terme de la commune. De plus, il faut bien souvent une personnalité convaincue et convaincante à la barre, afin de mener à bien le projet, depuis sa conception jusqu'à la mise en eau. De fait, il reste encore très compliqué, et donc relativement cher, de pouvoir réaliser de tels projets. Enfin, il manque des études scientifiques avec des résultats fiables et exploitables par tous afin de mieux cerner tout le potentiel de la REUT, en termes d'externalités positives comme en termes de dangers pour l'environnement et l'être humain.

97 Durut, P.M., Lesage, A., (2011). Réutilisation des eaux usées traitées pour l'arrosage des golfs, Polytech Nice-Sophia et Lyonnaise des Eaux Agence de Mougins (Tuteur : Hugo Bourgeois)

C. La REUT pour la recharge de nappe : un potentiel sous-exploité ?

1. Notions de recharge de nappe et de réservoir aquifères

Le « grand cycle » de l'eau est construit sur un transfert perpétuel de masses d'eaux, qui transitent d'un réservoir à un autre, entretenant l'idée que l'eau est une ressource inépuisable. Or, outre les glaciers qui perdent du terrain à vue d'œil, il y a bien un autre réservoir dont le niveau baisse constamment au fil des ans : les réserves phréatiques. Cela vient principalement du fait que sur la totalité des précipitations, il n'y en a qu'un tiers qui sont dites « efficaces », dans le sens où l'eau s'infiltre effectivement dans le sol pour aller recharger les nappes. Le reste retourne dans l'atmosphère sous forme de vapeur d'eau ou est absorbé par les organismes vivants

Selon le BRGM, le volume d'eau souterraine en France est estimé à 2000 milliards de m³, dont 100 milliards de m³/an s'écoulent vers les sources et les cours d'eau. Sur ces réserves, environ 7 milliards de m³/an sont prélevés dans les nappes d'eau souterraine, par captage des sources, puits ou forages, dont la moitié est utilisée pour l'eau potable. Suivant la disponibilité d'autres sources d'eau potable ou utilisable pour les usages locaux (notamment agricole et industriels), les volumes pompés sur les nappes peuvent varier du tout au tout : ils vont de 1 à 10% de leur débit de recharge naturel d'une manière générale, mais peuvent atteindre 50%, voire 100%. De plus, la capacité de recharge dépend de nombreux facteurs : le volume et la durée des précipitations, la saison, la pente du terrain et sa nature, la perméabilité et les fissures de la roche, la surface de la zone de recharge et la végétation. Enfin, le temps de résidence et de renouvellement dépend aussi de la géochimie et de la structure des sols. Cependant, il est important de garder à l'esprit qu'à l'échelle de temps humaine, les stocks ne sont pas tous renouvelables. À titre d'exemple, toujours selon le BRGM :

- Les roches-réservoirs liées au réseau superficiel et qui pourvoit les stocks en eau grâce à un débit régulier, se renouvellent rapidement : en quelques jours ou quelques semaines pour les aquifères karstiques, et en quelques années ou dizaines d'années pour les nappes les moins profondes situées en milieu sédimentaire.
- Les plus profondes, ayant peu de liens avec la surface, se renouvellent bien plus lentement : quelques centaines ou milliers d'années, voire plus, pour les nappes sédimentaires profondes.

C'est en automne et en hiver, lorsque la pluviométrie est plus abondante, que les aquifères reconstituent leurs réserves. De plus, l'évaporation est limitée, tout comme l'évapotranspiration des plantes. En été, c'est l'inverse : les eaux de alimentent plutôt le débit d'étiage des cours d'eau. Cependant, ce fragile équilibre est remis en question par l'action conjuguée de l'activité humaine et du réchauffement climatique. Ainsi, le GIEC prévoit une baisse de la recharge naturelle des nappes d'eau souterraines en France de 10 à 25 % – et de jusque 50 % localement – à l'horizon 2045-2065⁹⁸.

Or, le sol représente un filtre supplémentaire qui dépend de sa nature physico-chimique, des conditions d'oxygène, de température, de l'activité biologique et bactérienne en son sein, mais aussi des fluides qui le traversent (nature, viscosité, vitesse de circulation ...). Il y a donc un très grand nombre de réactions et d'interrelations entre ces différents paramètres, qui font du sol un transport dit « réactif ». Sa capacité d'abattement des nitrates et de l'activité virale ou bactérienne ont été prouvées par le BRGM. Il est donc possible d'imaginer que le stockage artificiel de l'eau dans les nappes puisse devenir une solution pour une gestion active du « grand cycle » de l'eau, et ainsi transférer une partie de l'eau d'évaporation vers le sous-sol. Cette pratique pourrait permettre de sécuriser l'approvisionnement en eau en régulant la pression quantitative et qualitative (baisse des éléments polluants par dilution et traitement de l'eau par géo-épuration) sur les masses d'eau souterraine. Et plus particulièrement, il existe un fort potentiel de mise en valeur des EUT, qui pourraient être réinjectées dans le sous-sol (au lieu d'être rejetés dans les cours d'eau ou la mer) et finir leur

98 GIEC, projet Explore 2070

processus d'assainissement grâce à la filtration naturelle, via des bassins, ou directement par des puits, quand l'évaporation ou les besoins deviennent trop importants. Cependant, la recharge de nappe artificielle ne doit pas remplacer une gestion raisonnée de l'eau à l'échelle du bassin, basée sur la réduction des prélèvements et l'adaptation de ces derniers à la disponibilité de la ressource.

2. La remontée du biseau salé, conséquence de la baisse du niveau des nappes littorales

Une gestion mal calibrée de l'eau souterraine ou la réalisation d'un forage au mauvais endroit en bordure de littoral peut provoquer une pollution de la nappe d'eau douce par remontée de l'eau salée. Or, une fois établie, cette pollution est pratiquement irréversible : par diffusion, ce sera toute la zone aquifère localisée autour du forage mal implanté, trop profond et/ou surexploité qui sera contaminée⁹⁹. De plus, si la nappe est proche du niveau du sol, la concentration trop élevée de sels dans les couches superficielles implique bien souvent une limitation des ponctions d'eau -et donc des usages- dans tout le secteur.

Sur le littoral, le niveau de référence hydraulique est le « zéro maritime », qui est identifié sur le schéma ci-contre par le repère en triangle accompagné de deux traits. Physiquement, l'eau salée est plus dense que l'eau douce. Ainsi, l'eau douce flotte sur l'eau salée en bordure de mer et le long des aubers. Visuellement, l'interface entre ces deux milieux ressemble à un biseau, où l'eau salée pénètre sous le continent par capillarité sur des distances variables.

Si un forage vient à traverser cette interface ou est trop exploité, il cause une remontée mécanique de l'eau salée dans l'eau douce, impliquant une pollution à long terme. De fait, les forages doivent absolument rester dans la lentille d'eau douce et donc ne pas descendre sous le zéro maritime, car la différence de densité provoque une remontée du biseau salé de 40 mètres, pour un rabattement de 1 mètre dans l'eau douce. Ainsi, l'existence de ce phénomène restreint singulièrement les possibilités d'extraction des ressources aquifères en milieu côtier.

Au total, il existe 5 classes de sensibilité des aquifères côtiers vis-à-vis de l'intrusion saline d'origine naturelle a été estimée à partir des informations sur la nature des formations géologiques rencontrées,

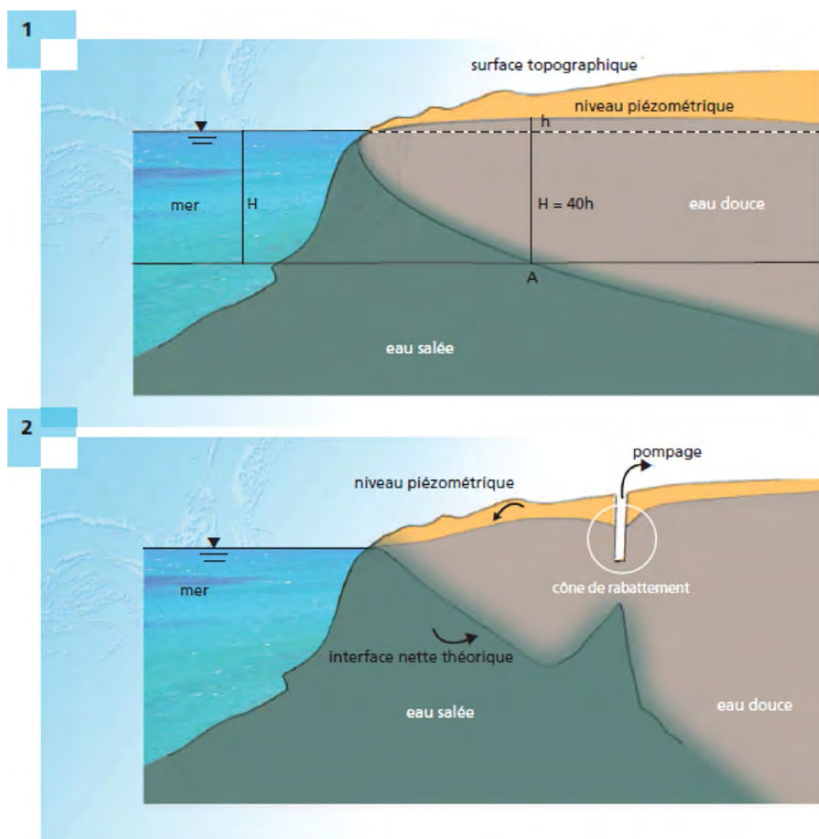


Figure 1. Coupe schématique perpendiculaire au littoral montrant l'intrusion saline selon Ghyben-Herzberg (extrait de Frissant 2005). Le biseau d'eau salée rentre à l'intérieur des terres et atteint une profondeur H sous le niveau de la mer au point A où la cote piézométrique h est telle que $H = 40h$.

Figure 2. Coupe schématique perpendiculaire au littoral montrant l'influence d'un pompage sur l'intrusion saline selon le schéma de Ghyben Herzberg (extrait de Frissant et al. 2005).

Schéma tiré de : Dörfliger N. et Augeard B. (2013) Quels outils pour caractériser l'intrusion saline et l'impact potentiel du niveau marin sur les aquifères littoraux ? Onema

⁹⁹ Site internet du SIGES Bretagne : <http://sigesbre.brgm.fr/Biseau-sale.html>

notamment leur perméabilité¹⁰⁰ :

- la sensibilité faible, regroupant les milieux de nature imperméable qui peuvent devenir des barrières très efficaces, comme les couches argileuses
- la sensibilité faible à moyenne, regroupant les milieux de nature semi-imperméable comme les milieux multicouches avec une forte présence d'argiles,
- la sensibilité moyenne, pour les entités plus perméables comme les aquifères sédimentaires ou de socle,
- la sensibilité variable – karstique, qui présente une forte hétérogénéité de distribution des vides et des fissures, qui peuvent créer des conduits sur plusieurs dizaines de mètres,
- la sensibilité forte avérée, caractérisée par la prédominance d'alluvions perméables et l'existence de nappes d'accompagnement de rivière.

3. La REUT comme solution innovante pour soutenir le niveau des nappes phréatiques et combattre la remontée du biseau salé

La Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE définit le bon état quantitatif des eaux souterraines :

« Le bon état est celui où le niveau de l'eau souterraine dans la masse d'eau est tel que le taux annuel moyen de captage à long terme ne dépasse pas la ressource disponible de la masse d'eau souterraine ».

Or, d'après le BRGM, la dégradation de la qualité des eaux des aquifères libres, comme les rivières ou les lacs, provoque une forte sollicitation des nappes captives, notamment pour l'alimentation en eau potable. Comme toute ressource, il est essentiel d'en assurer la préservation à long terme, alors qu'elle est parfois ponctionnée pour des usages ne nécessitant pas la qualité « eau potable ». Pour cela, il existe plusieurs mécanismes qui permettent de rétablir le bon état quantitatif, via notamment la mise en place d'une gestion volumétrique concertée des prélèvements et des consommations, comme cela est défini dans les SDAGE. De plus, le classement en Zone de répartition des eaux (ZRE) constitue un outil efficace qui vise à mieux contrôler les prélèvements d'eau. Sa fonction est de restaurer l'équilibre entre ressource et prélèvements en renforçant le régime de déclaration et d'autorisation des prélèvements pour les divers usages. Mais il faut pouvoir aller plus loin que cela, et explorer les solutions non-conventionnelles comme la REUT, afin de pouvoir proposer des leviers résilients.

Aujourd'hui, les EUT sont mises en valeur au sein de dispositifs de recharge artificielle dans de nombreux pays. Dans un contexte de stress hydrique continu, le besoin apparaît comme évident et la recharge artificielle des nappes d'eau souterraine par infiltration d'EUT peut permettre de¹⁰¹ :

- recycler l'eau grâce au milieu naturel en profitant de la capacité géo-épuratoire des sols,
- soutenir les nappes surexploitées en mettant à profit les pics de production d'EUT, afin de protéger quantitativement et qualitativement les nappes tout en réduisant les conflits d'usage. Ceci est particulièrement vrai sur les territoires côtiers et insulaires, qui présentent lors des saisons estivales des marges de manœuvre beaucoup plus limitées en termes d'usage différencié de l'eau potable souterraine.
- lutter contre l'invasion saline des nappes littorales, grâce à la dilution et à la recharge des couches supérieures des nappes,
- stocker l'eau, sans perte par évaporation comme dans un réservoir à l'air libre, pour la rendre disponible pendant les périodes de fortes demandes.

100 Dörfliger N. et Augeard B. (2013) Quels outils pour caractériser l'intrusion saline et l'impact potentiel du niveau marin sur les aquifères littoraux ? Onema

101 Casanova J., Cagnimel M., Devau N., Pettenati M., Stollsteiner P. (2013) Recharge artificielle des eaux souterraines : état de l'art et perspectives. Consortium Onema et BRGM.

Les EUT constituent une ressource alternative disponible tout au long de l'année, et plus particulièrement lorsque les centres urbains ont leur pic de fréquentation, par exemple lors des hautes saisons touristiques. D'une manière générale, ces pics correspondent aux périodes d'étiage où les ressources conventionnelles sont soumises à de fortes pressions, particulièrement en territoires côtiers et insulaires. Les EUT peuvent donc être mises à profit pour augmenter de manière significative le volume de la nappe tout en améliorant la qualité de l'aquifère. Cette disponibilité est l'un des facteurs centraux pour qu'un projet de recharge artificielle de nappe voit le jour, puisque ces derniers nécessitent une source capable de fournir les volumes d'eau durant toute leur durée de vie, qui est estimée généralement à 20 ans. Il faut ensuite étudier les conditions hydrologiques et hydrogéologiques du sol, dont la caractérisation précise est indispensable à sa réussite. En ce sens, il existe encore des lacunes sur la description complète de la capacité géo-épuratoire, sur les dangers liés aux pollutions potentielles et sur toutes les externalités de long terme, qu'elles soient positives ou négatives.

Risques sanitaires et environnementaux : l'impact des polluants émergents

Divers phénomènes naturels et artificiels mènent à l'amélioration ou la détérioration des aquifères. Il convient de bien connaître la capacité réactive et géo-épuratrice de la zone de recharge, pour bénéficier au maximum du traitement naturel de l'eau lors de sa percolation dans le sol. Un exploitant doit s'assurer que la zone non saturée, entre la surface et l'aquifère, ne possède pas de nappes de pollution et qu'elle puisse en revanche déclencher des réactions géochimiques d'épuration de certains polluants résiduels, dont la nature dépendra de la qualité des eaux introduites. La connaissance des réactions géochimiques et des mécanismes de transfert de masse (et parfois de chaleur) permet donc une meilleure anticipation des difficultés d'injection ainsi que l'amélioration de la qualité de l'eau rechargée. Une fois que la caractérisation de milieu réactif a été établie, il est ensuite possible d'ajuster au mieux la qualité des EUT, afin de ne pas dépenser inutilement des ressources pour créer une eau trop propre, et inversement, injecter des eaux trop polluées qui pourraient souiller les eaux souterraines.

Aujourd'hui, le véritable défi scientifique réside dans l'étude des polluants émergents, qui sont bien souvent déjà présents dans les eaux souterraines. Bien que ces polluants présentent des concentrations infimes, on ne connaît pas forcément leurs impacts à long terme. De plus, l'ajout d'autres polluants présents dans les EUT peut entraîner des réactions imprévues, au risque de devenir une source de pollution mal maîtrisée. Ainsi, il faut déterminer le temps de transit des eaux stockées en l'adaptant à l'usage final, tout en caractérisant précisément la source de départ, du stockage, et des procédés de traitements pré-injection et post-injection. De fait, les eaux amont peuvent contenir des contaminants tels que des métaux traces, des nutriments ainsi que des micro-organismes, qui peuvent être des pathogènes ou des molécules dites « émergentes »¹⁰², ensemble de particules détectées que récemment et peu connues pour le moment. La recharge de nappes par EUT est donc susceptible de présenter des risques sanitaires. Or, la complexité des modalités de transferts réactifs en zone non saturée met en évidence deux des principaux points de blocage à prendre en considération :

1. Le premier verrou est d'ordre scientifique. Il existe en effet un besoin d'outils de simulations numériques capables d'intégrer l'ensemble des processus hydro-biogéochimiques impliqués dans le transfert réactif.
2. Le deuxième verrou est plus opérationnel, puisque la spécificité de chaque contexte local implique des caractérisations « eau-roche » pour chaque site de recharge, travail coûteux et à mettre en valeur dans les analyses-coûts bénéfiques transversales, puisque la connaissance des sols est centrale pour la mise en place de traitements tertiaires naturels.

Il faut donc soutenir la recherche qui va dans ce sens et multiplier les projets pilotes de petites échelles, afin de véritablement comprendre les tenants et aboutissants de la recharge artificielle de nappe avec des EUT. De nombreux programmes ont déjà été mis en place, articulés généralement sous forme de consortium

de pays proactifs, qui partagent leurs données afin de comparer les résultats et ainsi pouvoir proposer des outils efficaces pour accompagner les futurs projets.

Alimenter la connaissance pour assurer un usage

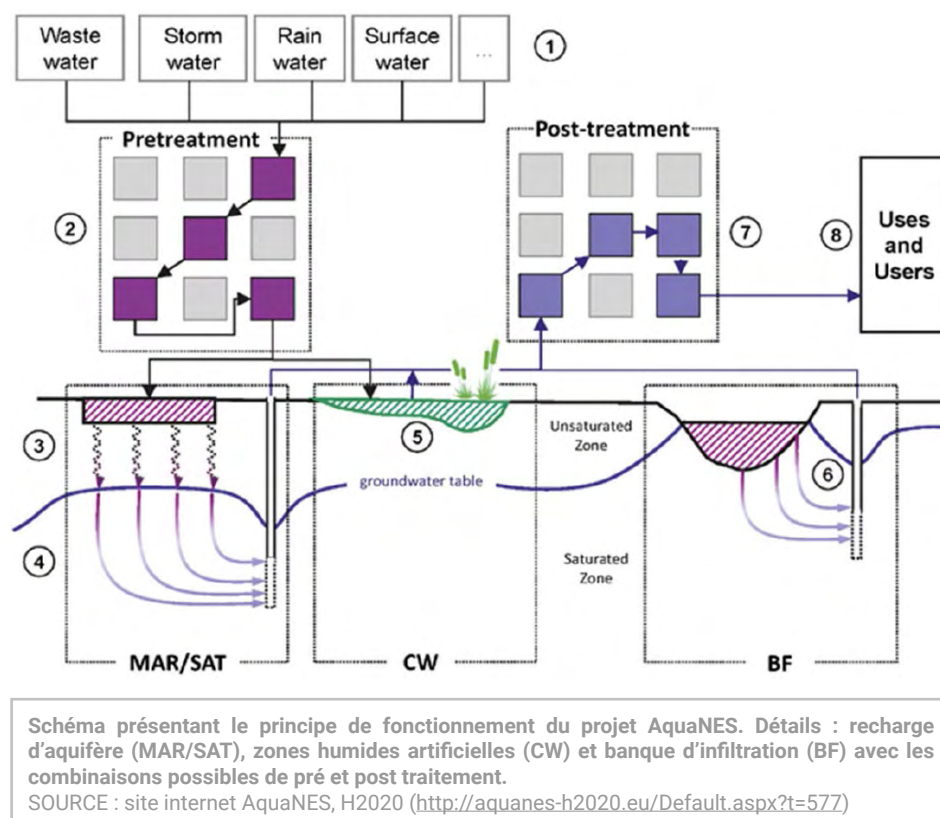
Pour déployer cette technologie, il est capital d'intégrer les enjeux environnementaux dans leur intégralité, d'étudier les écosystèmes du sous-sol afin d'extraire un maximum d'enseignements des conditions naturelles d'épuration et de décrire les réactions géochimiques favorables à l'abattement des contaminants.

Le projet Recharge, dérivé du projet Regal : Recharge artificielle et gestion active des nappes littorales, conduit entre 2007 et 2011 sur la nappe alluviale du bas-Gapeau (Hyères) par le BRGM, avait pour objectif d'étudier les processus d'atténuation et de géoépuration des sols et du sous-sol lors de l'infiltration des eaux usées traitées. Ainsi, l'une des premières étapes du travail du BRGM fut de dresser les cartes de vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines et de constituer des banques de données géologiques, hydrologiques, hydrogéologiques, climatiques et environnementales d'une région pilote. Le but premier est de réaliser un premier diagnostic sur les possibilités de recharge artificielle. Le deuxième objectif était de développer une méthodologie intégrée, adaptable aux différents contextes hydrogéologiques et climatiques.

Puis le modèle Marthe-Reac a permis d'optimiser la charge de l'eau recyclée destinée à la recharge artificielle en fonction du pouvoir de géoépuration de la zone non-saturée, et de simuler différentes mesures de protection contre la progression du biseau salé (recharge artificielle, pompage d'eau salée...) en comparant leur efficacité. Il est aujourd'hui utilisable dans n'importe quel contexte et exploitation industrielle.

L'Europe est aussi l'un des moteurs au soutien de la recherche sur la recharge de nappe avec des eaux de REUT, notamment à travers un programme construit en 2015 dont le BRGM est partie prenante. Baptisé Frame, ce programme vise à augmenter les ressources en eau potable à l'horizon 2020. Enfin, plus récemment, le projet AquaNEs commencé en juin 2016 et qui sera clôturé en mai 2019 réunit 13 sites de démonstration en Europe, en Inde et en Israël pour couvrir une large gamme de conditions géologiques, climatiques et climatiques régionales dans le but de proposer des analyses représentatives et transversales. Ce programme a l'ambition de catalyser le développement d'innovations dans les processus de traitement de l'eau et de gestion active de l'eau, par le biais de combinaisons améliorées de composants naturels et d'ingénierie. Parmi les solutions démontrées, citons les procédés de traitement naturels tels que la filtration sur berge, la recharge des aquifères gérés et les zones humides artificielles couplées à l'exploration des options de pré-traitement et de post-traitement que représentent ces espaces naturels, souvent fortement anthropisés.

Cependant, malgré ces avancées notables dans le monde de la recherche, il reste encore beaucoup de chemin à parcourir pour que cette pratique devienne une solution véritablement prise en compte lors de la mise en place des plans de ressources nationaux et des plans locaux de gestion de l'eau. Il ne s'agit encore aujourd'hui que d'une pratique à la marge, qu'il convient de bien dimensionner en fonction des conflits d'usages potentiels. Pour cela, les politiques publiques doivent favoriser la multiplication de pilotes, et des modèles d'affaires doivent être développés de concert. En effet, une certaine masse et nécessaire pour assurer les retours sur investissement intéressants et à moyen / long terme, notamment pour le secteur public qui est le principal financier de ce genre de projets. Certains pays ont pris une avance non-négligeable du fait du stress hydrique important qu'ils subissent comme Israël : celui-ci est précurseur sur le sujet même si subsistent encore de multiples questions et interrogation quant au modèle de REUT israélien. En France, la multiplication d'importants conflits d'usages en haute période touristiques dans les stations balnéaires couplées à la menace des remontées de biseau salé sont autant de raisons pour revoir la politique de l'eau sur ce sujet, comme nous allons le voir.



4. La réglementation en France et en Europe

Comme pour tous les procédés de REUT, il convient d'encadrer la pratique de la recharge de nappe artificielle avec des EUT, grâce à une réglementation calibrée au plus proche de la réalité de terrain, qui permette de prévenir les risques sanitaires liés à cette pratique et les risques de pollutions pour l'environnement. Cependant, ces règles doivent permettre la mise en place de pilotes innovants, très surveillés et dans des secteurs qui permettront de créer une véritable plus-value si les études sont concluantes.

Pour le moment, un dispositif de recharge artificielle grâce à des eaux conventionnelles est soumis à une obligation d'autorisation préalable au titre de l'article R. 214-1 du code de l'environnement. Le projet doit faire l'objet d'une étude d'impact amont (annexe de l'article R. 122-2) et doit respecter la législation française et européenne sur l'eau, en particulier l'arrêté du 17 juillet 2009 qui concerne la prévention et la limitation des introductions de polluants dans les eaux souterraines. En revanche, la REUT pour la recharge de nappe est pour le moment formellement interdit, suivant l'article R.211-23 du code de l'environnement.

Cependant, face aux avancées dans le secteur et aux besoins grandissants, l'Anses a rassemblé en 2013 un groupe d'experts afin de travailler sur l'évaluation qualitative des risques sanitaires liés à la recharge artificielle de nappes d'eau souterraine, puis s'est autosaisie en 2016, pour formuler des recommandations pour maîtriser ces risques. Cette réflexion a été alimentée par des expériences de recharge artificielle réalisées en France et à l'étranger, et permet d'explorer le potentiel de cette pratique dans le cadre du Plan national d'adaptation au changement climatique. Ainsi, l'Anses considère que cette pratique pourrait être déployée pour lutter contre la diminution des ressources en eaux souterraines, sous certaines conditions qui sont les suivantes¹⁰³ :

- la recharge artificielle de nappe ne doit pas dégrader la qualité de l'eau de la nappe d'eau souterraine

¹⁰³ Avis de l'Anses Saisine n°2012-SA-0255 datant du 6 avril 2016 et relatif au « risques sanitaires liés à la recharge artificielle de nappes d'eau souterraine »

ni imposer, après prélèvement, de traitements des eaux supplémentaires pour un même usage par rapport à une ressource non rechargée ;

- toutes les eaux souterraines rechargées doivent être compatibles avec leur utilisation, actuelle ou future, pour la production d'eaux destinées à la consommation humaine, afin de ne pas hypothéquer ces ressources pour l'avenir ;
- la qualité de l'eau de recharge doit être meilleure ou au moins équivalente à la qualité de l'eau de la nappe ;
- le système doit pouvoir être utilisé de façon durable, nécessitant notamment une bonne gestion du site de recharge, une surveillance des contaminants potentiellement présents, etc. Outre la recharge de nappe réalisée grâce à des sources conventionnelles, l'Anses reconnaît l'opportunité que représentent les EUT pour la recharge artificielle de nappe, en termes de durabilité et de disponibilité. Ce changement de regard montre bien une évolution dans la perception de cette pratique, au vu des défis que représentent le changement climatique et la pression démographique croissante.

Ces observations permettent effectivement de pouvoir donner une ligne conductrice très précise lorsque l'on considère l'ensemble du rapport, et va relativement loin dans la protection des eaux souterraines afin d'éviter tout problème de contamination, humaine ou environnementale. Cependant, le troisième point (qualité de l'eau de recharge) bloque la possibilité de pouvoir profiter de la capacité géo-épuratoire du sol, qui pourrait servir de complément de traitement, ne nécessitant aucun apport d'énergie ni d'intrants chimiques.

Une nouvelle fois, afin de se prémunir de tout danger, ces recommandations empêchent l'exploration de solutions ambitieuses de mise en valeur d'EUT. Le « risque zéro » n'existe jamais, et il est absolument essentiel de contrôler drastiquement ce genre de pratiques, mais verrouiller le potentiel durable et résilient que pourrait représenter la recharge de nappe artificielle peut aller à l'encontre d'un objectif de moindre impact sur l'environnement. En effet, les usages futurs risquent de provoquer des pressions de plus en plus fortes sur les aquifères souterrains, qui en voyant leur niveau général baisser, présenteront le temps passant des concentrations d'agents polluants de plus en plus élevées.

5. Conclusions et propositions

Les plans de gestion de la politique de l'eau basés sur des considérations transversales et à l'échelle du bassin doivent s'appuyer sur l'ensemble des solutions possibles. Or, face aux pressions grandissantes qui existent sur les aquifères souterrains, à cause de la démographie galopante et du changement climatique, les ressources durables et disponibles tout au long de l'année doivent devenir des matrices centrales dans les planifications territoriales, comme c'est le cas des EUT. Les avantages de la recharge de nappe grâce à la REUT sont nombreux : utilisation de la capacité géo-épuratoire des sols, soutien de nappes surexploitées, lutte contre l'invasion saline, stockage d'eau pour les périodes de fortes demandes.

Cette pratique n'est cependant pas sans danger, et doit être réalisée de manière contrôlée et respectueuse du milieu. La réglementation doit donc pouvoir encadrer cet usage en proposant des règles claires et adaptées à la diversité des contextes. Il s'agit d'adapter et d'optimiser les procédés aux plus proches des besoins du territoire, dans la philosophie de l'économie circulaire : chaque zone doit être précisément caractérisée (géo-chimie des sols, imperméabilité, qualité des eaux souterraines). Cela permettra de calibrer la qualité des EUT à injecter, afin de mettre au maximum à profit les capacités géo-épuratoire du sol, sans pour autant provoquer de pollution. Un suivi en continu doit être implémenté, afin de contrôler en temps réel la qualité des aquifères souterrains. Ce contrôle permettra si besoin de refluer les EUT ailleurs, afin d'éviter toute forme de pollution du milieu souterrain.

Bien que cette pratique ne soit pas encore très rependue en France à la vue des blocages que représente la réglementation en vigueur, de plus en plus de collectivités territoriales se penchent sur les opportunités que représente la recharge de nappe grâce à la REUT. On peut notamment citer la métropole de Toulon, qui a ouvert une vaste réflexion sur le sujet afin de protéger la nappe phréatique du Var, qui est soumise à des

pressions particulièrement fortes en saison estivale. On imagine que le calendrier politique orienté vers le développement durable, que le déploiement de l'économie circulaire au niveau national et européen, que la transformation progressive de la vision des administrations sur le sujet, coïncident aujourd'hui pour avancer vers des projets plus ambitieux que ceux que nous connaissions jusqu'alors. Il faut donc continuer le travail de pédagogie auprès des élus locaux et des agences compétentes vis-à-vis de la politique de l'eau, afin que ces pratiques puissent être étudiées plus généralement dans les SDAGE et DAGE.

Enfin, les autorités politiques françaises doivent s'emparer du sujet de la recharge de nappe afin de pouvoir proposer un avis moteur et réfléchi au niveau national et européen. En effet comme nous avons pu le préciser plus haut, une réflexion est menée depuis le début de l'année 2017 afin de proposer des normes européennes pour cadrer la REUT pour la recharge de nappe (entre autres). Cette position se base sur un travail de consultation des parties prenantes actives sur le sujet, afin de pouvoir mettre en valeur les savoirs faire français, mettant à profit les investissements réalisés par la recherche publique et privée, et attester du potentiel qu'il existe pour l'économie circulaire. De plus, une réglementation européenne ambitieuse permettrait de rassurer les porteurs de projets, qui travaillent pour le moment sur des projets très théoriques de recherche et développement. Cette thématique représente une opportunité pour les décideurs français de récupérer une place centrale dans la politique de l'eau au niveau européen : la France peut se targuer d'une concentration d'expert dans le monde de l'eau et compte parmi les plus grandes entreprises d'assainissement au monde et possède un savoir-faire centenaire dans la gestion de l'eau. Cependant, ce sujet ne représente pour le moment peu d'intérêt pour les responsables politiques nationaux, mis à part pour ceux dans l'urgence. Ce manque de considération est cependant en mutation, afin de faire face aux défis que représentent le changement climatique et l'explosion de la démographie.

D. Explorer la décentralisation : une stratégie portée par l'économie circulaire

1. La REUT décentralisée, opportunité pour la politique de l'eau de demain en milieu rural

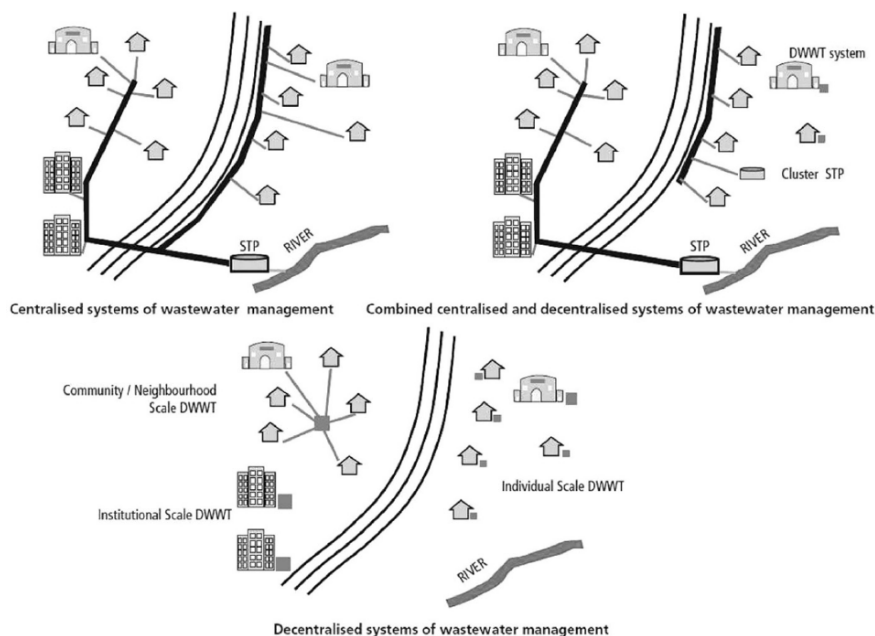
Bien que la quantité d'EUT pouvant être réutilisées directement ait considérablement augmenté ces dernières années en France, il y a eu une pression minime pour modifier radicalement les systèmes ou les pratiques de l'assainissement. La mise à niveau de la technologie signifie généralement l'ajout de systèmes de contrôle et de traitement avancés, pour améliorer l'efficacité et le fonctionnement des systèmes de gestion centralisés, au détriment bien souvent de la réalité de l'usage final et de l'environnement. Or, les acteurs de l'eau dans les zones rurales, les opérateurs, les décideurs comme les consommateurs sont vivement intéressés par les nouvelles technologies décentralisées et donc disruptives, qui proposent des solutions de traitement in situ pouvant être structurées en grappe ou en individuel. Ceci s'explique principalement par le coût très élevé du traitement centralisé des eaux usées, qui impliquent des canalisations onéreuses à installer et à entretenir. Clairement, la perspective rurale est très différente des défis urbains, puisque la dispersion et la faible concentration au m² des habitants ne permettent pas les économies d'échelle dans les plans d'assainissement.

Le traitement décentralisé des eaux usées peut être défini comme la collecte, le traitement intégré et/ou l'élimination, pour finalement réutiliser les eaux usées dans des logements individuels, des grappes de logements, des communautés isolées, des industries, des exploitations agricoles, etc. Un système décentralisé bien géré peut permettre à une zone isolée des grands centres urbains de se développer sans ajouter une capacité de traitement centrale coûteuse.

La plus petite taille des unités de traitement décentralisée, leur conception compacte et leur fonctionnement relativement simple permettent de fortes économies en investissements bruts pour la construction de la STEP et des tuyauteries. Les estimations suggèrent qu'une infrastructure de traitement de l'eau décentralisée

nécessite 50% à 70% d'espace en moins, avec des réductions correspondantes de 40% à 50%¹⁰⁴. Pour les petites collectivités et les collectivités rurales, ces réductions représentent une véritable opportunité de préserver la qualité de l'eau tout en stimulant le développement économique, qui passe aussi par à une sécurisation de l'activité locale. Essentiellement, le développement de nouvelles technologies flexibles - comme le SBR ou le MBR que nous allons décrire plus loin - permet d'envisager la gestion intégrée de petits systèmes décentralisés, en respectant les normes de qualité d'irrigation de la grande majorité des pays européens. Il ne s'agit pas d'une alternative à l'égout centralisé, mais plutôt d'une technologie complémentaire qui contribue à préserver l'efficacité des infrastructures existantes. De plus, les solutions décentralisées ayant fait leur preuve sur une zone (habitation ou agricole) représentent un immense potentiel de réplication pour les zones avoisinantes, qui sont bien souvent soumis aux mêmes défis et présente des caractéristiques très semblables.

Cependant, les responsabilités doivent être très bien définies, comme le suivi et le contrôle de la qualité et les moyens mis en œuvre pour remédier à des pannes ou des chutes de qualité. Pour cela, la réglementation doit en amont pouvoir couvrir l'ensemble des situations qui dépendent encore une fois du contexte local, et doit être scrupuleusement respectée. Par ailleurs, l'assemblage de technologies centralisées, semi-collectives et/ou décentralisées doit être construit au plus proche des besoins du territoire, selon la taille et l'étalement de la ville, du village, de l'exploitation agricole ou industrielle. Ces technologies doivent être rentables, en termes d'investissements et de maintenance, ce qui passe par une efficacité des procédés de traitement et de distribution, une facilité d'exploitation et d'entretien. La gestion du risque doit être parfaitement maîtrisée et automatisée, afin de ne pas dépendre de techniciens qui de par la nature des projets isolés, sont souvent loin des sites d'exploitation. Pour pallier à ce défi, une approche centralisée dans la gestion même de l'ensemble des STEP décentralisées doit être étudiée, afin d'assurer une capacité de réaction suffisante et pour mettre en valeur les boues produites. En effet, afin de pouvoir gérer la somme des volumes de boues, il faut pouvoir mettre en place des services centralisés, en optimisant un ratio volume / distance entre les STEP. Il en va de même avec la capacité de réactions en cas d'incident ou d'anomalie ponctuelle demandant une intervention technique.



Description d'un système de gestion et de traitement des eaux usées centralisé, décentralisé et mixte.

SOURCE : de Bercegol, R. & Gowda, S. (2018). Chapitre 5. Les rejets urbains (déchets et eaux usées) de Delhi. Dans Villes sobres: Nouveaux modèles de gestion des ressources (pp. 135-156). Paris: Presses de Sciences Po (P.F.N.S.P.).

104 User manual for decentralised functional water production for irrigation purposes, Safe and High Quality Food Production using Low Quality Waters and Improved Irrigation Systems and Management (SAFIR)

Il s'agit donc d'une véritable opportunité pour le développement de l'économie circulaire dans le secteur du traitement de l'eau. Les systèmes de gestion décentralisés, robustes, relativement autonomes, faciles à utiliser et répliquables sont les outils privilégiés par les parties prenantes qui innovent dans divers secteurs liés à l'économie circulaire : la multiplication des « smart-grid » dans le monde de l'énergie, le développement des technologies IOT (internet of things) et des réseaux intelligents sont autant d'avancées qui témoignent de l'expansion de la décentralisation. Or, le vieillissement global des infrastructures, qui se traduit en France par un réseau de distribution à refondre dans sa quasi-intégralité dans les années à venir, impose une profonde réflexion sur nos systèmes de gestion (cf partie 3). On peut imaginer une continuité dans le fonctionnement centralisé dans le cas des métropoles, encore que certains pays en développement imaginent des solutions en grilles pour leurs grandes villes, afin d'éviter les problèmes de paralysie générale au cas où les STEP fonctionnent mal, que des inondations saturent leurs réseaux, ou que les besoins changent localement. Ainsi, en proposant des solutions complémentaires là où les moyens ne sont pas suffisants pour la mise en place d'infrastructures coûteuses, pour les collectivités et pour l'environnement, il est possible d'ancrer une gestion intégrée de l'assainissement qui réponde à la diversité d'usages.

2. Les systèmes décentralisés pour l'irrigation : focus sur le projet européen SAFIR

Les usines de traitement des eaux usées à grande échelle ne peuvent pour le moment pas offrir de solutions globales et économiquement viables pour mettre en valeur les EUT dans des zones éloignées de la STEP. Ainsi, au lieu d'être recyclé et renvoyé dans les aquifères en amont, une grande partie est rejetée dans les rivières ou dans les lacs. En traitant l'eau sur place, aux plus proches de zones d'usage (voisinage, coopérative agricole, zone industrielle ...), les exploitations alentour nécessitant une irrigation peuvent bénéficier d'une ressource disponible et adaptée à leurs besoins. Les surplus ou les eaux de trop mauvaise qualité peuvent de plus être détournés non loin de leur point de prélèvement, évitant ainsi tout appauvrissement excessif du débit des rivières et préservant leur capacité de dilution (réduction des effets de concentration en multipliant les points de rejets), et donc leur qualité d'eau. Cependant, le traitement à l'échelle du champ consiste principalement en un affinage de la qualité des eaux brutes, et ne peut être considéré comme un véritable traitement de l'eau. Il ne doit donc pas remplacer le traitement des eaux usées, décentralisé ou centralisé. Le potentiel d'économie d'énergie, de procédés de traitement et de dépenses en infrastructure s'inclut naturellement dans le cadre de l'économie circulaire, puisque la dynamique du circuit court et de la mise en valeur in situ est l'un des principaux avantages de cette pratique. Malgré ces points positifs, des études d'ACB, de faisabilité et de fiabilité techniques doivent certifier que ces solutions représentent un véritable avantage comparatif.

Le projet de l'UE SAFIR (Safe and High Quality Food Production using Low Quality Waters and Improved Irrigation Systems and Management) vise à aider les agriculteurs à résoudre les problèmes liés à l'irrigation dans un contexte de raréfaction des ressources en eau douce conventionnelles. Dans ce programme, de nouveaux dispositifs de traitements de l'eau décentralisés ont été développés pour permettre une réutilisation sûre (directe ou indirecte) des eaux usées produites par de petites communautés ou industries, ou grâce au traitement et à la mise en valeur d'eaux de surface polluées. Les technologies de traitement de l'eau ont été couplées à des stratégies et des technologies d'irrigation pour obtenir une gestion flexible, facile à utiliser et intégrée. Le défi consiste à certifier une qualité d'eau d'irrigation afin de ne pas nuire à la sécurité alimentaire, ni au rendement et à la qualité des fruits et des dérivés, tout en réalisant un traitement au plus proche des besoins et des normes afin d'éviter la « sur-stérilisation ».

Les traitements FTS (Field Treatment System) et MBR (Membrane Bio Reactor, Grundfos BioBooster A / S) développés et testés dans ce projet ont abouti à des qualités d'eau adaptées à la micro-irrigation. Aucun dégât ni colmatage n'a été trouvé sur les asperseurs après trois années d'utilisation intense, malgré le risque que représentent les EUT plus chargées. Ainsi, l'eau produite par les FTS ou MBR peut être utilisée pour l'irrigation et la fertilisation pour l'agriculture, sans dommages, même avec les technologies d'irrigation les plus avancées et les plus fragiles. La qualité de l'eau produite par le traitement SAFIR FTS et MBR répondait aux normes de qualité de l'eau d'irrigation exigées par les directives internationales les plus fiables - seule la réglementation la plus restrictive, la loi italienne D.Lgs. 152/06 n'a pas été atteinte. Ainsi, les technologies

développées et testées dans SAFIR se sont révélées être une réponse efficace pour l'abattement des polluants pouvant menacer la qualité et la sécurité des aliments. Les technologies MBR et FTS ont permis une réutilisation directe et indirecte de l'eau en toute sécurité. La bonne application de ces technologies pourrait donc être considérée comme un « label de qualité », garantissant la sécurité alimentaire et répondant ainsi aux normes de qualité requises dans le monde entier par les organisations de détaillants.

Reste à étudier les modèles d'affaires associés, qui dépendent fortement de la demande locale et de la volonté des exploitants de s'équiper de pareils outils. Alors que le FTS est plutôt considéré comme une installation rustique, le MBR demande une formation plus poussée, plus d'entretien et implique un remplacement des membranes qui peut devenir coûteux environnementalement parlant sur le long terme. Cependant, les rendements et qualités des eaux sont plus importants avec cette dernière et peuvent permettre des usages allant jusqu'au nettoyage (voiries, équipement ...) et à l'irrigation d'espaces verts. L'ensemble des externalités doit donc être bien caractérisé afin de choisir la solution la plus adaptée aux besoins locaux. Ces solutions doivent donc être abordées comme des innovations disruptives complémentaires à intégrer dans la politique de l'eau générale.

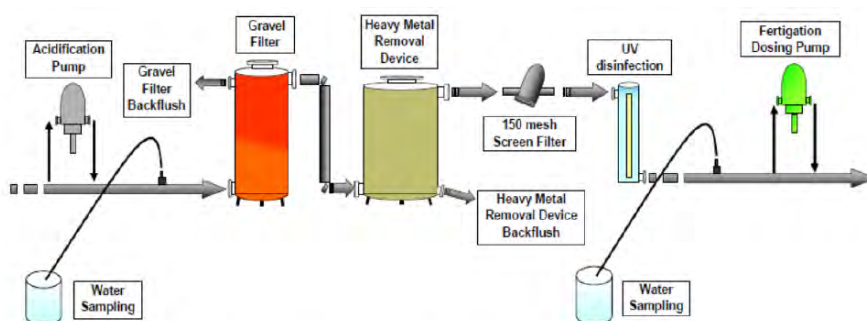


Figure 5: Field Treatment System components schema.

Schéma de fonctionnement de l'outil FTS développé par l'UE et testé par SAFIR

Source : User manual for decentralised functional water production for irrigation purposes, Safe and High Quality Food Production using Low Quality Waters and Improved Irrigation Systems and Management (SAFIR)

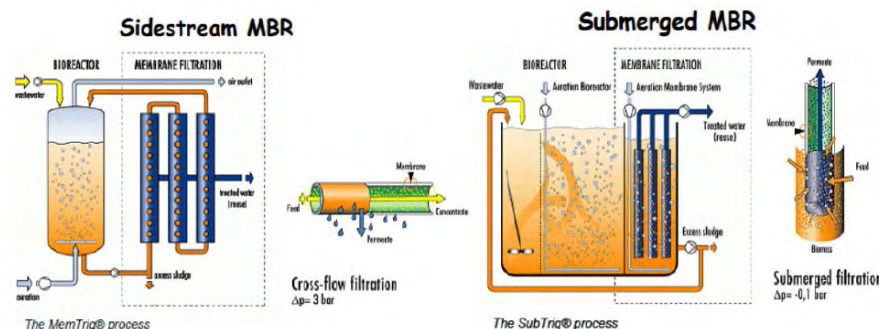


Figure 21: Membrane bioreactors (MBR) standard configurations

Schéma de fonctionnement de l'outil MBR développé par l'UE et testé par SAFIR

Source : User manual for decentralised functional water production for irrigation purposes, Safe and High Quality Food Production using Low Quality Waters and Improved Irrigation Systems and Management (SAFIR)

3. Focus sur une entreprise française innovante dans le secteur de l'habitat collectif et de la mise en valeur des eaux grises : FIRMUS France

La REUT pour l'habitat collectif

La réutilisation des eaux grises pour des usages domestiques s'est développée principalement dans des régions du monde faisant face à des stress hydriques importants et répétitifs, comme l'Australie, la Californie ... Les grands centres hôteliers, écoquartiers ou même des centres éducatifs présentant de nombreux logements ont mis en place des solutions ambitieuses, basées sur une gestion décentralisée des eaux grises, avec bien souvent une mise en valeur de la chaleur présente dans ces eaux.

À cet effet, des dispositions précises permettant de cadrer la pratique ont été constituées : des

règlementations, des normes, des lignes directrices et/ou de recommandations suivant les pays. Mais d'une manière générale, l'adaptation au contexte climatique et aux pratiques locales imprime une forme de flexibilité aux critères de qualité requis en fonction des usages. Au niveau des usages domestiques, on peut mettre en lumière deux grands types d'usages¹⁰⁵ :

- L'alimentation des chasses d'eau, des circuits d'irrigation des espaces verts et des dispositifs de lavage extérieur (voitures, mobilier, terrasse). Ces usages sont majoritaires.
- Le lavage du linge, des sols à l'intérieur du bâtiment, le refroidissement de l'air et l'alimentation des fontaines d'eau décoratives.

Notons que l'usage « hygiène corporelle » n'est pas évoqué dans les réglementations évoquées plus haut. Il n'a été cité que pour une situation très particulière lors des auditions permettant de rédiger l'avis de la saisine n°2011-SA-0112, qui a permis de faire des avancées conséquentes sur le sujet : « une station de recherche en Antarctique avec un traitement par osmose inverse et un suivi rigoureux associé notamment à une surveillance analytique de l'installation ».

Une entreprise à la pointe de la technologie ayant la volonté de démocratiser une solution d'économie circulaire : FIRMUS France

Il n'y a pas d'endroit plus hostile pour la vie que l'espace intersidéral. Les conditions extrêmes qui y règnent et la difficulté pour y accéder ont forcé les scientifiques à trouver les solutions les plus innovantes pour créer des habitacles sécurisés et autonomes qui pourront abriter les astronautes le temps de leurs missions. L'eau étant l'un des éléments vitaux à toute forme de vie (tout en représentant un des rapports masse / volume le plus important), il a fallu se pencher très rapidement sur des unités et des systèmes capables de mettre en valeur toutes sources de liquide contenant de l'eau, afin de les recycler et ainsi créer une ressource qui soit la plus stable et saine possible. De plus, la gestion des risques qui entoure ces procédés doit être sans failles et la plus économe possible en termes d'énergie, de maintenance et d'entretien.

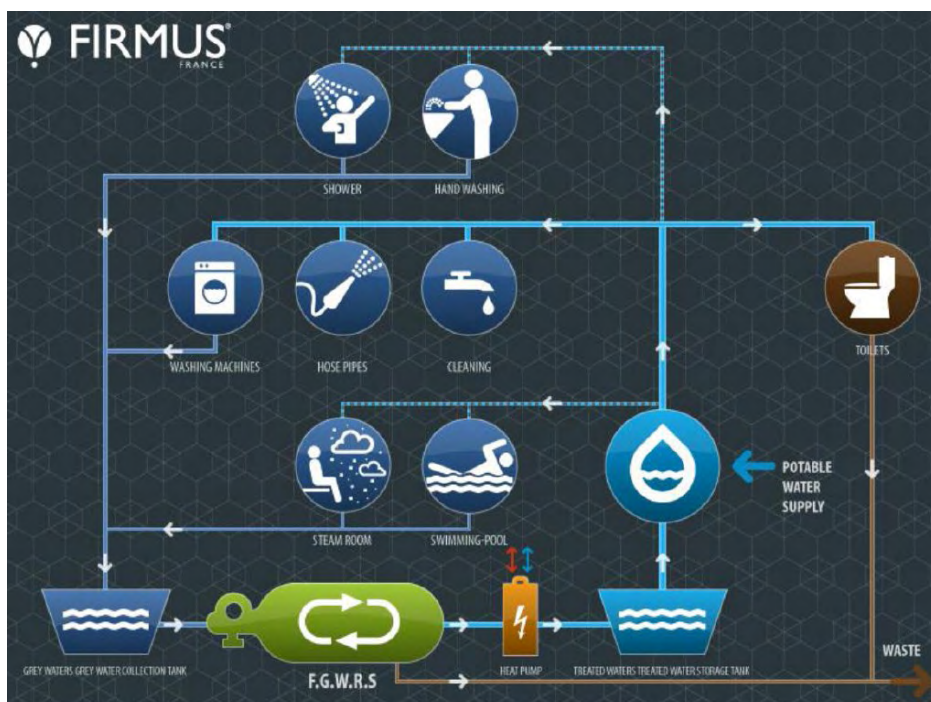


Schéma représentant le Principe de fonctionnement des unités produites par FIRMUS France
SOURCE : présentation PPT FIRMUS

105 Avis de l'ANSES, saisine n°2011-SA-0112 relatif à : « Analyse des risques sanitaires liés à la réutilisation des eaux grises pour des usages domestiques »

Sur ces constats, un consortium d'entreprises accompagné par l'Agence Spatiale Européenne (ESA) a développé le système qui pourra équiper les missions futures (Lune, Mars ...). Ce consortium a permis la cristallisation d'une multitude d'expertises qui a ensuite été mise à profit dans d'autres projets. C'est notamment le cas de l'entreprise FIRMUS France, qui a mis en place le système de traitement et de recyclage des eaux usées de la station franco-italienne Concordia en Antarctique pour l'Institut Polaire Français Paul Emile Victor (IPEV) et le Programme Italien de Recherche en Antarctique (PNRA), en coopération avec l'ESA. Les conditions extrêmes des milieux polaires sont relativement proches de ceux des stations spatiales, au vu des températures et de l'isolement des infrastructures en période d'hivernage. L'unité de recyclage des eaux grises dénommée FGWRS doté d'une capacité journalière comprise entre 2 400 et 2 800 litres (soit la production d'eaux grises d'environ 25 personnes) a été conçue par le responsable technique de FIRMUS France, et c'est toujours lui qui en assure le suivi. Ce processus fonctionne depuis 2005 et a été utilisé par plus de 1 200 personnes, sans aucun incident de santé ou problème technique. Cette technologie représente une formidable opportunité pour le civil en termes de transfert de connaissances et d'adaptation pour l'habitat collectif, grâce à la certification que peut appliquer l'ESA et au retour d'expérience de plus 10 ans.

Afin de proposer des solutions durables et économiquement viables, un partenariat a été construit entre FIRMUS France, EDF Optimal Solutions, Sherpa Engineering (membre du programme MELISSA de l'ESA) et MRI. En tablant sur une récupération optimisée des eaux grises, sur une mise en valeur de l'énergie calorifique présente dans ces eaux et sur un traitement adapté à la capacité d'accueil et à l'occupation des bâtiments collectifs, des économies notables sont possibles, en termes de consommation d'eau et d'énergie. Ce processus permettra un recyclage des eaux grises à des taux supérieurs à 80%, afin d'obtenir une eau de qualité hygiénique à utiliser dans les sanitaires et le réseau sanitaire (douches et lavabos). Cela permet de réaliser des économies potentielles, non seulement en termes de coûts d'exploitation, mais aussi en termes d'utilisation des ressources, d'optimisation de la rentabilité par l'utilisation de la récupération d'énergie. De plus, des outils de simulation pour l'établissement des dimensions de conception pour la simulation de l'exploitation et des avantages économiques permettent d'assurer le meilleur ajustement avec les caractéristiques locales (climat, prix de l'eau et de l'électricité). Dès 2018 seront présentés deux processus FGWRS :

- Le premier est un pilote qui sera installé dans une maison individuelle à Monaco en 2019 et qui ressemblera à une petite réplique du système de la station Concordia (capacité 100 l / h), et présentant une carte électronique intégrée dédiée et sera connecté au Wi-Fi, afin de proposer une gestion la plus intégrée possible avec les différents appareils électroménagers
- Le second sera mis en place dans un établissement hôtelier.

Cependant, la généralisation de ce genre de procédés est encore très loin de voir le jour en France, au vu de la réglementation qui interdit pour le moment ces pratiques et du coût pour le moment important. Ce n'est que grâce au soutien de l'ESA et de l'important retour d'expérience que des arrêtés préfectoraux peuvent être convenus. Mais en multipliant les projets, en démontrant la viabilité des capacités techniques et de la gestion de risque, les administrations pourront sûrement réévaluer leur position. C'est aussi en proposant aux utilisateurs finaux (par exemple les clients des hôtels) des modèles de communication accompagnés d'éléments de pédagogie, qui assureront la qualité des eaux produites et les efforts durables réalisés que les hôtels et particuliers trouveront un véritable intérêt, et qu'une demande pourra émerger. Ces solutions résolument disruptives et innovantes représentent un véritable intérêt pour l'essaimage de la décentralisation de la REUT en tablant sur des usages toujours plus variés.

Une vision prudente des agences de santé

Suite à l'autosaisine évoquée plus haut, l'Anses a convenu que la présence d'un réseau d'eau non potable à l'intérieur de l'habitat constitue la problématique majeure associée à la réutilisation des eaux grises. L'un des risques principaux, outre le doublement des risques de fuites et donc d'entretien, réside dans l'interconnexion entre le réseau de distribution d'eau potable et celui véhiculant les eaux grises. En résulte un risque de contamination généralisée. De plus, la gestion des risques doit être calibrée pour sécuriser les utilisateurs

et/ou les occupants des immeubles face aux dangers, qu'ils soient liés à l'installation, à l'exploitation et à l'entretien du réseau, ou liés à la qualité de l'eau transportée. Doivent donc être considérés :

- Les risques d'erreurs lors de la conception ou la mise en œuvre du réseau d'eau non potable dans l'habitat, lors de travaux ou interventions sur le réseau intérieur ou consécutivement à la perte d'information lors de cession immobilière. La responsabilité doit être très bien établie.
- La traçabilité pour garantir la sécurité sanitaire au cours du temps et donc éviter toute dérive. Pour cela, la norme NF EN 1717 doit impérativement être respectée.
- Une identification claire des réseaux (couleur, pictogramme, etc.) afin d'éviter les confusions et les interconnexions
- La mise en place de dispositifs de traitement incluant un court-circuit (by-pass) permettant de s'affranchir du dispositif de réutilisation des eaux grises si nécessaire.

Aussi, l'Anses estime qu'une réutilisation des eaux grises ne doit être envisagée que pour des usages strictement limités, dans des zones géographiques affectées durablement par des pénuries d'eau. L'information et la formation doivent être généralisées à tous les individus en contact avec les eaux grises recyclées, afin de minimiser les risques associés. Enfin, un usage raisonné de l'eau doit dans tous les cas être mis en place pour épargner la ressource.

4. Conclusions et propositions

La transition vers une économie circulaire passe par la refonte de l'organisation générale du système de production, dans sa globalité. Les innovations qui permettront de s'adapter au plus proche des besoins du territoire, en offrant de solutions durables et résilientes avec un minimum de transferts de pollution, capable de sécuriser les emplois locaux et une gestion des risques intégrée sur le long terme tout en nécessitant peu d'investissement sont par essence décentralisées. En effet, comme nous avons pu le montrer dans cette partie, la flexibilité nécessaire ne peut être assurée par des systèmes centralisés, qui s'appuient sur des économies d'échelles et sur l'uniformisation des qualités de rejet pour réduire leurs coûts de traitement et d'entretien. Cependant, les modèles innovants doivent être calibrés pour centraliser la gestion de l'ensemble des installations décentralisées, afin de pouvoir réaliser un suivi qualitatif optimal, de pouvoir réagir relativement rapidement à un problème technique, d'ajuster les flux et les formes de traitement aux conditions locales (consommations saisonnières, changement climatique, événements aléatoire et destructeur comme une inondation ...). La superposition de ces boucles permettra de répondre aux défis que représentent le changement climatique et la démographie galopante, grâce à des solutions résilientes qui limiteront l'extraction et le rejet de matières dans le milieu.

Cette transition doit s'appuyer sur l'ensemble des solutions que les secteurs ont à proposer, sans toutefois réaliser des projets dangereux pour l'environnement et la santé. Tout est une question d'équilibre, et les solutions décentralisées doivent pouvoir s'adapter au système centralisé, s'inclure dans la politique de l'eau territoriale afin de remplir son rôle là où le bénéfice total associé est maximisé. La réglementation n'est pour le moment pas ouverte à ce genre de pratique, mais doit permettre l'expérimentation raisonnée et encadrée. La responsabilité liée à ces pratiques et l'entretien des infrastructures, du captage jusqu'à la consommation finale, doivent être distribués en fonction des défis locaux et des titres de propriété, afin de ne pas surcharger une seule partie prenante tout en considérant l'ensemble de la chaîne de production. Enfin, l'ensemble des acteurs de l'eau du territoire doit être formé pour que chacun considère ces solutions lors de la mise en place des plans de gestion de l'eau. Ce transfert de connaissance au niveau local permettra in fine de faire remonter les solutions robustes vers le haut, dans un mouvement « *bottom-up* ». L'état doit donc pouvoir accompagner ces projets et les certifier afin que les investissements réalisés puissent être mis en valeur, et les bonnes pratiques mises en avant et répliquées en les adaptant aux contextes locaux. Or, comme nous l'avons précisé, les solutions décentralisées sont hautement répliquables mais demandent des modèles d'affaires ambitieux et novateurs, qu'il faut encore développer.

VI. FREINS, LEVIERS ET RECOMMANDATIONS

Selon le rapport de 2016 de la Commission Européenne sur les leviers institutionnels que pourraient déployer l'Europe pour le développement de la REUT, il est estimé qu'avec un ensemble intégré d'incitations réglementaires et financières plus fortes, la quantité d'EUT valorisées pourrait atteindre 6 000 millions de m³/an d'ici 2025, contre seulement 964 millions de m³/an en 2006¹⁰⁶. Cette estimation suppose que les cinq des États membres ayant le potentiel de réutilisation le plus élevé, à savoir l'Italie, l'Allemagne, la France, le Portugal et la Grèce, devraient atteindre les mêmes taux de REUT que l'Espagne d'ici à 2025.

Pour atteindre de tels niveaux en France, une politique de l'eau ambitieuse vis-à-vis de la REUT doit voir le jour. Or, comme nous avons pu le voir tout au long de l'étude, le savoir-faire est déjà bien implanté sur le territoire, les besoins existent et s'accroissent avec le changement climatique, les collectivités sont en demande de solutions alternatives et développent des stratégies de gestion durable de la ressource, les Agences de l'eau et les autres administrations compétentes dans les zones en stress hydrique sont motrices, et le contexte politique européen et national sont alignés pour créer un terreau fertile. A priori, toutes les conditions sont réunies pour que la REUT devienne une pratique considérée à sa juste valeur dans la politique de l'eau en France. Cette dernière partie résume les différents freins et leviers qui ont émergé dans ce rapport, afin de proposer des axes de réflexions permettant d'accompagner la transition vers une gestion durable et résiliente de la ressource aquifère, en allongeant le « petit cycle » de l'eau.

A. Bénéfices et inconvénients de la REUT

Pour cette partie, ont été mis en valeur les résultats d'une étude de la Commission européenne¹⁰⁷ de 2016 qui permettent de résumer l'ensemble des bénéfices que représente la REUT, qu'il faut confronter aussi aux risques que peut représenter un système de gestion de la ressource disruptif :

106 Estimation appuyée sur le modèle AQUAREC

Kirhensteine I., Cherrier V., Jarritt N., Farmer A., de Paoli G., Delacamara G., Psomas A. (2016) EU-level instruments on water Reuse Final report to support the Commission's Impact Assessment, Luxembourg: Publications Office of the European Union

107 Ibid

	Bénéfices	Risques
Environnement et santé	- Augmenter le débit naturel et artificiel dans les cours d'eau et les étangs, contribuant ainsi à atteindre les objectifs quantitatifs des plans d'eau de surface et de restauration du milieu (renaissance des écosystèmes aquatiques) ; - Recharger les aquifères, ce qui peut aider à atteindre un bon état quantitatif et éviter la détérioration des eaux souterraines (caractérisation amont des aquifères) ; - Offre une alternative moins polluante que le dessalement ; - Réduction du besoin d'engrais artificiels en fournissant des nutriments pour l'irrigation. Condition centrale pour une bonne gestion des risques environnementaux et sanitaires : mettre en place une REUT planifiée. - Valorisation particulièrement importante des EUT pour les STEP des zones côtières qui déversent souvent leurs effluents traités dans la mer¹⁰⁸, ce qui entraîne une meilleure résilience aux changements de la demande déclenchés par les changements démographiques et climatiques ;	- Présence de substances polluantes et de pathogènes, ce qui implique un risque direct potentiel pour la santé et l'environnement. Notons que certaines substances sont déjà réglementées par la législation de l'UE, il est donc important que les eaux brutes utilisées pour la REUT respectent cette législation (ex : la directive NQE16) ; - Risque indirect d'accumulation des agents - polluants, pathogènes et surtout des sels présents dans les EUT : implique bien souvent une transformation des pratiques (ex : agricole avec un lavage du sol à prévoir) - Manques de connaissances sur les risques - réels (sanitaire et environnementaux) et de la diversité des polluants présents dans les EUT (notamment aux éléments traces). Ces lacunes ne permettent pas de faire des projections fiables scientifiquement à long terme. - Conflit d'usage pour les soutiens aux débits d'étiage possibles (plan de gestion de la ressource naturelle)
Économie	- Éviter la perte d'une ressource peut générer des avantages économiques ; - Impact positif potentiel sur la valeur des terres grâce à mise en valeur dans des zones de stress hydrique (peut encourager une agriculture plus productive) ; - Promouvoir une industrie innovante et dynamique grâce à une compétitivité accrue ; - Avantage indirect : encourager une tarification plus appropriée de l'eau qui pourrait entraîner des incitations à réduire la demande en eau ;	- Option coûteuse avec un faible retour sur investissement (pour le moment), en particulier par rapport aux prélèvements dans les plans d'eau, dû notamment aux coûts d'infrastructure Cela implique un besoin en subventions directes ou indirectes pour soutenir l'offre et la demande de REUT. Notons que le coût des ressources en eau conventionnelles est souvent également subventionné. - Les coûts d'infrastructure peuvent nécessiter un financement public important et la viabilité économique d'un tel projet dépendra de chaque situation spécifique
Sociétaux	- Les activités économiques accrues rendues possibles entraîneraient à leur tour des avantages sociaux tels que l'emploi, en particulier pour les pays ayant d'importantes productions agricoles menacées par les sécheresses ou des industries touristiques à protéger (promouvoir le tourisme durable, une gestion de l'eau durable lors des pics de tourisme, garantir une bonne qualité des eaux de baignade ...). - Soutient de la sécurité alimentaire en fournissant une source alternative pour l'irrigation et, à son tour, soutenir les communautés rurales et les entreprises ; - Encourager une approche plus intégrée de la gestion de l'eau, en considérant à la fois l'eau conventionnelle et les eaux usées dans les plans d'aménagement, ce qui entraînerait une meilleure justice sociale puisque les deux services seraient liés et assurés. Cela est particulièrement vrai pour les régions rurales qui pourraient bénéficier de solutions plus flexibles et moins coûteuses (ex : canalisations moins importantes dans un système décentralisé, coût moins important qui se répercute sur la facture des citoyens).	Dans certains pays, la perception publique de la réutilisation de l'eau peut être négative et il peut y avoir une méfiance à l'égard des pratiques de réutilisation de l'eau, ce qui implique un besoin de pédagogie et d'accompagnement de la population comme des collectivités.

108 NB : une grande différence entre les STEP « des terres » et les STEP « des côtes » réside dans le fait que les EUT produites par les premières servent au soutien au débit d'étiage des cours d'eau et la régénération du milieu (bien qu'une forme de pollution persiste, mais reste très encadrée), alors que les secondes n'ont aucune valorisation possible si rejetée dans la mer.

B. Identification des freins en Europe et en France

La Commission européenne¹⁰⁹ est sur le point d'aboutir à un ensemble de normes permettant d'identifier les qualités et seuils minimum à respecter pour proposer une pratique sécurisée de la REUT sur l'ensemble des pays membres. En Europe comme en France, on identifie 4 freins majeurs (cf. *schéma explicatif en annexe VI*) :

1. **La REUT est plus complexe à mettre en œuvre** que l'approvisionnement en ressources conventionnelles, surtout au moment de calibrer avec justesse les formes de traitements et technologies adéquats pour les usages identifiés. Cette observation est cependant à mettre en perspective avec les avancées techniques, les processus industriels de plus en plus efficaces et sûrs, les analyses de caractérisation des eaux plus précises ... En effet, d'après les témoignages de l'étude européenne, plus les innovations sur l'ensemble de la chaîne de valeur sont développées et moins la complexité de mise en œuvre devient un obstacle. Cependant, l'un des défis centraux pour la mise en œuvre reste le stockage des eaux et sa distribution, qui requiert un réseau parallèle. Ainsi, la proximité géographique de la STEP avec les usages potentiels reste le principal facteur d'émergence des projets de REUT.
2. **La REUT est plus coûteuse** que l'utilisation de ressources conventionnelles, notamment à cause des traitements tertiaires à implémenter pour respecter une réglementation contraignante et des réseaux de distribution à construire. Pour le moment, la réglementation en France suit le principe de précaution, ce qui freine l'expérimentation encadrée et responsable, condition sine qua non de l'innovation. Or, sans cette innovation et sans une réglementation encadrant l'ensemble des usages, les modèles d'affaires ne pourront pas émerger. Une autre difficulté est le défi de la distribution et de l'investissement pour les infrastructures des projets de REUT, dont la répartition des frais d'entretiens et de renouvellement de ces infrastructures est pour le moment des zones d'ombres que les modèles d'affaires peinent à intégrer. Enfin, les prix souvent prohibitifs de la REUT ont deux causes. En outre, il existe une disparité importante de normes et objectifs qualitatifs à respecter entre les eaux brutes (en particulier les eaux de surface) et les eaux de REUT utilisées pour l'irrigation, quand bien même les eaux de REUT présentent une qualité au moins aussi bonne. Il n'existe donc pas de concurrence équilibrée entre ces deux ressources, au prix d'une gestion non durable de la ressource disponible dans le milieu. Cette divergence est l'un des freins principaux de l'utilisation des EUT pour des usages agricoles, mais aussi plus largement pour les usages propres aux collectivités, telles que l'entretien des espaces verts et des espaces sportifs. Or, la commande publique est l'un des leviers majeurs pour l'essaimage de la REUT. La politique de gestion des prix de l'eau potable maintien des prix artificiellement bas grâce à une hypothèque des infrastructures et à une inefficacité de l'application du principe de « pollueur-payeur » ; la REUT n'est donc pas compétitive face à une ressource potable lourdement subventionnée en France. Cet état peu durable pourrait évoluer au vu du changement climatique et des projections démographiques, augmentant les pressions sur la ressource naturelle. Ensuite, le véritable prix de la REUT est difficile à établir dû au manque de données de qualités et certifiées sur le prix de l'assainissement, empêchant les chercheurs de pouvoir établir une véritable comparaison des coûts et donc de mettre en lumière les leviers les plus à même de faciliter l'essaimage de la pratique.
3. **La REUT est perçue comme plus risquée que bénéfique.** Cela est plus particulièrement vrai pour la santé des consommateurs et des exploitants, notamment vis-à-vis des produits de consommation alimentaires et d'exposition répétée dans des zones de loisirs. Viennent ensuite les enjeux liés à l'environnement, car le risque de pollution à long terme est réel, notamment à cause des sels présents dans les EUT et des potentielles fuites de nutriments pouvant mener à une eutrophisation. Cependant, les techniques de gestion modernes ont fait leur preuve à l'étranger comme en France, et la perception de la REUT change avec le temps, grâce aux retours d'expériences positifs, aux normes

109 Ibid

très strictes liées à la pratique et à la transformation de perception des priorités des citoyens en termes de politiques publiques. En effet, la généralisation des principes de développement durable et de l'écologie depuis une vingtaine d'années a impacté en profondeur l'acceptabilité sociale des utilisateurs finaux, qui considèrent la protection de la ressource comme centrale. De fait, l'offre politique s'adapte aussi à ce revirement des priorités des électeurs puisque les considérations de la transition écologiques deviennent des arguments de plus en plus assumés dans les discours et les programmes électoraux.

4. **La REUT peut mener à des formes de barrières commerciales pour les produits alimentaires** cultivés grâce à des EUT, s'il n'y a pas d'homogénéisation des standards entre les pays membres. Cette barrière est très spécifique à la pratique agricole, mais comme il s'agit du principal usage de la REUT, cette considération est centrale. Pour donner un exemple très concret, en 2011 une explosion de contamination à cause d'E. Coli ayant mené à la mort de 16 personnes a été imputée à des concombres espagnols irrigués grâce à la REUT, menant à des pertes estimées à 200 millions d'euros par semaine pour l'Espagne à cause d'annulations de commandes. Après une étude, il a été prouvé qu'il s'agissait plutôt d'une contamination venant de produits d'une ferme allemande, touchée par une contamination généralisée de ses produits.

C. Pour chaque catégorie de frein, des leviers très concrets

À la vue des freins identifiés plus haut, nous pouvons proposer ici un ensemble de leviers et de pistes de réflexion pour pallier ces blocages. Cette réflexion ne considère ici que la politique de gestion de l'eau et de la REUT en France.

1. Complexité de mise en œuvre :

- Le défi que représente la REUT pour les collectivités, les maîtres d'œuvre et les exploitants ne peut être surmonté sans une **gestion véritablement intégrée de la ressource**, et ce sur l'ensemble des sources aquifères. La REUT n'est sûrement pas la solution miracle, mais bien un outil à part entière que les parties prenantes doivent intégrer dans les réflexions et les débats entourant la construction des SDAGE et DAGE, autant que les solutions de stockage ou d'usages maîtrisés. Comme pour la plupart des solutions circulaires, les plans de planification régionaux et la commande publique sont des leviers centraux pour l'essaimage des pratiques.
- Il doit donc avoir une **grande réflexion nationale sur la gestion de l'eau rassemblant l'ensemble des acteurs** de la politique de l'eau, qui permettrait de faire remonter les défis de chaque étape de l'assainissement, du captage à l'utilisation finale. Cette concertation pourrait s'effectuer en deux temps : un premier qui compilerait les volontés des acteurs de terrain pour l'État dans un mouvement ascendant, puis un deuxième qui viendrait de l'État et qui ferait redescendre les conclusions de l'observation afin d'équiper les parties prenantes avec des outils innovants. Grâce à l'ensemble des expertises et ce dialogue constructif, il est possible de faire émerger une véritable coordination des intérêts et des savoirs faire, qui doit absolument s'articuler autour de la réflexion européenne.
- Afin de fluidifier ces échanges horizontaux et verticaux, une **cellule permanente et intercompétence de la REUT** doit voir le jour. Cet organe, qui servirait d'interface entre les acteurs de terrain et les administrations, pourrait être rattaché à la MISE afin d'accompagner l'innovation, les projets pilotes et la recherche en générale. La cellule pourrait aussi avoir une compétence de contrôle et de gestion des dossiers, avec des moyens conséquents qui permettraient d'avoir des relais au sein des DDT(M) et DREAL, administrations compétentes dans les octrois d'arrêtés préfectoraux et dans les mises en place des SDAGE et DAGE. Ainsi, il serait possible de créer une véritable stratégie nationale tout en incluant une modulation qui permettrait une flexibilité face aux spécificités régionales.

- Encourager la recherche pour généraliser et rendre accessible les **outils d'aide à la décision** comme les ACV et les ACB. Ces outils permettent d'objectiver et de dépassionner les débats, aidant les collectivités à mieux considérer l'ensemble de la chaîne de production. Une formation des techniciens compétents des collectivités doit être mise en place afin qu'elles puissent se saisir de ces outils. Il faudrait penser aussi à intégrer l'étude de ces procédés dès la formation, dans les cursus universitaires et les écoles de la fonction publique. Ces analyses ne doivent cependant pas devenir des préalables indispensables pour conduire des projets de REUT, il s'agit bien d'outils complémentaires d'aide à la décision politique.
- Enfin, en partageant les bonnes pratiques, les freins et les leviers locaux grâce à des **plateformes** accessibles et géolocalisantes, les collectivités pourraient réduire leurs frais d'études en identifiant les projets qui ont pu voir le jour dans leur région. Un carnet d'adresses des acteurs à contacter pour chaque étape d'un projet de REUT doit y être associé.

2. Coût de la REUT :

- Le premier levier qui permettrait de rendre plus compétitive la REUT serait d'engager une profonde **réflexion sur le prix de l'eau et des redevances** que paye chacun des acteurs. Pour le moment, c'est le citoyen qui assume la plus grande partie des coûts, aux profits d'autres activités pourtant plus polluantes et impactantes. Il faudrait donc réévaluer ce prix en intégrant plus concrètement le principe de « pollueur-payeur », l'objectif premier qui sous-tendait la politique de l'eau en France, avec « le prix de l'eau paye l'eau ». Tant que la REUT restera plus chère que les solutions traditionnelles, les modèles d'affaires ne pourront pas véritablement voir le jour.
- Comme toute solution d'économie circulaire, la REUT doit pouvoir s'adapter au contexte et aux besoins locaux. Or, pour le moment, la réglementation ne couvre que les usages d'irrigation au sens large. Une **règlementation axée sur le multi-usage et sur le multiressource** permettrait de décloisonner les besoins dans le temps, offrant des débouchés pour chaque saison et des eaux de qualités adaptées aux usages. En effet, il faut pouvoir valoriser le maximum de matière pour chaque usage, tout en protégeant l'environnement et la santé. La tendance à la « surstérilisation » qui découle de la réglementation actuelle doit être questionnée. Cette réglementation doit pouvoir permettre une concurrence équilibrée entre les eaux brutes (notamment de surface) et les EUT.
- Toujours à ce qui attrait à la réglementation, une réflexion vis-à-vis des **traceurs**, de la **fréquence des analyses qualitatives** des eaux et des **objectifs de ces analyses** doit pouvoir être effectuée à travers un dialogue doit être ouvert entre les opérateurs, les laboratoires et les administrations sanitaires. La réglementation doit être suffisamment ambitieuse pour couvrir effectivement les risques, tout en n'étant pas déconnectée de la réalité de terrain. Une approche par objectifs, adaptée à la temporalité de l'exploitation d'une STEP (qualifier la performance de la STEP, qualifier les risques environnementaux ou sanitaires) plutôt que des contrôles très homogènes et lourds sur des périodes arbitraires seraient pertinents et éviteraient les surcoûts. On pense par exemple à la qualification des substances chimiques, qui ne varient pas radicalement une année sur l'autre et qui pourraient être cartographiées très précisément en début d'opération afin d'établir sa performance (contrôles plus ciblés ensuite) ; versus la qualification des risques bactériologiques, qui peuvent varier sur une semaine suivant la population présente et les flux de migrations pendulaires. Enfin, des analyses plus ou moins poussées peuvent être imposées suivant la qualité des eaux brutes : une STEP qui reçoit les effluents d'un CHU n'aura pas les mêmes contaminants qu'une STEP agricole. Il en va de même avec la taille de la STEP et les volumes traités : il faut pouvoir différencier une STEP d'un grand centre urbain de celle d'un territoire rural.
- En outre, une véritable réflexion pour inclure la **décentralisation** dans la réglementation doit être menée, par le biais de certifications d'unité de traitement in situ. Car pour des STEP rurales, les coûts en infrastructures sont souvent prohibitifs. En développant des unités moins coûteuses et plus adaptées à des besoins précis, la REUT pourra devenir plus compétitive. Cependant, ces

procédés doivent être encadrés par la loi afin de protéger les usages et les producteurs. Cette réflexion doit aussi intégrer le défi de la responsabilité de la REUT : doit-elle être assurée par l'utilisateur final ou par le producteur des unités ? Enfin, il faut trouver des mécanismes innovant pour inclure ces unités décentralisées dans une gestion centralisée des risques, afin de réduire les coûts de contrôle et d'intervention.

- Enfin, le **financement des projets** ambitieux doit pouvoir être assuré par les Agences de l'eau plus systématiquement. De plus, il faut aussi réfléchir à un accompagnement permettant de soutenir les coûts d'entretien et de distribution, au-delà des coûts initiaux des infrastructures. Comme nous avons pu le voir tout au long de ce rapport, la REUT est lourdement subventionnée dans tous les pays du monde pour le moment, car les modèles d'affaires innovants ne sont pour le moment pas suffisamment développés.

3. Perception et acceptabilité sociale :

- Afin de créer une véritable transition, un fort **travail de pédagogie** doit être mené par les administrations compétentes, et ce auprès de l'ensemble des acteurs de l'eau : les citoyens, afin de les convaincre de l'intérêt de la pratique et de la maîtrise des risques ; les utilisateurs finaux, qui doivent connaître l'ensemble des solutions qui permettraient la sauvegarde d'une activité locale, mais qui implique une transformation des processus de production (adaptation des plans d'irrigation, protection de la terre grâce à l'aération ...) ; les collectivités territoriales qui doivent connaître ce genre de solutions afin de les intégrer dans les débats pour les SDAGE et DAGE ; les bureaux d'études, afin qu'ils connaissent bien la réglementation et les spécificités locales ce qui faciliterait le portage des dossiers ; les administrations sanitaires régionales, afin de les sensibiliser aux réels dangers et opportunités, ce qui permettrait d'engager des stratégies régionales.
- **Des études et des recherches** doivent être menées afin de caractériser effectivement les risques pour les différents usages et sortir d'une vision verrouillante basée sur un principe de précaution peu à même de soutenir l'innovation. Il faut pouvoir mieux connaître les risques bactériologiques suivant les pratiques, de l'irrigation de masse au goutte-à-goutte, en passant par la recharge de nappe et les usages urbains. Il faut aussi mieux connaître les risques pour la dégradation des sols à cause des sels présents dans les eaux brutes. Enfin, un grand travail de recherche doit pouvoir être mené pour caractériser les risques des éléments traces, qui incluent les micropolluants et des coproduits pouvant émerger de réactions en chaîne.
- Une réflexion pour inclure la REUT dans la communication des territoires ou des producteurs doit être menée. En effet, les procédés de mise ne valeur des EUT peut mener à une meilleure compétitivité territoriale, peut soutenir le tourisme durable, peut sauvegarder des emplois locaux ... Ces avantages doivent pouvoir être mis en avant afin de prouver l'ensemble des externalités positives liées à la REUT. On pourrait par exemple penser à des **labels** ou à des **indicateurs**.

4. Barrières commerciales :

- Afin de réduire les risques liés au commerce international, les **normes internationales** doivent permettre de qualifier effectivement les produits réalisés grâce à de la REUT. Un grand travail est en cours de réalisation pour créer une normalisation ISO. Ces normes doivent être généralisées en France afin d'accompagner le mouvement et de certifier les produits. Cela permettra de sécuriser les importations et les exportations.

Le chapitre sur la REUT dans le paquet de l'économie circulaire européen, qui devrait être publiée fin 2017, complètera la politique de l'UE en matière d'eau, notamment la directive-cadre sur l'eau et la directive sur le traitement des eaux urbaines résiduaires. C'est une occasion sans précédent pour la classe politique française de prendre la mesure de l'importance que représente la REUT sur le territoire national, et de porter une voie contestataire à la Commission si d'avenir cette initiative serait trop contraignante pour l'essaimage de cette pratique en France et dans les autres pays de la Méditerranée, qui ont bien souvent des défis communs. Pour

le moment, la France n'a pas pris une place prépondérante sur les questions de l'eau et de la REUT au niveau européen. Mais au vu du contexte du changement climatique et de l'augmentation de la population, des défis que représentent le soutien de l'activité économique locale et de la sauvegarde du milieu, les collectivités territoriales se penchent activement sur des solutions non-conventionnelles.

Comme nous avons pu le montrer, la France présente de nombreux savoirs faire qu'il est pour le moment compliqué de mettre en valeur sur le territoire. De fait, les opérateurs historiques sont bien plus actifs sur ces sujets en dehors de nos frontières. En tablant sur une gestion de l'eau intégrée et soutenue par une réglementation de la REUT adaptée au multi-usage, il sera possible de prendre une place de leader dans ce secteur. Le momentum politique s'alignant aux besoins des collectivités, des opérateurs et de l'ensemble des usagers potentiels des EUT laisse à penser que le débat pourra avancer rapidement, après plus de 25 ans de timidité. Pour arriver à un consensus entre les différents acteurs, un discours entre l'ensemble des parties prenantes doit pouvoir être engagé suite à la parution de la réglementation du paquet de l'économie circulaire, fin 2017. Ce discours ne pourra s'ouvrir sans la participation active et l'écoute attentive des ministères et des administrations sanitaires. Pour accompagner ce mouvement, une cellule experte et dédiée aux questions de la REUT doit être montée.

Enfin, en intégrant dans la réflexion la population et les utilisateurs finaux, le travail de pédagogie nécessaire à l'essaimage de la pratique sera grandement facilité. Puisque la volonté politique s'aligne sur les besoins du territoire et des populations, en tablant sur une participation active des citoyens sur les défis de la gestion de l'eau qui vont bien au-delà des économies de tous les jours, il serait possible d'accélérer la transition vers une économie circulaire. L'eau de qualité est un bien commun qu'il faut protéger et apprendre à utiliser raisonnablement : sobriété des usages et gestion durable doivent donc aller de pair.

BIBLIOGRAPHIE

Actes des rencontres internationales du 25 novembre 2016 : Faire de l'eau une ressource inépuisable. Organisée par Vendée Eau et Véolia

AFD (2011). *Réutilisation des eaux usées traitées – Perspectives Opérationnelles et recommandations pour l'action* – Agence Française de Développement

AFSSA (Novembre 2008). *Réutilisation des eaux usées traitées pour l'arrosage ou l'irrigation*, Annexe (Caractéristiques techniques des sites pratiquant la réutilisation agricole des eaux usées en France)

Association UFC-Que choisir (2017). *Préservation de la ressource aquatique : l'UFC-que choisir lance un s.Eau.s. !*

Baize, D., Courbe, C., Suc, O., Schwartz, C., Tercé, M., Bispo, A., ... & Ciesielski, H. (2006). Épandages de boues d'épuration urbaines sur des terres agricoles: impacts sur la composition en éléments en traces des sols et des grains de blé tendre. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*, 53(53), 35-61.

Battilani, A., Steiner, M., Andersen, M., Back, S. N., Lorenzen, J., Schweitzer, A., ... & Plauborg, F. (2010). *Decentralised water and wastewater treatment technologies to produce functional water for irrigation*. *Agricultural water management*, 98, 385-402.

Beaupoil, Le Borgne, Mucig, Roux (2010). *Risques sanitaires liés à la réutilisation d'eaux usées traitées pour l'aéroaspiration des espaces verts*. IGS, Persan

Becerra-Castro, C., Lopes, A. R., Vaz-Moreira, I., Silva, E. F., Manaia, C. M., & Nunes, O. C. (2015). Wastewater reuse in irrigation: A microbiological perspective on implications in soil fertility and human and environmental health. *Environment international*, 75, 117-135.

Beraud J., (2017). *La réutilisation des eaux usées traitées dans l'agriculture française : opportunité pour l'agriculture durable ou fausse bonne idée ?* AGRICULTURE DURABLE – Société du Canal de Provence

de Bercegol, R. & Gowda, S. (2018). Chapitre 5. *Les rejets urbains (déchets et eaux usées) de Delhi*. Dans *Villes sobres : Nouveaux modèles de gestion des ressources* (pp. 135-156). Paris: Presses de Sciences Po (P.F.N.S.P.).

BIO by Deloitte (2015). *Optimising water reuse in the EU* – Final report prepared for the European Commission (DG ENV), Part I. In collaboration with ICF and Cranfield University.

Casanova J., Cagnimel M., Devau N., Pettenati M., Stollsteiner P. (2013) *Recharge artificielle des eaux souterraines : état de l'art et perspectives*. Consortium Onema et BRGM.

Cemagref (2010). *Qualité des eaux usées domestiques produites par les petites collectivités – Application aux agglomérations d'assainissement inférieures à 2000 Equivalent Habitants*. Partenariat 2009 –Domaine : Ecotechnologie et pollutions. Action 28bis-1 « Conception et exploitation des stations d'épuration des petites et moyennes collectivités ». 55p.

BIBLIOGRAPHIE

Commissariat général au développement durable, Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable (2011). *Coûts des principales pollutions agricoles de l'eau*, Études et documents n°52

Commission Européenne, EU Water Directors (10 juin 2016). Common implementation strategy for the water framework directive and the floods directive - Guidelines on Integrating Water Reuse In to Water Planning and Management in the context of the WFD

Commission Européenne, (26 janvier 2017). Rapport de la commission au parlement européen, au conseil, au comité économique et social européen et au comité des régions

Condom N., Lefebvre M., Vandome L. (2012). *La réutilisation des eaux usées traitées en méditerranée : retour d'expériences et aide à l'élaboration de projets*, Les cahiers du plan bleu 11, BEI et AFD

Condom, N., Rapport (2015) Réutilisation des eaux usées pour l'irrigation agricole en zone péri-urbaine de pays en développement : pratiques, défis et solutions opérationnelles. Ecofilae

Diby, Y. & Baidai, A., (2011) *Analyse de cycle de vie appliquée à un système de production d'eau potable : cas de l'unité industrielle SODECI nord-riviera*

Dunglas J. (2014). *La réutilisation des eaux usées*. Groupe Eau, note de travail n°5 pour le compte de l'Académie d'Agriculture de France

Durut, P.M., Lesage, A., (2011). *Réutilisation des eaux usées traitées pour l'arrosage des golfs*, Polytech Nice-Sophia et Lyonnaise des Eaux Agence de Mougins (Tuteur : Hugo Bourgeois)

Dörfliger N. et Augeard B. (2013) *Quels outils pour caractériser l'intrusion saline et l'impact potentiel du niveau marin sur les aquifères littoraux ?* Onema

Etcherbarne F., Escudier J.L., Ojeda H. (2016). *Les eaux usées traitées peuvent-elles constituer une source d'eau alternative?* INRA – Unité expérimentale de Pech Rouge – Gruissan.

EEA (2009) Water resources across Europe – confronting water scarcity and drought (No2/2009)

European Commission, SWD (2012), *Report on the review of the European Water Scarcity and Droughts Policy*

European Commission, COM (2015), *The WFD and the FD: actions towards the 'good status' of EU water and to reduce flood risks*.

Falkenmark, M., & Rockström, J. (2006). The new blue and green water paradigm: Breaking new ground for water resources planning and management.

FAO (2010). The wealth of waste: *the economics of wastewater use in agriculture*, Food Agricultural Organization, 129 p.

BIBLIOGRAPHIE

FFG (2013). *1er rapport quinquennal de la Charte national golf et environnement : Préservation de la ressource en eau – Etude quantitative*

Fournier, P. (2003). Aménagements hydrauliques et structuration de l'espace : les métamorphoses de l'eau en Provence et Comtat. *Dix-septième siècle*, 221, 585-601.

Hoekstra, A.Y. (2003). "Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade" Value of Water Research Report Series No.12, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands

Kirhensteine I., Cherrier V., Jarritt N., Farmer A., de Paoli G., Delacamara G., Psomas A. (2016). EU-level instruments on water Reuse *Final report to support the Commission's Impact Assessment*, Luxembourg: Publications Office of the European Union

Launay J., Colon D. (2017). *L'eau potable en France, en facture et fractures !*, Nuvis, Paris.

Lazarova V., Brissaud F. (2007). *Intérêt, bénéfices et contraintes de la réutilisation des eaux usées en France*, *Revue IEN l'eau, l'industrie, les nuisances*. N° 299

Lazarova, V., Asano, T., Bahri, A., & Anderson, J. (Eds.). (2013). *Milestones in water reuse*. IWA publishing.

Langlet, J., (2008) *Propriétés interfaciales des bactériophages ARN F – spécifiques : implication lors des processus d'adhésion- agrégation*. Nancy 1.

LOI n° 2015-991 du 7 août 2015 portant nouvelle organisation territoriale de la République

Ministère de l'action et des comptes publics, direction du budget (2017). *Annexe au projet de loi de finances pour 2017*, Agences de l'eau.

Noël C., (2009). *Organisation de la gestion de l'eau en France*, Office International de l'eau

OMS, bureau regional de l'Europe, programme MED POL Phase III (30 mars 2005). *Financial aspects of the operation of sewage treatment plants, experts consultation meeting to review documents related to sewage treatment, disposal and use*. Athènes, Grèce

Orsoni J. (2017). *Projet JOURDAIN : note de contexte, état d'avancement et programme de l'opération*, VENDEE EAU.

Poumarat L., présentation Journées Techniques de la REUT (2016). *Réutilisation des Eaux Usées Traitées*. ARS PACA, Direction départementale du Var, Services Santé Environnement

Tandonnet H., Lozach J.J. (2016). Rapport d'information, au nom de la délégation sénatoriale à la prospective « Eau : urgence déclarée », Sénat, session ordinaire de 2015-2016

UNU : Rising Reuse of Wastewater in Forecast but World Lacks Data on "Massive Potential Resource". Communiqué de presse du 09/09/2013

ANNEXES

I. LA REUT, UN PROCÉDÉ D'ÉCONOMIE CIRCULAIRE AU SERVICE DES TERRITOIRES

1. Origines et dénominations des différentes eaux

Eaux grises	Ce sont des eaux peu chargées en matières toxiques ou à haut risque du point de vue sanitaire, par exemple des eaux d'origine domestique, résultant du lavage de la vaisselle, des lessives, du lavage des mains, des bains ou des douches
Eaux noires	Elles contiennent des matières polluantes ou plus difficiles à éliminer tels que des matières : fécales, des produits cosmétiques, ou tout type de sous-produit industriel mélangé à l'eau
Eaux de ruissellement	Il peut également s'agir d'eau de pluie ou de lavage, qui se sont écoulées sur des surfaces imperméables susceptibles d'être polluées : ainsi les eaux de ruissellement des parcs de stationnement ou des routes sont considérées comme des eaux usées par la présence de divers polluants comme les hydrocarbures ou les poussières d'usure des pneumatiques -> écoulement urbain des précipitations sur les routes, les parkings, les trottoirs (contient des huiles, fèces animales, ordures, traces de carburant, résidus de caoutchouc, métaux provenant des gaz d'échappement des véhicules, etc.)
Eau pluviale	Précipitations collectées par les toits ou les trottoirs
NATUREL	Entrées d'eau de mer (sel, micro-organismes, volumes élevés), entrée directe d'eau de rivières (micro-organismes, volumes élevés)
Drainage	Entrées d'eau de mer (sel, micro-organismes, volumes élevés), entrée directe d'eau de rivières (micro-organismes, volumes élevés)
Autres	Pertes industrielles, entrée directe de liquides synthétiques (décharge illégale de pesticides, d'huiles usagées, etc.), drainage industriel d'un site, etc. Liquides manufacturés en surplus provenant de sources domestiques (boissons, huiles de cuisine, pesticides, huiles de graissage, liquides de peinture, de nettoyage, etc.)

II. GESTION DE L'EAU EN FRANCE ET ACTEURS ADMINISTRATIFS CLÉS

1. Historique des saisines de l'ANSES

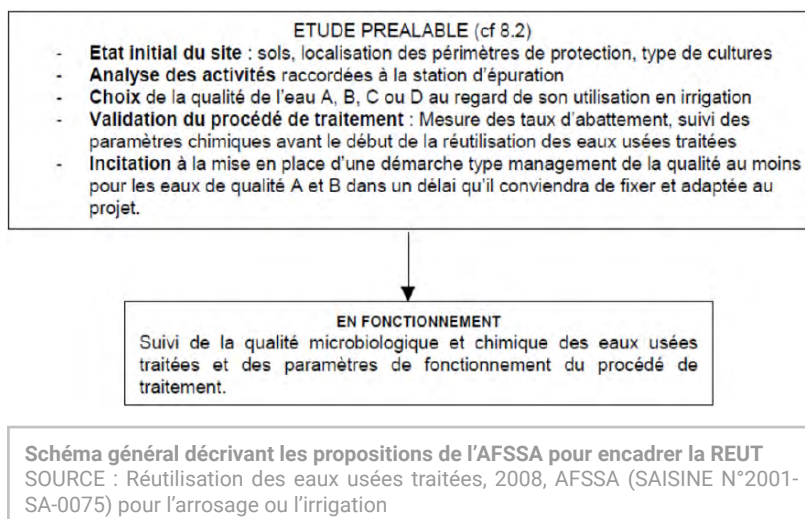
Saisine de l'AFSSA par la DGS (rapport novembre 2008)

« Avis relatif à un projet d'arrêté fixant les prescriptions techniques, les modalités de mise en œuvre et de surveillance applicable à l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires des collectivités territoriales pour l'arrosage ou l'irrigation de cultures ou d'espaces verts »

C'est le premier avis relatif aux risques sanitaires pour l'Homme et les animaux, liés à une exposition par voie orale aux eaux usées traitées utilisées à des fins d'arrosage ou d'irrigation agricole. Il fait explicitement référence aux travaux de l'OMS, exprimés dans les « Guidelines » de 2006. De cette saisine, il a été conclu qu'aucun indicateur ne peut refléter l'abatement de l'ensemble des agents pathogènes. Il ne peut donc y avoir d'avis concret, et la AFSSA propose donc :

- La mise en place d'une étude préalable de 6 mois sur le fonctionnement de la STEP

- Un suivi en routine d'E. Coli, des MES et de la DCO, qui dépend de la qualité de l'eau visée.
- Des contraintes de distances sont imposées pour l'irrigation grâce à la REUT afin de protéger les zones de captages d'eau potable et la captation d'eaux de surface. La qualité de l'eau utilisée dépend alors de la nature du terrain et de la distance entre la zone irriguée et le cours d'eau.
- L'irrigation par aspersion autorisée à titre expérimental, par arrêté préfectoral correctement cadré.



Saisine de l'ANSES par la DGAL (rapport mai 2010)

« Avis relatif à l'évaluation des risques sur les effluents issus des établissements de transformation de sous-produits animaux de catégories 1, 2 ou 3 à des fins de réutilisation pour l'irrigation des cultures destinées à la consommation humaine ou animale. »

Les conclusions de ce rapport sont sensiblement les mêmes que celles que l'on peut trouver dans le rapport de 2008 mentionné plus haut, et préconise donc de conditionner la réutilisation de tous les effluents issus des établissements traitants des sous-produits animaux, au respect des prescriptions dudit rapport.

Saisine de l'AFSSET par la DGS et la DEB (rapport ANSES, mars 2012)

« Avis relatif à la réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation des cultures, l'arrosage des espaces verts par aspersion et le lavage des voiries. »

L'étude réalisée permet à l'ANSES de se positionner sur les usages de l'aspersion d'espaces verts et du nettoyage de voiries, en étudiant les expositions par voies respiratoire et cutanéomuqueuse lors d'opérations de REUT. Cependant, le groupe de travail associé à la saisine manque de données exploitables sur la détection, la quantification et la dissémination des contaminants microbiologiques et chimiques lors d'aspersion et de retour sur expériences permettant la création méthodologie. En l'état actuel des connaissances, le GT ne peut pas conclure à l'absence totale de risques chimiques et microbiologiques liés à la REUT par aspersion par voies respiratoire et cutanéomuqueuse. Les diverses recommandations internationales préconisent, quant à elles, de limiter au maximum l'exposition aux aérosols en adoptant des mesures préventives sur site et notamment :

- **Aspersion :**
 - Qualité de l'eau : se rattacher aux seuils prévus par l'arrêté du 2 août 2010 couplé à la surveillance de l'article 10 tout en attirant l'attention sur le développement de pathogène lors du stockage.
 - Design et entretien régulier (cure annuelle) du réseau de distribution pour éviter tout risque de prolifération bactérienne
 - Des pistes de réglementation pour inclure la force et l'orientation du vent, la topographie du territoire et notamment la pente ainsi que les caractéristiques propres aux asperseurs dans le calcul des distances de sécurité et programmes d'arrosage, qui peuvent être résumé par une distance minimale correspondant à minima à 2 fois la portée de l'asperseur, à respecter quelle

que soit la vitesse du vent.

- Un volet sur la communication au public, aux utilisateurs et aux techniciens opératoires doit-être inclus dans les dépôts de demande de projet.
- Des études doivent être menées sur des enjeux très spécifiques afin de mieux caractériser la REUT et ainsi pouvoir légiférer pour des usages particuliers.
- La création d'une base de données réunissant toutes les données des contrôles sanitaires des sites où est pratiquée la REUT
- **Lavage des voiries** : En l'absence de données d'exposition relatives au lavage des voiries et plus particulièrement à la taille des particules émises par les différents systèmes, aucune quantification du risque sanitaire n'a pu aboutir.

Saisine de l'ANSES par la DGS (rapport avril 2014)

« Demande d'avis sur les risques sanitaires associés au recyclage d'effluents de lavage dans les filières de traitement d'eau destinée à la consommation humaine et sur les modalités de gestion à mettre en œuvre ».

D'après la saisine, les installations de production d'eau destinée à la consommation humaine (EDCH) comprennent des systèmes et des procédés de traitement qui peuvent générer des effluents liquides en quantité importante, ce qui implique une gestion comportant des contraintes techniques et économiques, voire administratives, pour les maîtres d'ouvrages et/ou les exploitants des installations. Notons que les volumes de ces effluents peuvent atteindre 10 % de la production, voire plus dans certains cas particuliers. De fait, leur rejet est considéré comme une perte d'eau, particulièrement dans les territoires en stress hydrique. Or, dans sa lettre de saisine du 14 février 2011, le ministère chargé de la santé indiquait que « jusqu'à présent, il n'était pas favorable aux projets de réutilisation des effluents de traitement dans les processus de traitement d'EDCH, considérant notamment les risques microbiologiques des supports de traitement qui pourraient être induits par ce genre de pratiques ». Grâce à cette saisine, l'ANSES propose une démarche d'analyse des risques qui permettrait de considérer chaque projet de recyclage comme un cas particulier, seule option pour caractériser toute la complexité des situations. Car les connaissances et modèles de gestion de risques ne sont pas assez puissants pour pouvoir proposer une méthodologie globale.

III. RÉGLEMENTATION DE L'EAU : FRANCE ET INTERNATIONAL

Quatre niveaux de qualité sanitaire sont définis (A, B, C et D), dont les valeurs limites de qualité sont les suivantes :

Tableau I a : valeurs limites de qualité

Niveau de qualité Paramètres	A	B	C°	D°
MES mg/l	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
Si lagunage naturel	≤ 150	≤ 150	≤ 150	≤ 150
DCO * mg/l	≤ 125	≤ 125	≤ 125	≤ 125
E. Coli /litre	≤ 10 000	≤ 10 000	≤ 100 000	-
Salmonelles /litre	Absence	-	-	-
Œufs de ténia /litre	Absence	-	-	-

1. Projet d'arrêté pour la REUT – mars 2001 :
Valeurs limites de qualité et contraintes d'utilisation
des effluents

* dans le cas des lagunages, la DCO est réalisée sur effluent filtré

° ce niveau de qualité ne permet pas l'aspersion

Tableau I b : contraintes d'usages

Usage et / ou Type d'activité	Niveau de qualité requis	Restrictions ou Modalités d'intervention
<u>Cultures maraîchères, légumières et fruitières, hors arboriculture</u> non transformées, par cuisson, pasteurisation ou irradiation <u>Arboriculture fruitière</u> ⁽¹⁾ <u>Pâturage</u> <u>Espaces verts ouverts au public</u> ⁽²⁾ (golfs, terrains de sport...)	A	(1) – avec aspersion (2-) aspersion en dehors des heures d'ouverture au public
<u>Cultures maraîchères, légumières et fruitières, hors arboriculture</u> transformées, par cuisson, pasteurisation ou irradiation <u>cultures florales, pépinières et arbustes</u> <u>cultures céréalières et fourragères</u>	B	avec aspersion
<u>cultures florales, pépinières et arbustes</u> <u>arboriculture fruitière</u> <u>cultures céréalières et fourragères</u>	C	Aspersion interdite Sous frondaison et hors aspersion
<u>Forêt d'exploitation avec accès contrôlé du public</u>	D	Aspersion interdite

2. Projet d'arrêté pour la REUT – mars 2001 :
Qualités d'eaux et
contraintes d'usages

Tableau I c : contraintes de distances

Nature des activités à protéger	Niveau de qualité		
	A	B Avec aspersion maîtrisant les aérosols	C et D
Habitations	50 m si aspersion	100 m	-
Voies de circulation	50 m si aspersion	50 m	-
Milieu hydraulique superficiel	20 m	50 m	100 m
Conchyliculture et aquaculture	50 m	200 m	300 m
Baignades	50 m	100 m	200 m
Périmètres de protection des points d'eau AEP	Prévoir interdiction dans le périmètre de protection rapprochée	Prévoir interdiction dans le périmètre de protection rapprochée	Prévoir interdiction dans le périmètre de protection rapprochée

3. Projet d'arrêté pour la REUT – mars 2001 :
Contraintes de distances
suivant les usages

Tableau 3 : fréquences d'analyses

Niveau de qualité	Salmonelles	Œufs de ténia	E coli
A	4 / an	4 / an	4 / an
B	-	-	4 / an
C	-	-	4 / an

4. Projet d'arrêté pour la REUT – mars 2001 :
Fréquences des analyses

Tableau X : Valeurs d'abattement en micro-organismes selon les usages de l'eau pour l'arrosage et l'irrigation, classification des eaux au regard de leur qualité microbiologique et valeurs seuils (uniquement pour les paramètres *E. coli*, DCO, MES)

Catégorie eau	A		B		C		D	
Type de cultures	Irrigation	Aspersion	Irrigation	Aspersion	Irrigation	Aspersion	Irrigation	Aspersion
Cultures maraîchères, fruitières, légumières et fleurs à vocation alimentaire non transformées	+	+	-	-	-	-	-	-
Cultures maraîchères, fruitières, légumières et fleurs à vocation alimentaire transformées par cuisson, pasteurisation ou irradiation	+	+	+	+	-	-	-	-
Pâturage (1)	+	+	+(2)	+(2)	-	-	-	-
Fourrages frais	+	+	+(2)	+(2)	-	-	-	-
Autres cultures céréalières et fourragères	+	+	+	+	+		-	-
Arboriculture fruitière	+	+	+(3)	+(3)	+	-	-	-
Espace vert ouvert au public	+	+	-	-	-	-	-	-
Fleurs vendues coupées	+	+	+	-	-	-	-	-
Pépinières et arbustes et autres cultures florales	+	+	+	+	+	-	-	-
Forêt d'exploitation avec accès contrôlé du public	+	+	+	+	+	-	+	-
MES mg/L	< 15		Conforme à la réglementation des rejets d'EUT pour l'exutoire de la STEP hors période d'irrigation					
DCO mg/L	< 60							
Entérocoques intestinaux (abattement en log)	≥ 4		≥ 3		≥ 2		≥ 2	
Phages ARN F-spécifiques (abattement en log)	≥ 4		≥ 3		≥ 2		≥ 2	
spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices (abattement en log)	≥ 4		≥ 3		≥ 2		≥ 2	
E. coli UFC/ 100mL	≤ 250		≤ 10 000		≤ 100 000		—	

+ : autorisée, - : interdite

(1) En cas d'aspersion, les animaux ne doivent pas être au champ au moment de l'opération.

(2) Sous réserve pour le pâturage du respect d'un délai de 10 jours avant la mise à l'herbe des animaux et pour une utilisation en fourrage frais, du respect du délai après irrigation de (i) 10 jours en l'absence d'abattoir relié à la station d'épuration et (ii) 30 jours sinon.

(3) Interdite pendant la période de floraison à la cueillette pour les fruits non transformés.

Les parties grisées du tableau correspondent aux activités pouvant présenter des risques autres que les risques alimentaires ou pour la santé animale.

Les parties hachurées correspondent à des activités hors champ d'expertise de l'Afssa

5. Niveaux d'abattement proposés pour les différents usages (catégories d'eau A à D) et remplace les tableaux 1 et 2, issus du projet d'arrêté (2001).

Tableau XI : Proposition pour les contraintes de distance

Nature des activités à protéger	Niveau de qualité		
	A	B avec aspersion maîtrisant les aérosols	C et D
Habitations	(4)	100 m	(2)
Voies de circulation	(4)	50 m	(2)
Cours d'eau permanent Plan d'eau (3)	20 m	50 m	100 m
Bassin Aquacole (à l'exception des coquillages filtreurs) Pisciculture y compris pêche de loisir	20 m	50 m	100 m
Conchyliculture Pêche à pied des coquillages filtreurs	50 m	200 m	300 m
Baignades	50 m	100 m	200 m
Périmètres de protection des points d'eau AEP	Interdiction dans le périmètre de protection rapprochée sauf dans les périmètres des prises d'eau superficielle et zones karstiques (1)	Interdiction dans le périmètre de protection rapprochée sauf dans les périmètres des prises d'eau superficielle et zones karstiques (1)	Interdiction dans le périmètre de protection rapprochée

(1) Karst : sol épais 1m, couvert végétal, pente < 3% ; Prises d'eau superficielles : les dispositifs d'irrigation devront se faire obligatoirement en retrait de la zone tampon et donc dans le secteur qui correspond à la zone complémentaire du périmètre de protection rapprochée

(2) sans objet car aspersion interdite

(3) si cours d'eau ou plan d'eau considéré n'est pas l'exutoire des rejets de la STEP

(4) une eau usée traitée de qualité A ne présente pas de risque alimentaire en cas de retombées sur un jardin potager familial suite à aspersion.

- En caractère gras, propositions de modification du tableau figurant dans le projet d'arrêté

- Les parties grisées du tableau correspondent aux activités pouvant présenter des risques autres que les risques alimentaires ou pour la santé animale en cas d'aspersion.

- Les parties hachurées correspondent à des activités à protéger hors champ d'expertise de l'Afssa

6. Proposition de AFSSA quant aux distances d'irrigation pour la REUT et remplace le tableau III proposé par la Projet d'arrêté de mars 2001

Paramètres	Niveau de qualité sanitaire des eaux usées traitées			
	A	B	C	D
Matières en suspension (mg/l)	< 15	X	X	X
Demande chimique en oxygène (mg/l)	< 60	Conforme à la réglementation des rejets d'eaux usées traitées pour l'exutoire de la station hors période d'irrigation	X	X
Entérocoques fécaux (abattement en log)	≥ 4	≥ 3	≥ 2	≥ 2
Phages ARN F-spécifiques (abattement en log)	≥ 4	≥ 3	≥ 2	≥ 2
Spores de bactéries anaérobies sulfitoréductrices (abattement en log)	≥ 4	≥ 3	≥ 2	≥ 2
Escherichia coli (UFC/100 mL)	≤ 250	≤ 10 000	≤ 100 000	-

7. NIVEAUX DE QUALITÉ SANITAIRE DES EAUX USÉES TRAITÉES

Arrêté du 2 août 2010 relatif à l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts, **ANNEXE I**

Type d'usage	Niveau de qualité sanitaire des eaux usées traitées			
	A	B	C	D
Cultures maraîchères, fruitières et légumières non transformées par un traitement thermique industriel adapté	+	-	-	-
Cultures maraîchères, fruitières et légumières non transformées par un traitement thermique industriel adapté	+	+	-	-
Pâturage	+	+ (1)	-	-
Espaces verts et forêts ouverts au public (notamment golfs)	+	+	-	-
Fleurs vendues coupées	+ (2)	-	-	-
Autres cultures florales	+	+	+ (3)	-
Pépinières et arbustes	+	+	+ (3)	-
Fourrage frais	+	+ (1)	-	-
Autres cultures céréalières et fourragères	+	+	+ (3)	-
Arboriculture fruitière	+	+	+ (3)	-
Forêt d'exploitation avec accès contrôlé du public	+	+	+ (3)	+ (3)
+ : autorisée, - : interdite (1) Sous réserve du respect d'un délai après irrigation de dix jours en l'absence d'abattoir relié à la station d'épuration et de vingt et un jours dans le cas contraire. (2) Irrigation en dehors des heures d'ouverture au public. (3) Uniquement par irrigation localisée, telle que définie à l'article 2.				

8. CONTRAINTES D'USAGE, DE DISTANCE ET DE TERRAIN

Arrêté du 2 août 2010 relatif à l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts, **ANNEXE II**

Nature des activités à protéger	Niveau de qualité sanitaire des eaux usées traitées		
	A	B	C et D
Plan d'eau (1)	20m	50m	100m
Bassin aquacole (à l'exception des coquillages filtreurs)	20m	50m	100m
Pisciculture y compris pêche de loisir			
Conchyliculture	50m	200m	300m
Pêche à pied des coquillages filtreurs			
Baignades et activités nautiques	50m	100m	200m
Abreuvement du bétail	50m	100m	200m

(1) À l'exception du plan d'eau servant d'exutoire au rejet de la station d'épuration et des plans d'eau privés où l'accès est réglementé et où aucune activité telle que baignade, sport nautique et aquatique, pêche ou abreuvement du bétail n'est pratiquée.

9. CONTRAINTES DE DISTANCE

Arrêté du 2 août 2010 relatif à l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts, **ANNEXE II**

Concentration en micro-organismes (*) dans les eaux brutes	Concentration en micro-organismes (*) dans les eaux usées traitées			
	10^4	10^3	10^2	≤ 10
10^4	-	-	Qualité C ou D (**)	Qualité A, B, C ou D (**)
10^3		-	-	Qualité A, B, C ou D (**)
10^2				Qualité A, B, C ou D (**)
10				Qualité A, B, C ou D (**)

(*) Micro-organismes nécessitant un abattement : entérocoques fécaux, phages ARN F-spécifiques et spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices.

(**) Le niveau de qualité sanitaire des eaux usées traitées doit être déterminé en prenant également en compte les micro-organismes de concentration supérieure à 10^4 dans les eaux brutes ainsi que les autres paramètres: Escherichia coli, matières en suspension et demande chimique en oxygène, en respectant les valeurs définies à l'annexe II de l'arrêté.

10. Instruction Interministérielle N° DGS/EA4/DEB/DGPE/2016/135 du 26 avril 2016, Annexe II

V. AXE SUR LE MULTI-USAGE

A. Détails sur l'exploitation de l'île de Porquerolles

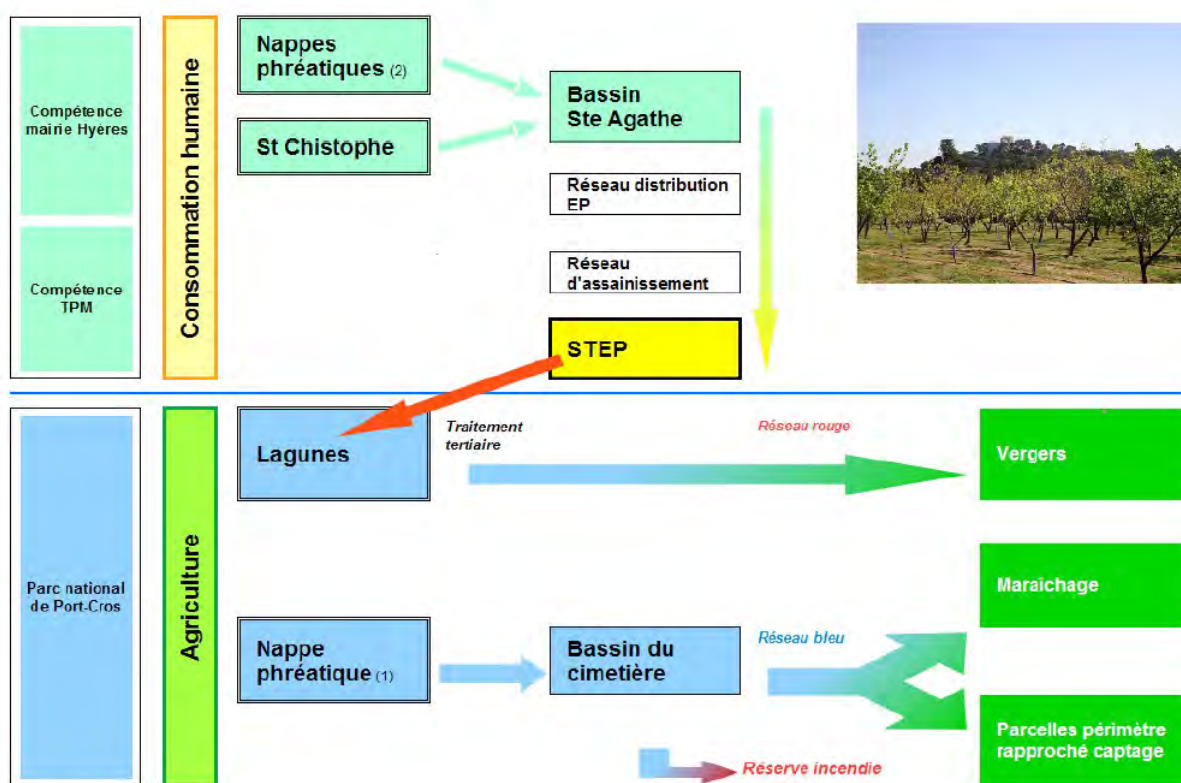
Caractéristiques de la station d'épuration :

- Capacité nominale : 4 300 EH
- Débit de référence : 1 000 m³/J
- Type : Boues Activées Moyenne charge



Détails en 2014 :

- Charge maximale en entrée : 4 630 EH
- Débit entrant moyen : 232 m³/J
- Production de boues : 21 tMS/an



B. Détails sur l'exploitation de Clermont-Ferrand et comparaison des scénarios

Clermont-Ferrand

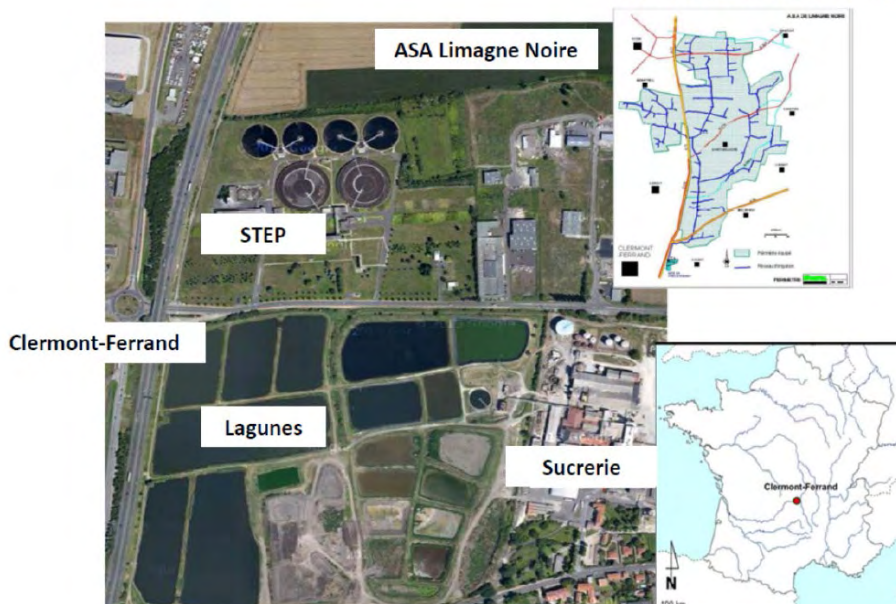


Photo du site

SOURCE : La REUT : Choisir les bonnes options pour créer de la valeur Présentation ARPE 2016
- © 2016 Ecofilae

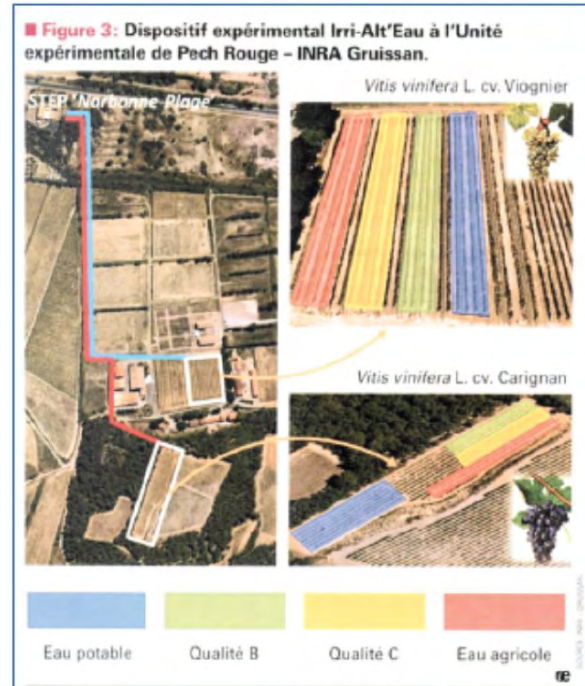
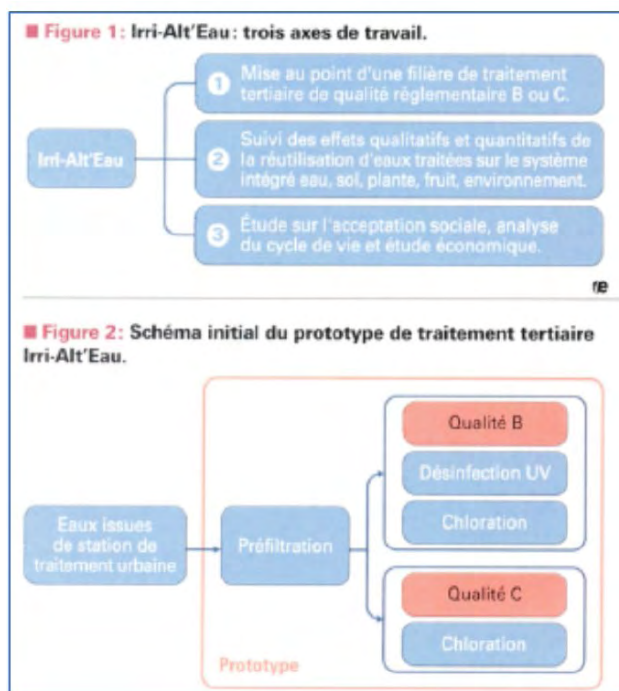
Scénario REUT



Schéma de l'exploitation de Clermont-Ferrand

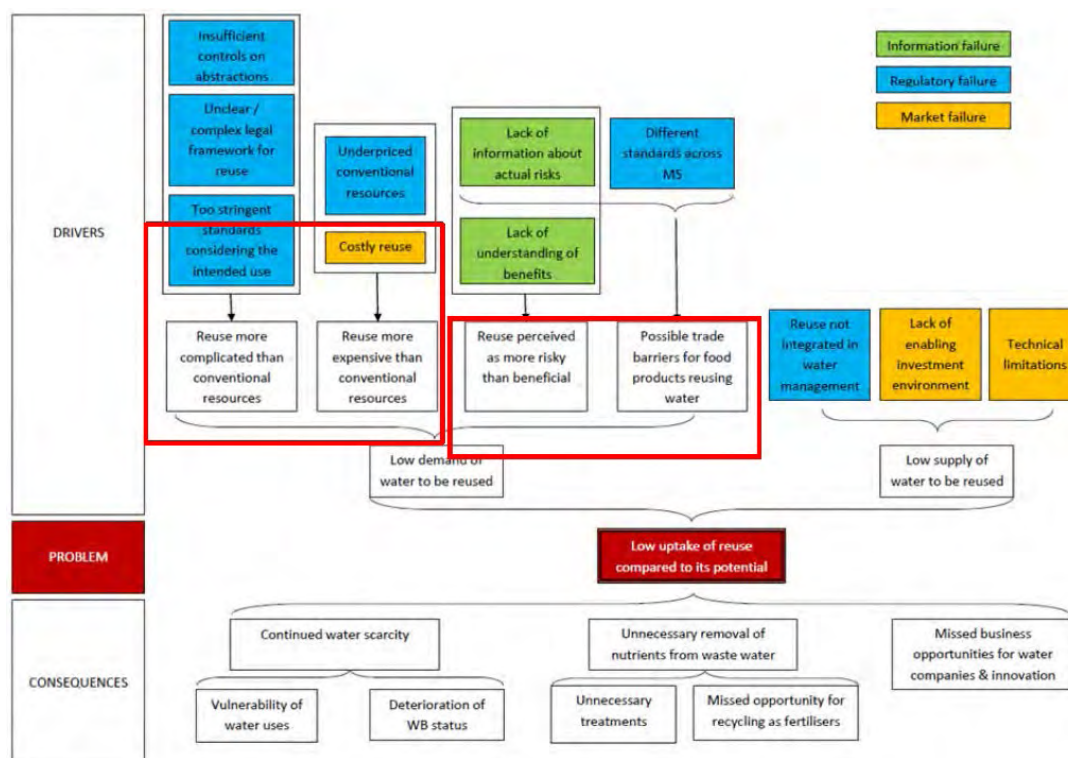
La REUT : Choisir les bonnes options pour créer de la valeur Présentation ARPE 2016 - © 2016 Ecofilae

C. Détails pour le projet Irri-Alt'Eau



Projet Irri-Alt'Eau en figures et photos : explication du projet, prototype de traitement et visualisation de l'exploitation viticole
SOURCE : Etcherbarne F., Escudier J.L., Ojeda H. (2016). Les eaux usées traitées peuvent-elles constituer une source d'eau alternative? INRA – Unité expérimentale de Pech Rouge – Gruissan.

VI. FREINS, LEVIERS ET RECOMMANDATIONS



Source: European Commission

GLOSSAIRE

- ACB** : analyse coût / bénéfice
- ACV** : analyse du cycle de vie
- AEE** : Agence européenne pour l'environnement
- AFB** : Agence française pour la biodiversité
- ARS** : Agence régionale de santé
- BRGM** : Bureau de recherche géologiques et minières
- CNE** : Conseil national de l'eau
- DCE** : Directive cadre de l'eau (législation européenne)
- DBO** : demande biochimique en oxygène
- DCO** : demande chimique en oxygène
- DDT(M)** : Direction départementale des territoires (et de la mer)
- DEB** : Direction de l'eau et de la biodiversité
- DRAAF** : Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt
- DREAL** : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
- DRIM** : Direction interrégionale de la mer
- DGS** : Direction générale de la santé
- EPAGE** : établissements publics d'aménagement et de gestion des eaux
- EPCI** : établissement public de coopération intercommunale
- EPTB** : établissement publique territorial de bassin
- EU** : eaux usées
- EUT** : eaux usées traitées
- MES** : matière en suspension
- MIE** : Mission interministériel de l'eau
- MISEN** : Mission interservices de l'eau et de la Nature
- OMS** : Organisation Mondiale de la Santé
- PAC** : Politique agricole commune (politique européenne)
- PEI** : partenariat européen d'innovation
- REUT** : réutilisation des eaux usées traitées
- SAGE** : schéma d'aménagement et de gestion des eaux
- SDAGE** : schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux
- STEP** : station d'épuration des eaux usées
- UE** : Union Européenne

CONTRIBUTEURS

Auteur

Hugo Maurer : Chargé de mission à l'Institut National de l'Economie Circulaire

Relecture interne

Emmanuelle Moesch : Chargée de mission à l'Institut National de l'Economie Circulaire

Remerciements pour leurs contributions

François ROBERI (Agence de l'eau RMC), Katy POJER (Agence de l'eau RMC), Laurent POUMARAT (Agence régionale de santé – Délégation départementale du Var), Jean-Michel CLERC (Agence régionale de l'Innovation – Transferts), Yvan KEDAJ (Aqua Valley), Gilles MALAMAIRE (ARPE PACA), Luc BURTIN (Cabinet René GAXIEU), Jean LAUNAY (Conseil national de l'eau), Hassen HICHRI (Biofaq Laboratoire), Marie PETTENATI (BRGM), Alban ROBIN (Direction générale de la Santé – Ministère de la santé et de la solidarité), Annie Larribet (Direction générale des entreprises – Ministère de l'économie et des finances), Ludovic HAUDUROY (Direction de l'eau et de l'environnement – Ministère de la transition écologique et solidaire), Lounis MEBAREK (Ea éco-entreprises), Nicolas CONDOM (Ecofilae), Pierre LASFARGUE (Fédération française de golf), Jean-Christophe LASSERRE (FIRMUS), Pierre MAGNES (FIRMUS), Pierre ABASQ (Inovalys), Flor ETCHEBARNE-MARJOTTE (INRA), Bruno MOLLE (IRSTEA), Philippe ROUX (IRSTEA), Gilles d'ETTORE (Maire de la ville d'Agde), Dominique BIANCHI (Métropole Nice Côte d'Azur), Daniel BIELMANN (Parc national de Port-Cros), Philippe GUETTIER (Partenariat français pour l'eau), Vincent JAUZEIN (SAUR), Jean-François CLOAREC (Société du canal de Provence), Jacques BERAUD (Société du canal de Provence), Valentina LAZARROVA (Suez), Nora MEGDER (Suez), Candice MIZON (Toulon Provence Méditerranée), Chantal ASPE (Université Aix-Marseille), Nicolas ROCHE (Université Aix-Marseille), Julien ORSONI (Vendée Eau), Brigitte GORAL (Veolia), Geneviève PETIT-JOLY (Veolia).



L'économie circulaire dans
le petit cycle de l'eau :
**la réutilisation des eaux
usées traitées**

Mai 2018

En partenariat avec

